



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE EVALUACIÓN DE LA TRAZABILIDAD EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL LULO**

**Lina Nataly Alvarado Riaño**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Bogotá, Colombia

2017



# **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE EVALUACIÓN DE LA TRAZABILIDAD EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL LULO**

**Lina Nataly Alvarado Riaño**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ingeniería Industrial**

Director

**Ph.D (c). Delio Alexander Balcazar Camacho**

Codirector

**Ph.D. Wilson Adarme**

Línea de Investigación:

Gestión de la innovación

Grupo de Investigación:

Sociedad, Economía y Productividad SEPRO

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Bogotá, Colombia

2017

*A todos los constructores de mi personalidad,  
de mi conocimiento y carácter, a mi Odín y mi Hestia  
y a mis maestros de pregrado de Diseño Industrial  
de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*

## **Agradecimientos**

Agradezco a los que me enseñaron con paciencia y de manera dinámica el ejercicio de la ingeniería, un agradecimiento **a todos los profesores de la maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia.**

Un agradecimiento a **la Fundación para el Futuro de Colombia - COLFUTURO** por apoyarme en la continuación de mi formación académica, por brindarme espacios para desarrollarme en plenitud y por su aporte financiero.

Un agradecimiento especial al director de este trabajo, **Alexander Balcázar Camacho** por guiarme desde su experiencia y conocimiento en la construcción de este proyecto y al grupo de investigación Sociedad, Economía, Productividad – SEPRO de la Universidad Nacional.



## Resumen

En el contexto actual de mercados globalizados, la competitividad de los productores agrícolas enfrenta retos derivados de los estándares nacionales e internacionales que imponen requisitos de acceso a mercados e implementan medidas para garantizar la seguridad de los alimentos, en especial los productos frescos. En este contexto la trazabilidad en las cadenas de suministro desempeña un rol fundamental para brindar información que permita determinar aspectos a mejorar a través de cada eslabón. Los enfoques actuales de trazabilidad se basan en las soluciones comerciales convencionales usadas en productos industriales, desconociendo las características de los productos frescos que hacen necesario el contar con un mayor nivel de información a lo largo de su cadena de suministro. A través de esta investigación se presenta una propuesta para evaluar sistemas de trazabilidad de productos frescos contemplando sistemas tecnológicos que permitan monitorear las condiciones de transporte de los productos y el diseño de una arquitectura para facilitar su visualización, seguimiento y control entre los eslabones de la cadena de suministro. La investigación propende por la construcción de indicadores de calidad fáciles de utilizar para la evaluación de la trazabilidad y la toma de decisiones a través de metodologías de diseño y la construcción de instrumentos de validación y comprobación a través de un caso de estudio de la cadena de suministro del Solanum Quitoense, nombrado en Colombia como Lulo.

**Palabras clave:** (01) Arquitectura, (02) Trazabilidad, (03) Calidad, (04) Productos Frescos, (05) Toma de Decisiones

## Abstract

In current context of globalized markets, competitiveness of agricultural producers faces challenges derived from national and international standards that impose high-quality requirements to access important markets and implement measures to warrant safety in food, especially in fresh produce. Under this context, traceability of supply chain plays an essential role of giving information that aloud to establish improving points in each link of the supply chain. Current traceability approaches are based on conventional commercial solutions used on industrial products, leaving out fresh produce features that make necessary having into account a higher level of information all over the entire supply chain. Throughout this research work, it is presented a proposal to evaluate fresh produce traceability systems taking into account technological systems that aloud to monitor the product transport conditions and the design of an architecture to facilitate its visualization, tracking and control in any part of the chain. This research work pursue the construction of easy-to-employ quality indicators in order to evaluate the traceability and the decision making throughout technological monitoring, design methodologies and the construction of approval and verification instruments using a case study of the supply chain of Solanum Quitoense (Lulo in colombian spanish).

**Keywords:** Architecture, (02) Traceability, (03) Quality (04) Fresh Produce, (05) Decision Making.



# Contenido

Lista de figuras .....	XI
Lista de tablas .....	XII
Lista de Conceptos.....	1
Introducción.....	3
Capítulo 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
Marco de Referencia de la Investigación .....	5
Aspectos Claves en la Trazabilidad .....	8
Objetivos a cumplir en la Propuesta de Trabajo.....	12
Conclusiones del capítulo .....	13
Capítulo 2. METOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	14
Descripción de las fases .....	16
Capítulo 3. ANTECEDENTES .....	17
Arquitecturas de trazabilidad.....	17
Metodologías del control de trazabilidad en la industria alimentaria.....	18
Aplicación de arquitecturas de trazabilidad para el consumidor .....	22
Guías más usadas en la Trazabilidad .....	23
Conclusiones del capítulo .....	27
Capítulo 4. CADENA DE ABASTECIMIENTO A EVALUAR .....	29
Actividad Agrícola En El Municipio De Fusagasugá- Provincia De Sumapaz.....	29
Sistema de Abastecimiento a Evaluar.....	30
Requerimientos de usuario.....	32
Componentes de la solución de software .....	35

Implementación de arquitecturas de trazabilidad en el sistema de abastecimiento	
Solatum Quitoense Lam – Lulo .....	35
Características del fruto - Solatum Quitoense – Lulo en Colombia .....	36
Características de Calidad para productos frescos según la Norma Colombiana NTC 12 65 del Lulo.....	37
Conclusiones del capítulo.....	39
Capítulo 5. Elementos de la Arquitectura .....	40
Construcción .....	40
Conclusiones y consideraciones finales .....	53
Consideraciones Finales .....	56
Publicaciones y Ponencias .....	57
Anexo.....	59
Bibliografía .....	63

## Lista de figuras

Figura 1 Trazabilidad.....	9
Figura 2 Definiciones de la Trazabilidad.....	10
Figura 3 Flujo de información en las Cadenas de suministro.....	11
Figura 4 Flujograma de la auditoria del Sistema de gestión de trazabilidad.....	18
Figura 5. Matriz de Actores. GS1 .....	26
Figura 6 Ilustración de la cadena de Abastecimiento del Lulo .....	31
Figura 7 Trazabilidad del Lulo Propuesta por SEPRO .....	32
Figura 8 Función del Hardware Y Software propuesto por SEPRO en la trazabilidad del Lulo .....	34
Figura 9 Ficha técnica del Lulo.....	36
Figura 10 Área de Cosecha y Producción .....	37
Figura 11 Arquitectura Propuesta.....	41
Figura 12 Detalle de Autores Involucrados.....	43
Figura 13 Detalle de Requerimientos .....	44
Figura 14 Desglose de los Requisitos de evaluación de la Trazabilidad.....	45
Figura 15 Detalle Métodos de Evaluación .....	46
Figura 16 Flujo de información Requisitos de la acción de Trazabilidad.....	47
Figura 17. Detalle modelos de evaluación de los indicadores con el flujo de información del negocio.....	48
Figura 18 Consideraciones de evaluación de la Arquitectura. ....	49
Figura 19 Instrumento de toma de decisiones- Arquitectura de Calidad de la Trazabilidad del lulo.....	50
Figura 20. Ventajas de construir desde el Rol. Análisis de la influencia.....	61

## Lista de tablas

Tabla 1 Resumen de la Metodología de Investigación .....	15
Tabla 2 Aplicación de la Trazabilidad en Métodos, Metodologías y Guías .....	20
Tabla 3 Aplicación de la Trazabilidad en Nomas y Guías.....	21
Tabla 4 Aplicación de la Trazabilidad en Métodos .....	21
Tabla 5 Requisitos del Negocio, Guía GS1 .....	25
Tabla 6 Requerimientos del Software propuesto en Trazabilidad del Lulo .....	35
Tabla 7 Arquitecturas de Trazabilidad estudiadas por SEPRO .....	36
Tabla 8 Características de Calidad del Lulo. Norma Técnica Colombiana NTC 12 65 ...	37
Tabla 9. Evaluación de la Trazabilidad.....	51
Tabla 10 Metodologías de Diseño asociadas al sistema de rastreo y/o Control de Calidad .....	59

# Lista de Conceptos

**Trazabilidad:** “Capacidad de seguir el recorrido de un alimento a través de la(s) etapa(s) especificada(s) de producción, procesamiento y distribución” (ISO, 2007).

Sistema de Trazabilidad: “Es una herramienta útil para ayudar a que una organización, que esté actuando dentro de una cadena alimentaria, logre los objetivos definidos en un sistema de gestión” (ISO, 2007).

**Sistema de Abastecimiento:** “Conjunto relacionado de recursos y procesos que comienza con el suministro de materias primas y se extiende hasta la entrega de productos o servicios al usuario final, incluidos los medios de transporte” (NORMA TÉCNICA NTC- ISO COLOMBIANA - 28000 , 2008).

**Calidad:** 1. “Grado en que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple los requisitos. Nota 1 a la entrada: El término "calidad" se puede usar con adjetivos como pobre, bueno o excelente. Nota 2 a la entrada: "Inherente", en oposición a "asignado", significa que existe en el objeto” (ISO, 2015). 2. “En general, se puede decir que calidad abarca todas las cualidades con las que cuenta un producto o un servicio para ser de utilidad a quien se sirve de él” (Cantú,1997). Esto quiere decir que la calidad no se limita solamente a las normas y especificaciones estandarizadas de la industria, sino que el usuario o consumidor tiene alta participación en el concepto de calidad.

**Requisito:** “Necesidad o expectativa que se establece, generalmente implícita u obligatoria. Nota 1 a la entrada: "Generalmente implícito" significa que es costumbre o práctica común para la organización y las partes interesadas, que la necesidad o expectativa bajo consideración sea implícita. Nota 2 a la entrada: Un requisito específico es uno que se establece, por ejemplo, en información documentada. Nota 3 a la entrada: un calificador puede usarse para indicar un tipo específico de requisito, por ejemplo: requisito de producto, requisito de gestión de calidad, requisito de cliente requisito de calidad. Nota 4 a la entrada: los requisitos pueden ser generados por diferentes partes interesadas o por la propia organización. Nota 5 a la entrada: puede ser necesario para

lograr una alta satisfacción del cliente cumplir con la expectativa de un cliente, incluso si no es ni declarada ni generalmente implícita u obligatoria” (ISO, 2015).

Requisito de calidad: “Requisito legal, Requisito obligatorio, especificado por un cuerpo legislativo” (ISO, 2015).

## Introducción

La competitividad en las regiones genera el potencial para aumentar la producción de una manera sostenida a través de la inversión de agendas tecnológicas e innovación (INCODER, 2010), por ello la creación de un sistema de trazabilidad como necesidad y seguimiento en los diferentes eslabones de la cadena de suministro permite que exista un control de calidad y una identificación de factores críticos. Adicionalmente, construye un mecanismo para el desarrollo del conocimiento que tiene como fin apoyar y crear mejores prácticas.

En el presente trabajo se abordó la trazabilidad distinguiendo los puntos en que convergen varios autores sobre los objetivos y características de la misma, también se detallan guías y normas las cuales tienen patrones de unión entre ellas para así construir una arquitectura que permita evaluar el sistema de trazabilidad que se realiza; este documento está dividido en 5 capítulos que permitieron la descripción de una serie de requerimientos para la evaluación de calidad en la inocuidad de productos frescos y permitiera así desarrollar los objetivos propuestos.

La inocuidad en los productos frescos es un tema que ha adquirido importancia en el mundo globalizado, en donde los mercados internacionales exigen alimentos seguros y que cumplan con parámetros de calidad (Fundación para el Desarrollo Frutícola y Asociación de Exportadores de Chile, 2005), obligando a ciertas regiones Colombianas como Cundinamarca a esforzarse por mantener la calidad y seguridad en los alimentos (INCODER, 2010).

La trazabilidad juega un papel importante en la verificación de calidad alimentaria, ya que rastrea el producto desde su inicio hasta su fin, sin embargo, es un conjunto de procesos difíciles de configurar ya que cada producto y eslabón de la cadena de suministro puede ser único (Mishra & Garcia, 2015). En cuanto a estudios sobre trazabilidad en Colombia, el grupo de investigación Sociedad, Economía y Productividad - SEPRO de la Universidad Nacional de Colombia realizó un estudio sobre dos productos: Lulo y

Tomate de Árbol, en la región de Sumapaz y su corredor agroindustrial, con el objetivo de dar seguimiento y presentar un factor diferenciador en la implementación de mejores prácticas para aumentar la competitividad, generó así unos parámetros claros; este trabajo contempló una metodología de verificación de la calidad en la trazabilidad, para esto realizó una revisión de literatura del ámbito nacional e internacional sobre los temas de trazabilidad, rastreo, productos frescos, indicadores de calidad entre otros destacándose autores como MOE, organizaciones como la FAO, GS1 y otros descritos en el capítulo No. 3; sin embargo no se encontraron estudios que apoyen la validación de un sistema de trazabilidad, algunos estudios como Traceability as part of competitive strategy in the fruit supply chain, describen de manera general subsistemas en torno al proceso de estandarización de la trazabilidad, comenzando con la información de la empresa, la gestión del producto (procesamiento y logística); necesidades de compras versus capacidades de la compañía; gestión de la información; problemas de coordinación y cumplimiento con otros sistemas de gestión y certificaciones voluntarias; otros autores referencian a la Trazabilidad como un sistema de intercambio de información entre los actores involucrados (Monczka, Petersen, & Ragatz, 1998) otros estudios como, Does a common theoretical framework to implement food traceability exist? tratan de identificar si existe un marco teórico común en la implementación de trazabilidad, sin embargo tras sus grandes esfuerzos demostrados con ciencia métrica no lograron un entendimiento común en las definiciones y principios de la trazabilidad en su implementación en productos frescos, revisaron que además es un campo de investigación interdisciplinario (Karlsen, Dreyer, Olsen, & Elvevoll, 2013); estos estudios evidencian que existe un escaso contenido que contribuyan a evaluar el resultado de la trazabilidad.

Por otro lado existen estudios sobre las cadenas de suministro que han implementado la trazabilidad (Opara, 2003) no obstante, son pocos los estudios que hablan sobre la trazabilidad con este enfoque, y son aún más limitados los que especifican indicadores de calidad que verifican la trazabilidad realizada (Calvo-Dopico, 2015), según lo anterior es importante el desarrollo de una arquitectura de evaluación de trazabilidad que permita proponer un marco conceptual que facilite la construcción de indicadores de calidad de manera clara, creíble y fácil de utilizar y que permita la toma de decisiones ante una eventualidad de fallo o no correspondencia.



# **Capítulo 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Marco de Referencia de la Investigación**

El marco de referencia de este trabajo de investigación comienza con una revisión detallada de bibliografía sobre temas relacionados con trazabilidad, procesos de rastreo, sistemas de abastecimiento y organizaciones que respalden, soporten o implementen esta estrategia en los sistemas de abastecimiento de alimentos perecederos a nivel nacional y luego a nivel internacional, iniciando entonces con una búsqueda general en torno al proyecto para así determinar una metodología de investigación que permitiera la construcción del trabajo (Ver capítulo No. 2 – Metodología de investigación); de esta manera se inició una búsqueda preliminar partiendo con las Naciones Unidas para la Agricultura y la Organización (FAO) ratificando que Colombia puede ser una potencia agroalimentaria e indican que el país se tiene que alinear bajo regulaciones internacionales para conquistar mercados haciendo un énfasis en frutas y hortalizas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, 2011). Aunque Colombia sigue destacándose por exportar flores, café y banano podría potencializar la diversificación de sus productos agrícolas, esta cuestión hermética se ve reflejada también en sus estudios, dejado de lado algunos que son considerados potenciales (Fundacion para el Desarrollo Fruticola, 2005), como lo son productos Semipermanentes y permanentes que están teniendo una productividad superior a años anteriores (AGRONET - Ministerio de Agricultura, 2014).

Existen estrategias que ayudan a ser más competitivos estos sistemas e impulsan a cumplir los estándares que exigen los mercados y las regulaciones tanto de carácter nacional como internacional. La trazabilidad brinda un atributo y puede ser nombrado

como una estrategia de competitividad ya que brinda altas características de producto al consumidor (Cuevas, 2004) con base en innovación y tecnología de sistemas de rastreo y muestra de origen para que progresivamente estos productos sean más rentables y competitivos; a partir de este atributo, se generan procesos que posibilitan tener un rastreo de la cadena de suministro a través de minería de datos, análisis y visualización de los mismos, ubicaciones espacial, de temperatura entre otros (Canavari, Centonze, Hingley, & Roberta Spadoni, 2010).

La pequeña agroindustria pierde recursos económicos en la búsqueda de modificar la tecnología en sus procesos de fabricación y distribución, es aquí en donde la certificación de calidad puede realizarse a través de diferentes y particulares variables, incluso puede ser una cuestión de cómo usar la propia tecnología, que puede estar o no en tendencia, avanzada o sencilla, debe ser un cambio rentable para obtener el mayor beneficio y permanecer en el negocio, tener éxito y en algunos casos sobrevivir (Cuevas, 2004). La calidad en la actividad agroindustrial describen características importantes en la creación de mejores prácticas operacionales para un ambiente sustentable y amigable con la naturaleza; orientado al desarrollo humano elaborado de acuerdo al desarrollo económico, social y a necesidades específicas, considerando lo siguiente:

*“El desarrollo agrícola contribuye al desarrollo social y económico del país”, “Mayor prosperidad y altos estándares de vida son esenciales para el desarrollo agrícola”, “Eleva la competitividad en las cadenas agroalimentarias puede impulsar la prosperidad para todos los actores de la cadena”, “Calidad y seguridad alimentaria, efectividad de los costos y éxitos comerciales son todos indicadores de la productividad. Pueden crecer mejorando el desarrollo empresarial y clima económico. Esos indicadores pueden representar el efecto adicional de los sistemas y dar posibilidades de acción más competitiva” (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2017)*

Esta propuesta de investigación detallará la trazabilidad en sus objetivos, en sus procesos y cómo se implementan para generar un estándar que permita evaluar su calidad y permita la construcción de una arquitectura que pueda moldearse a varios productos en específico a productos frescos; el término de calidad en esta propuesta de trabajo de maestría es el conjunto de varias características que establecen los diferentes

---

consumidores en el ciclo de vida de los productos frescos, como por ejemplo, la pureza, el sabor, la textura, el color, la apariencia, algunos procesos de producción, las formas de distribución y de compra. En este sentido, la calidad está asociada a la percepción de los consumidores en los diferentes eslabones de la cadena de abastecimiento, es ahí que la trazabilidad se convierte en un factor estratégico que permite a este sector ser más competitivo (Canavari, Centonze, Hingley, & Roberta Spadoni, 2010). La calidad puede ser reconocida por el mercado a través de la certificación de diferentes asociaciones como por ejemplo el cumplimiento de normas, reglamentos en procesos operativos, buenas prácticas de manufactura, principios generales de higiene, análisis de distribución y análisis de puntos críticos entre otros factores del control en alimentos (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, 2010).

Los indicadores de trazabilidad que permiten la construcción de la arquitectura deben ser globalmente únicos, pueden adaptarse algunas metodologías, herramientas, instrumentos de trazabilidad internacionales y/o nacionales, pero deben existir indicadores particulares que respondan a los factores Político, Económico, Social, Tecnológico y Ecológico - PESTE del producto (Canavari, Centonze, Hingley, & Roberta Spadoni, 2010), estos factores corresponden a una aproximación sistémica de las interacciones del entorno, las cuales pueden responder a problemas de transferencia tecnológica y del conocimiento del contexto generando una condición particular, siendo estos factores dinámicos y que determinan nuevos escenarios (Saravia, 2006).

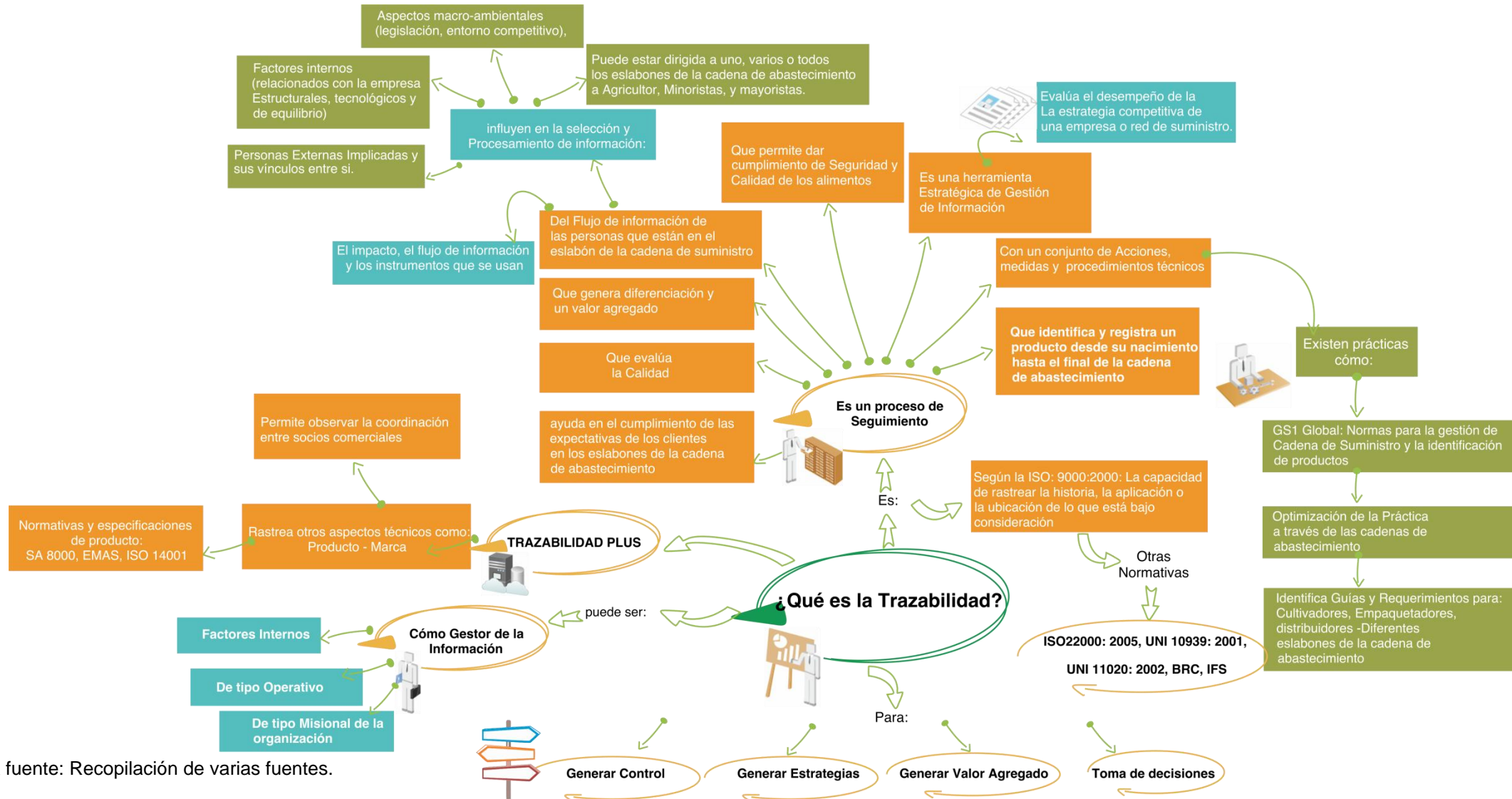
La trazabilidad tiene como dificultad la capacidad de acceder a la información y de generar rastreo, ya que generalmente las formas de obtenerla no resultan ser la más adecuadas y/o se genera una caja negra, en dónde no se sabe si lo que se rastreó se hizo de la manera más adecuada, ya que todo se debe poner en consideración con la comprobación y validación a través de herramientas y métodos analíticos particulares y únicos (Mishra & Garcia, 2015), en este sentido la construcción debe estar ligada al contexto y a indicadores particulares.

## 1.2 Aspectos Claves en la Trazabilidad

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) define a la trazabilidad como la capacidad de rastrear la historia, la aplicación o la ubicación de lo que está en consideración (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISSO , 2017), por otro lado para el Comité de la Seguridad Alimentaria AECOC da como significado a este término, al conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer lo histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministro a través de herramientas determinadas, sin embargo son conceptos muy amplios que van más allá de las normas legales y se extiende a ser una estrategia operativa, productiva y de competitividad (Canavari, Centonze, Hingley, & Roberta Spadoni, 2010), en este sentido la trazabilidad se convierte en una estrategia más para agregar valor en el que interactúan varias fuentes de información a través de los eslabones de la cadena de suministro, de las acciones, medidas y factores técnicos en el que se rastrea un producto desde su semilla hasta el final de la cadena de comercialización (Clemares, Moltoni, Moltoni, & Lucas , 2013) con el objetivo claro de aumentar la competitividad, de evidenciar factores críticos, de asegurar la calidad y gestar mejores prácticas, ver figura 1.

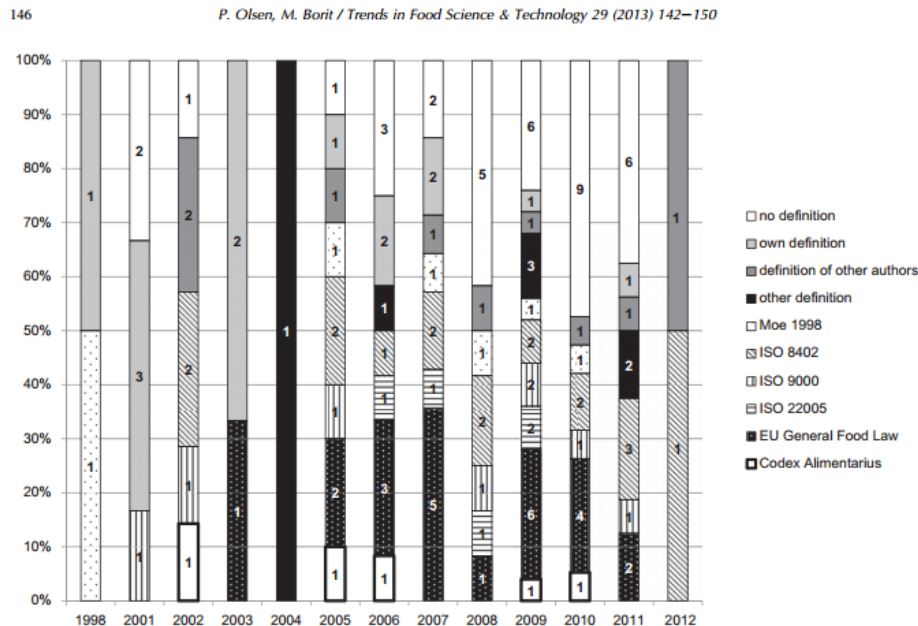
En la siguiente figura se muestra 3 grandes características de la trazabilidad, (01) contribuye en su totalidad a generar mejores prácticas, (02) es un conjunto de acciones definidas internacionalmente, y (03) es una estrategia para la toma de decisiones.

Figura 1 Trazabilidad



Nombre de la fuente: Recopilación de varias fuentes.

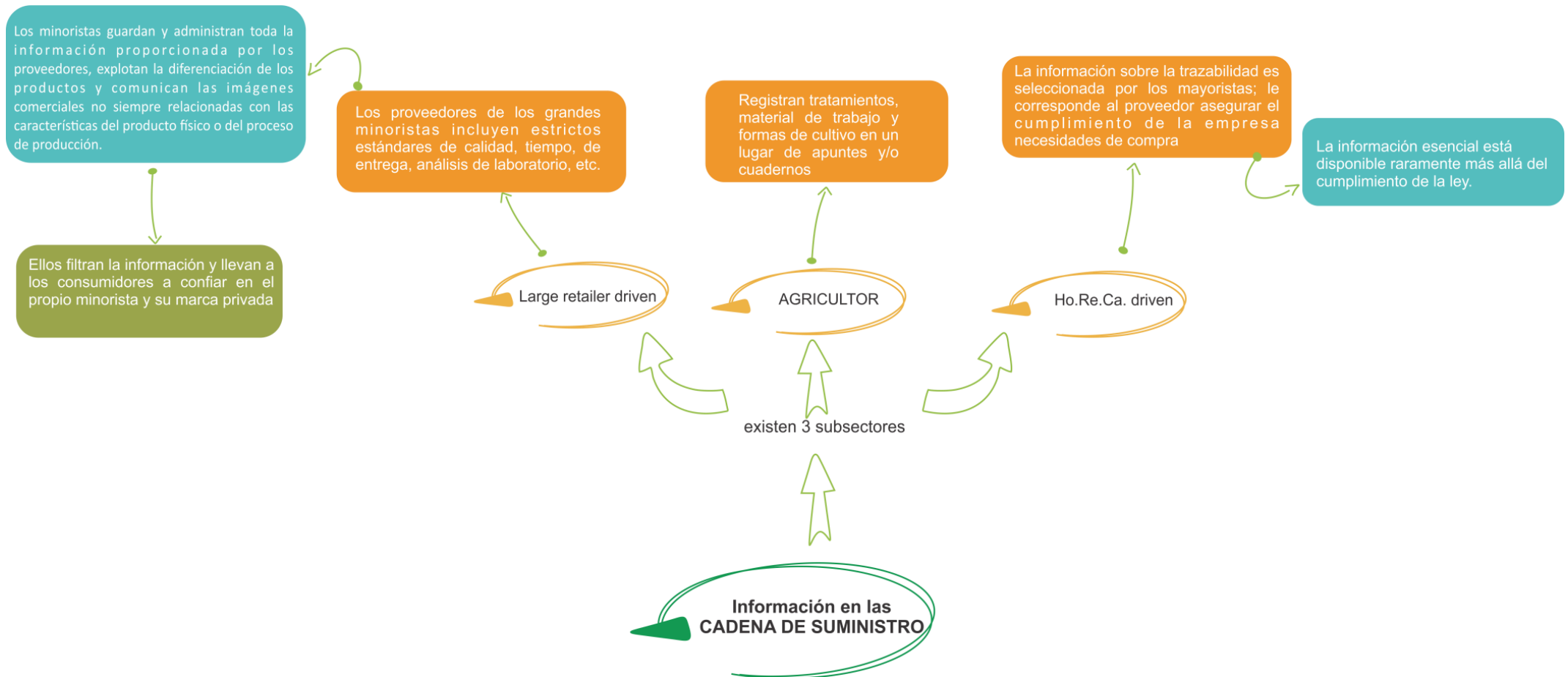
Figura 2 Definiciones de la Trazabilidad



Nombre de la fuente: (Oslen & Borit, 2013)

En la figura 2 se observa un estudio cuantitativo sobre las mayores publicaciones y artículos científicos que describen este término y el año de su publicación, muestra a la ISO a través de sus publicaciones 8402, 9000 y 22005 como la organización que tiene una mayor definición sobre procesos de rastreo en productos frescos y al autor MOE en 1998 como uno de los primeros que acuña este término de manera científica (Oslen & Borit, 2013); Para MOE y otros autores la trazabilidad en las cadenas de suministros cuentan con características particulares que pueden modificar los sistemas de información, características técnicas y la toma de decisiones frente a lo que se desea desarrollar con el producto (ver figura 3), es decir cada sistema de rastreo es único y responde a particularidades como factores políticos, factores económicos, factores sociales y culturales, factores tecnológicos y factores geográficos; es una decisión compleja y costosa para algunas cadenas de suministro, sin embargo los mercados cada vez se preocupan por las condiciones de calidad, como un factor potencial en el momento de la compra, convirtiendo a la trazabilidad como una estrategia competitiva para los mercados (Clemares, Moltoni, Moltoni, & Lucas, 2013).

Figura 3 Flujo de información en las Cadenas de suministro



Nombre de la fuente: Recopilación de múltiples fuentes.

La trazabilidad cuenta con varios componentes de procesos internos o externos que registran información e incluyen dispositivos de identificación, operadores que generan bases de datos, administradores que llevan adelante y auditan un sistema, empresas u organismos que certifican un sistema (Núñez, 2017), de esta manera se entiende a la trazabilidad como un proceso único que podría estandarizarse sí se desea rastrear se asocia a características particulares, como características del producto, geografía, sectores de distribución entre otros es una caracterización que busca la historia, la ubicación y la trayectoria de un producto a lo largo de su recorrido (Badia-Melis, Mishra, & Ruiz-García, 2015). El panorama de trazabilidad es tan amplio que es necesario enfocar su cuadro de acción, para esto las instituciones deben definir un objetivo claro y generar preguntas de investigación.

## **1.3 Objetivos a cumplir en la Propuesta de Trabajo**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de evaluación de trazabilidad en la cadena de suministro del Lulo para la toma de decisiones en el control de calidad a través de los eslabones en la cadena de suministro.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar parámetros de calidad del Lulo con respecto al flujo de información destinado al proceso de control de calidad en los diferentes eslabones de la cadena de suministro.
2. Proponer un sistema de indicadores para evaluar el sistema de trazabilidad del Lulo que pueda ser adaptado a otros productos frescos.
3. Proponer la arquitectura de evaluación del sistema de trazabilidad de productos frescos para la toma de decisiones en el control de calidad



4. Diseñar un instrumento que permita la toma de decisiones para el control de calidad a través de la información de un sistema de trazabilidad en los eslabones de la cadena de suministro del Lulo.
  
5. Evaluar la metodología propuesta y su aplicabilidad en otras cadenas de abastecimiento

## 1.4 Conclusiones del capítulo

Se concluye que certificar que un producto fresco tiene un sistema de trazabilidad presenta una ventaja competitiva en el mercado nacional e internacional (Karlsen, Dreyer, Olsen, & Elvevoll, 2013) puesto que la trazabilidad es un atributo detallado de todas las etapas de un producto, sin embargo cada trazabilidad puede ser única por las condiciones geográficas, de producto y de actores involucradas en el mismo, para la estandarización de la trazabilidad se pueden tener las siguientes acciones:

- Se concluyó que es importante definir los actores que están involucrados en la trazabilidad haciendo referencia a las características de todas las personas que participarán de la misma.
- Es importante definir los requerimientos del modelo de negocio: haciendo referencia a los requerimientos que se obtienen a través del flujo de trabajo
- Es importante hacer una línea coherente y detallada de los elementos predecesores, sucesores y vínculos de la trazabilidad, estableciendo los elementos como sistemas y subsistemas.
- Ya que cada trazabilidad es particular es importante definir los posibles escenarios de cambio y los actores que pueden inferir en su cambio o modificarlo descritos en 3 operaciones las cuales son: crear nuevos elementos, modificar existentes o eliminarlos.
- Para la evaluación de la trazabilidad es necesario identificar el objetivo del sistema, identificar los factores que constituyen el contexto y las variantes que puedan surgir, es preciso determinar aspectos del modelo de negocio.

## Capítulo 2. METOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación de la propuesta comienza con una detallada exploración de los factores, que influyen en la situación del problema citados en el capítulo anterior, de esta manera se plantea la metodología para cumplir con los objetivos propuestos. Esta propuesta tiene un enfoque cualitativo con un alcance exploratorio y se divide en 4 fases; es interesante aquí precisar que la metodología utilizada corresponde a metodologías de investigación en ingeniería del diseño ya que tienen un proceso más reflexivo y ciertamente circular, las bondades de esta unión se reflejan en un análisis interdisciplinar gracias a la profundidad de ideas, a la riqueza de interpretación por la expansión de conceptos y se conduce en ambientes naturales ya que resuelve un problema (Sampieri, Collado, & Baptista, 2006) propuesto por el grupo de investigación SEPRO.

1er fase Descriptiva: Búsqueda de factores que inciden en el problema de investigación (Charry, 2013), para llevar a cabo esta fase se realiza revisión documental detallada de 3 factores claves, el primero corresponde a las aplicaciones de la trazabilidad en productos frescos, la segunda a las normativas y leyes en el control de la trazabilidad y por último a los métodos más usados para la realización de trazabilidad en productos frescos. Ver en el capítulo No. 1 y 3.

2da Fase Prescriptiva: Descripción de las actividades y pautas para desarrollar la metodología que permita dar cumplimiento a los objetivos planteados en la propuesta, de esta manera se concluye una serie de pasos para gestar en sí la investigación, esta fase es secuencial. Ver en el capítulo No. 2.

3era Fase Cognitiva: Descripción formal de la propuesta a través de la construcción de requerimientos e indicadores, esta fase apropia los términos y se generan alternativas, acá el proceso es cíclico, siendo esta fase la que manipula, interpreta, propone y refina la arquitectura (Charry, 2013). Ver en el capítulo No. 4 y 5.

4ta Fase Computacional: Esta se divide en 2 denominadas análisis y síntesis, que dan como resultado la construcción de recomendaciones de uso y continuidad de la propuesta. Lo anterior se puede observar en el capítulo No. 6 y en las conclusiones.

En detalle el cumplimiento de los objetivos se detalla de la siguiente manera:

Tabla 1 Resumen de la Metodología de Investigación

Objetivos	Fase	Elementos Cualitativos
<b>Identificar parámetros de calidad del Lulo con respecto al flujo de información, destinado al proceso de control de calidad en los diferentes eslabones de la cadena de suministro</b>	Fase Descriptiva	Recolección de datos Episodios Encuentros Roles Relaciones Grupos Organizaciones
<b>Proponer un sistema de indicadores para evaluar el sistema de trazabilidad del Lulo que pueda ser adaptado a otros productos frescos.</b>	Fase Prescriptiva	Observación: Ambiente físico (Factores PESTEL) Actividades Artefactos que se usan Hechos relevantes Entrevistas con expertos
<b>Proponer la arquitectura de evaluación del sistema de trazabilidad de productos frescos para la toma de decisiones en el control de calidad</b>	Fase Cognitiva	Recolección de datos a través de: Documentos, registros, materiales y artefactos, Elementos solicitados a los participantes del estudio como integrantes del equipo de investigación de SEPRO
<b>Diseñar un instrumento que permita la toma de decisiones para el control de calidad a través de la información de un sistema de trazabilidad en los eslabones de la cadena de</b>		Análisis reflexivo

<b>suministro del Lulo.</b>		
<b>Evaluar la metodología propuesta y su aplicabilidad en otras cadenas de abastecimiento.</b>	Fase Computacional	Comprobación a través de integrantes del equipo de investigación.

Nombre de la fuente: La Autora.

## 2.1 Descripción de las fases

Este trabajo esta descrito en 4 fases, las cuales corresponden a la búsqueda de información de manera amplia a través de la recopilación de información, de entrevistas, de material propuesto por el grupo de investigación SEPRO; cada fase desarrolla los objetivos propuestos en el presente trabajo y están estructurados según la formación de quien plantea el trabajo.

En la Fase Descriptiva se desarrolla una exploración a través de entrevistas con integrantes del grupo de investigación; se realiza una búsqueda e información a través de herramientas como Scopus, de trabajos como tesis de maestrías y doctorados que exploran la evaluación de Arquitecturas de trazabilidad; se busca información en páginas como AGRONET y/o el Ministerio de Agricultura para el desarrollo de un marco teórico y la metodología acá propuesta que permitió el desarrollo del problema de investigación.

En la fase Prescriptiva, se mira de manera holística los requerimientos que pueden vincularse en la construcción de la arquitectura, acá la revisión de guías, normas, legislaciones hace parte importante en la construcción del objetivo no. 2.

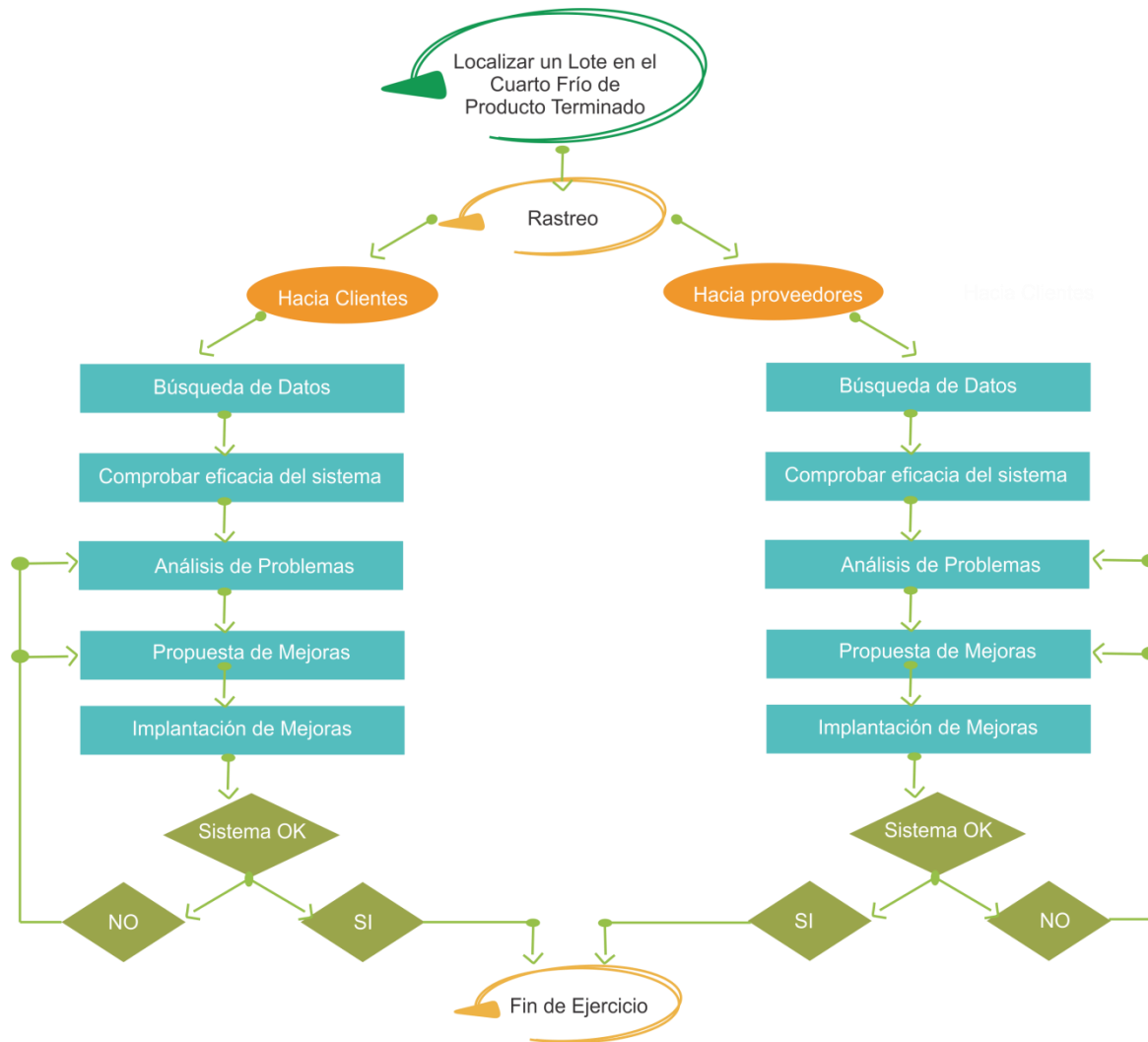
En la fase Cognitiva se desarrolla la propuesta de la arquitectura de evaluación de Calidad de una Trazabilidad, esta fase es la conclusión de toda la documentación evaluada, es acá dónde se apropian los contenidos anteriormente mencionados y se presenta todo un esquema de la evaluación de la trazabilidad, como también se propone un instrumento preciso que muestra cómo se debe apropiar la propuesta; por último la fase computacional describe la propuesta de manera práctica a través de la evaluación en el caso de uso.

## Capítulo 3 ANTECEDENTES

### 3.1 Arquitecturas de trazabilidad

Duply fue el primero en preocuparse por la evaluación y optimización de los sistemas de trazabilidad y varios autores después a él iniciaron esfuerzos para aplicar sus métodos, otros como Tamayo emplearon algoritmos para optimizar los procesos, Wang propuso en el 2010 una optimización conjunta entre fabricación por el lote y la dispersión de lotes introduciendo funciones de riesgo (Dabbene & Gay, 2011). En la construcción de información para las arquitecturas de evaluación, existen 3 dimensiones de investigación que contienen elementos de información (son los que pueden identificar y percibir un propio mensaje); redes independientes (tienen la capacidad de autoconfiguración) y aplicaciones inteligentes (Aplicaciones para un control inteligente y tratamiento de la misma información) (Badia-Melis, Mishra, & Ruiz-García, 2015). Según Dabbene y Gay en el 2011, existen las siguientes consideraciones para observar el rendimiento de la trazabilidad enfocado en costos, estos son: (01) evaluación del rendimiento de un determinado sistema de Trazabilidad; y (02) Diseñar la cadena de suministro, permite en etapas tempranas delimitar prioridades entre los diferentes aspectos a ser analizados y es en sí, el punto con más influencia en la calidad del sistema. En la arquitectura están presentes aspectos de calidad como seguridad, manipulación, capacidad de flexibilidad, costo del esfuerzo del desarrollo actual y futuro. Es un modelo estructurado, pequeño e intelectualmente comprensible, donde todos sus sistemas trabajan juntos. (Dávila, Germán, Crutas, & García, 2015). Entre las arquitecturas más nombradas, se encuentra (01) Software Architecture Analysis Method (SAAM) (02) ATAM – Architecture Tradeoff Analysis Method, (03) Active Reviews for Intermediate Designs (ARID) (04) GAPs, GMPs y HACCP y (05) Auditorias propias de cada empresa que se interpretan en la figura No. 4.

Figura 4 Flujoograma de la auditoria del Sistema de gestión de trazabilidad



Nombre de la fuente: Valdés, 2013

### 3.2 Metodologías del control de trazabilidad en la industria alimentaria

El objetivo de la trazabilidad es recopilar toda la información en un sistema de cadena de suministro (Dabbene & Gay, 2011), sin embargo se ha demostrado que no existe un marco teórico sólido común que muestre la implementación de los sistemas de rastreo en

productos frescos, es decir que los procesos de trazabilidad tienen tendencia a ser únicos y su realización depende de la interpretación y manipulación de cada proceso, lo que conlleva a que puedan solucionar un objetivo pero no ser eficientes (Karlsen, Dreyer, Olsen, & Elvevoll, 2013). Según Opara existen 6 aspectos en los cuales se realiza la trazabilidad los cuales son: (01) Trazabilidad para el Producto, determina dónde se encuentra físicamente cada producto; (02) Trazabilidad del Proceso, que estipula el tipo y la secuencia que inciden en el producto; (03) Trazabilidad Genética, que es la encargada de la constitución de lo que se rastrea; (04) Trazabilidad de los insumos, origen las propiedades que forman parte del producto final; (05) Trazabilidad de enfermedades y plagas, determina peligro biológicos del producto; (06) Medición de la rastreabilidad, relaciona los resultados de estas mediciones con los protocolos establecidos. (Opara, 2003). Opara plantea la siguiente pregunta ¿Existe un marco teórico común para implementar la trazabilidad de los alimentos?, en respuesta a ello identifica 10 factores de trazabilidad en productos frescos, adaptando un modelo de conductores de trazabilidad de Oslen en el 2009, describiendo esta conexión en los siguientes factores: Legislación, optimización de la producción, amenazas bioterroristas, cadenas de comunicación, ventajas competitivos, certificación, bienestar, sostenibilidad, calidad, y seguridad alimentaria.

La trazabilidad como se describe anteriormente se presenta de manera interna y externa; para algunos autores como Moe los beneficios de realizar una trazabilidad de manera interna pueden ser los siguientes: realiza una mejor planificación en optimización de los recursos a utilizar, existe un control de los procesos, una satisfacción de normas, un control de calidad a través de la gestión, implementación de mejores prácticas, entre otros (Moe, 1998); para otros autores el beneficio de la aplicación de la trazabilidad de manera externa son los siguientes: “satisfacción de los requisitos legales, evitar mediciones repetidas, oportunidad de comercializar productos, ,materiales o características del producto, mejores incentivos para la calidad inherente de las materias primas, procedimientos eficientes de mejor calidad y control de procesos” (Karlsen, Dreyer, Olsen, & Elvevoll, 2013).

Estos métodos se pueden dividir en tres fases: antes, durante y después de la implementación de la trazabilidad. Algunos métodos usados para observar la trazabilidad pueden ser a través de: Ciencimetría, entrevistas, grupos focales, encuestas,

mecanismos de control, estudios de casos, realización de una arquitectura, simulaciones y comprobaciones.

En la siguiente tabla se realiza un detallado estudio de métodos, herramientas y tecnologías usadas para la aplicación de la trazabilidad y que contienen criterios de calidad en sus procesos:

Tabla 2 Aplicación de la Trazabilidad en Métodos, Metodologías y Guías

De Carácter	Nombre	Descripción
<b>Método</b>	Food Track and Trace Ontology (FTTO)	1. Proporciona principios y directrices para implementar la trazabilidad en las cadenas de valor de los alimentos 2. Proporciona nuevos avances para mejorar la eficiencia y compatibilidad del sistema actual de trazabilidad.
	El concepto de seguimiento crítico (CTE)	Recopila datos que para centrarse más en los eventos que manipulan los productos en la cadena de suministro. Los eventos son datos correspondientes relacionados con ubicaciones específicas, fechas y los tiempos se almacenan para el retiro futuro
	Seguimiento Crítico Punto (CTE)	Recopila datos de seguridad con fácil acceso en la obtención de los datos.
	Propuesta de calidad orientada Seguimiento y rastreo (QTT)	Representa una alianza perfecta entre logística y trazabilidad, mejorando la cadena de suministro
	Mejora de la Trazabilidad de la IFT	Identifica la información sobre los métodos para mejorar el rastreo de los productos en la cadena de suministro explorando y evaluando métodos para identificar de manera rápida y eficiente al receptor de alimentos para prevenir o mitigar enfermedades
<b>Metodología</b>	RFID	Proporciona un intercambio eficaz de información Científica de personalización y manipulación, maneja el concepto de "trazabilidad en frío" que se ha introducido para trazar grupos sensibles a la temperatura y productos que se transportan en diferentes condiciones y es nombrada como logística inteligente de alimentos
<b>Herramienta Tecnología</b>	FEFO - PDA	Implementan la Identificación de Radio Frecuencia datos en tiempo real y precisos adquisición y transmisión de datos, y la alta eficiencia de rastreo de información y rastreo a través de la oferta
<b>Herramienta Manual</b>	Caso de Actor - MatrizGS1	Para identificar la causa del problema y averiguar qué elementos rastreables pueden tener el mismo problema. Se divide en varios aspectos según el flujo de información del Negocio

Nombre de la fuente: Recopilación de múltiples fuentes.



En la siguiente tabla se realiza un desglose de las herramientas, manuales y normas que son usadas para la aplicación de la trazabilidad y que contienen calidad en sus procesos:

Tabla 3 Aplicación de la Trazabilidad en Nomas y Guías

Método	Análisis de componentes principales (PCA)
Herramienta- Manual	GS1 General Specifications
	GS1 Global Traceability Standard
	GS1 Fish Traceability In Europe Guideline
	GS1 AIDC Implementation Guide for Fresh Foods Sold at Point-of-Sale
	U.S Seafood Traceability Implementation Guide
Herramienta - Norma	ISO Standard 12875:2011 Traceability of Finfish Products (Captured Finfish)
	ISO Standard 12877:2011 Traceability of Finfish Products (Farmed Finfish)
	ISO 9001: 2000

Nombre de la fuente: Recopilación de múltiples fuentes.

En la tabla No. 4 se realiza un desglose de otras formas a evaluar la calidad en la trazabilidad para analizar sí la salida del proceso cumple con los parámetros de calidad exigidos por las normas y guías anteriormente mencionadas.

Tabla 4 Aplicación de la Trazabilidad en Métodos

Nombre	Descripción
<b>Modelado Quimiométrico,</b>	Es un modelo matemático y estadístico que aplica datos analíticos para obtener información química relevante del producto fresco. Herramientas tecnológicas: Hiperespectral, Microestrocopia, Near Magnetic, Resonancia, Espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS), Espectroscopía NIR, Espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS)
<b>Dispositivos de monitorización inalámbrica</b>	Análisis o código de barras de ADN QR: Se usa en este caso cómo indicador de los puntos clave del ciclo de vida de los productos, dependen únicamente del tamaño de los módulos que contienen el código
<b>El isótopo</b>	Sirve para detallar la autenticidad de productos agropecuarios.
<b>NFC</b>	Herramienta tecnológica que le permite al consumidor final conocer la historia del producto.
<b>FCM</b>	Sistema de modelado que permite observar las aplicaciones más

	importantes en la cadena de suministro su estado y las transiciones
<b>Mapas cognitivos borrosos (FCM)</b>	Sistema basado en la web para datos de procesamiento, almacenamiento y transferencia. Integra toda la información de la cadena alimentaria orientada a las necesidades del consumidor.
<b>Modelo de DC (detección comprimida)</b>	Observa los datos de temperatura en condiciones variables, como en condiciones de temperatura constante. El sistema es capaz de recuperar los datos del sensor en la muestra con precisión y eficiencia, lo que refleja el cambio de temperatura en tiempo real en el camión refrigerado durante la logística del frío

### 3.3 Aplicación de arquitecturas de trazabilidad para el consumidor

En entornos internacionales existen avances conceptuales para la construcción de los sistemas de trazabilidad, realizando primero un análisis en el contexto en el que se realizan a nivel social, de esta manera se concluye que existe una baja participación entre los agricultores en la apropiación de esta estrategia, la cual les ayuda a impulsar su producto, esto también es evidente en la adopción de políticas de registro y control; como se describió anteriormente uno de los factores que influyen en la trazabilidad son los actores que están vinculados en el proceso, las causas de la deserción en la implementación de la trazabilidad es la baja escolarización del agricultor y su disposición en adoptar un sistema de rastreo (Cuevas, 2004). El estudio realizado en Taiwán por Lio en el 2011 concluye que no existe programas de divulgación y concientización sobre los beneficios que trae esto a sus negocios; otro estudio realizado por Jin y Zhu en el 2014 muestra que existen 6 aspectos que llegan a generar interés entre los consumidores los cuales son fecha de cosecha, método de producción, certificado de métodos de producción, certificado de información de credibilidad y detalle de origen. La percepción de los consumidores ante la información de un sistema de trazabilidad en productos que adquieren fue realizada por Sanders en el 2015, quien realizó una encuesta en 6 países, teniendo como énfasis la respuesta de los consumidores ante sus respectivos mercados y cómo se les comunica el sistema de trazabilidad a través de medios digitales, en el cual se concluyó y destacó que los consumidores que valoran más la trazabilidad pertenecen a los países en desarrollo; esto debido al grado de escolarización, las tendencias en la búsqueda de productos orgánicos y búsqueda de origen.

## 3.4 Guías más usadas en la Trazabilidad

Los requerimientos son parte fundamental en la construcción de una arquitectura de calidad de la trazabilidad, en este caso son todos aquellos que generen especificidad de lo que se va a medir, deben ser confiables, deben estar disponibles y ser coherentes en su lenguaje según quien desee medir (Fundación para el Desarrollo Frutícola, 2005), estos además, deben responder a especificaciones internacionales de calidad, características políticas y jurídicas, económicas, sociales, tecnológicos, demográficos y ecológicas –PESTES y características del ciclo de vida.

En la exploración de métodos y guías de trazabilidad de alimentos frescos se pueden generar parámetros en la arquitectura, donde se encuentran como principales los siguientes:

- **SADA:** Metodología del sistema de abastecimiento y de distribución de alimentos creada como una estrategia de la FAO en su proyecto de Cooperación Técnica TCP/COL/3202 “Estrategias de abastecimiento y distribución de alimentos a las ciudades de Bogotá, Medellín y Manizales” en la que se construyó un plan de acción para proponer mejores prácticas en las actividades de producción, aprovechamiento sostenible del área productiva; adicionalmente fomenta la asociatividad del pequeño productor (FAO, 2010).
- **Manual de Trazabilidad de productos Hortofrutícolas frescos de exportación:** es un documento que brinda información precisa y objetiva de los registros y datos mínimos que se deben tener en cada etapa de la cadena de suministro, con el objeto de asegurar la trazabilidad de frutas y hortalizas de exportación; determina los antecedentes de la organización de los registros y datos que permitan al usuario simplificar su sistema de información; analiza los antecedentes relativos a las partes de las reglamentaciones internacionales sobre trazabilidad; y contiene un conjunto de anexos técnicos con información actualizada de algunas tecnologías que emplean algunos comercializadores (“retailers” principalmente) de modo que aquellas empresas que deseen evaluar

la implementación de estos sistemas en su logística, dispongan de los elementos básicos para apoyar su toma de decisiones (Fundación para el Desarrollo Frutícola, 2005).

- **Sistema HACCP:** Se ha traducido al español como ARCPC (Análisis de riesgos y control de los puntos críticos) o APPCC (Análisis de peligros y puntos críticos de control), este sistema permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos (Paz & Gómez, 2015) a partir de un planteamiento sistemático en la identificación, valoración y control de riesgos, observando las debilidades de inspección, estableciendo prioridades y realizando una planificación.
- **GS1:** Trace Food Framework (UE), apunta a una logística inteligente con un sistema holístico del ciclo de vida del producto, de esta manera diseña la cadena de suministro, teniendo control en el flujo de información y una trazabilidad dinámica y de calidad (Badia-Melis, Mishra, & Ruiz-García, 2015); el UE concibió un estándar internacional de trazabilidad y da para ello una guía de buenas prácticas con conceptos comunes, centrándose en los flujos de información a través de una matriz de actores, en donde las características se dividen en tres:
  1. Información a través del flujo de requerimientos del negocio: es una declaración de necesidad relacionada con el área de negocio o el proceso de negocio.
  2. Información a través del flujo de requerimientos técnicos: Son todas las limitaciones o capacidades alrededor de los requerimientos del negocio, éstos influyen en la interfaz del usuario, seguridad, rendimiento, calidad y la compatibilidad entre todos.
  3. Información a través de los requerimientos de las reglas del negocio: son todas las restricciones y las normas empresariales de cómo llega a ser el proceso de toda la cadena.

Para demostrar lo enunciado se puede observar la siguiente tabla que describe los atributos de GS1 con respecto a algunos requerimientos del Negocio, estos atributos constituyen requerimientos de función y uso.

Tabla 5 Requisitos del Negocio, Guía GS1

Requerimientos del Negocio	Razón fundamental	Normas Correspondientes
<b>Cualquier ubicación interna o externa debe ser rastreado de manera global y única. Esto puede ser a un alto nivel (Ubicación del almacén), pero podría estar en el nivel de detalle (ubicación exacta del contenedor).</b>	Para la identificación única de Ubicación, se debe realizar a través de casos de Uso Correspondientes.	Lista de roles.
<b>Los socios comerciales deben estar globalmente identificados.</b>	Identificar al actor a quien una petición de rastreo debe ser dirigida, acelerará la Recogida de la trazabilidad Información. Casos de Uso Correspondientes.	Lista de roles.
<b>La identificación de los artículos debe ser asignado, a más tardar, cuando se crea físicamente. Cuando el artículo rastreable es un objeto comercial debe ser identificado como mínimo Con un GTIN. Para Rastreabilidad, esto puede no ser suficiente, Requiere información adicional para Identificar un producto o agrupación de productos como un lote / número de lote o, en su caso, un número de serie. Cuando el elemento rastreable es una unidad, debe ser identificado de manera única.</b>	Se debe realizar a través de un caso de uso	La información debe ser legible, por ejemplo impreso en el Producto / etiqueta o Documento de acompañamiento o Registro electrónico.

Nombre de la fuente: (GS1 Standards Document, 2012)

Al identificar los requerimientos del modelo del negocio se realiza un cruce con la matriz de actores que propone GS1 obteniendo información del proceso de trazabilidad:

Figura 5. Matriz de Actores. GS1

Figure 6-14 – Use Case Actor Matrix

Use Case	Plan and Organize		Align Master Data				Record Traceability Data						Request Trace			Use Information		
	1. Determine how to assign, collect share, and keep traceability data.	2. Determine how to manage links between inputs, internal processes, and outputs.	3. Assign identification to the party	4. Assign identification to physical locations	5. Assign identification to asset as appropriate.	6. Assign identification to trade item	7. Exchange Master Data	8. Assign identification to the traceable item when it is created!	9. Apply the identification to the traceable item or in an accompanying document when a transformation takes place.	10. Capture the identification of the traceable item or the asset containinof from the identification carrier when despatching and receiving the traceable item.	11. Collect all other data including traceability information from internal and external sources by any method.	12. Share relevant traceability data (send information by any method).	13. Store traceability data.	14. Initiate the trace request	15. Receive the Trace Request	16. Send a Response.	17. Receive a Response	18. Take action
<b>Physical Process Flow Roles</b>																		
Traceable Item Creator	X	X	X	X	X		X	P		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Traceable Item Source	X	X	X	P	X		X			P	X	X	X	X	X	X	X	X
Traceable Item Recipient	X	X	X	P	X		X			P	X		X	X	X	X	X	X
Transporter	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Information Process Flow Roles</b>																		
Brand Owner	X	X	X	X	X	P	X	X					X	X	X	X	X	X
Traceability Data Creator	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Traceability Data Source	X	X	X	X	X		X			X	X	P	X	X	X	X	X	X
Traceability Data Recipient	X	X	X	X	X		X			X	P		X	X	X	X	X	X
Trace Request Initiator													P			P		X

P: is the primary role responsible for the specific use case.  
X: designates a role involved in the specific use case.

Nombre de la fuente: (GS1 Standards Document, 2012)

- RFID:** Método que mejora de manera eficiente la cadena de suministro desde el proceso de almacenaje, dando información importante del área de producción, métodos, procesos de producción e información del consumidor. (Badia-Melis, Mishra, & Ruiz-García, 2015), este método durante la cadena de suministro de alimentos es la tendencia usada en el proceso de trazabilidad ya que permite a su vez identificar procesos de calidad, la información deja de estar centralizada, las personas pueden acceder en cualquier y ubicación para intervenir en un proceso de mejora o de fallo.

### Normas y Legislación de Control Alimenticio

Internacionalmente existen legislaciones en el control de la calidad e higiene de los alimentos, cada una describe los procesos, exámenes a realizar, lineamientos generales,

formas de muestreo entre otros que permite certificar la calidad en el producto y proceso, entre las importantes en Colombia:

1. Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas –Bpaen La Producción De Tomate Bajo Condiciones Protegidas
2. Norma Técnica NTC-ISO Colombiana 9001

### 3.5 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se describen detalladamente las características de los procesos de trazabilidad, dividiéndolos en antes, durante y después. El entorno permanentemente influye de forma directa o indirecta en la empresa, esta repercusión hace imperativo el constante análisis de la información sobre el entorno, con el fin de preparar la empresa o agricultor ante cualquier situación y debe ser tenida en cuenta para la toma de decisiones a corto y largo plazo. Los anteriores métodos permiten responder a especificaciones internacionales de calidad, características políticas y jurídicas, económicas, sociales, tecnológicas, demográficas y ecológicas y características del ciclo de vida.

En la construcción de la arquitectura de evaluación existen 3 dimensiones: elementos de información (que pueden identificar y percibir un propio mensaje); redes independientes (tienen la capacidad de autoconfiguración) y aplicaciones inteligentes (Aplicaciones para un control inteligente y tratamiento de la misma información) (Badia- Melis, Mishra, & Ruiz-García, 2015), en este sentido como lo describe FAO en el 2010, existen estrategias de abastecimiento y distribución **en la que se extraen en esta construcción de arquitectura indicadores que permitan proponer mejores prácticas en las actividades de trazabilidad** y que sea aprovechada en el área productiva (FAO, 2010).

Global Traceability Standard GS1, aporta requisitos en los procesos de trazabilidad tales como construcción de escenarios posibles y sus especificaciones, siendo una fuente esencial en la construcción de requerimientos, divide además la información a través de la investigación del productor, del comprador y del transportador, ya que son ellos quienes aseguran que los procesos de trazabilidad sean eficaces y eficientes (GS1 Standards Document, 2012) concluyendo que hay que construir desde el Rol.

Por último, todas las propuestas de indicadores están centradas en información precisa y objetiva de los registros y datos mínimos que se deben tener en cada etapa de la cadena de suministro, con el objeto de asegurar la Trazabilidad, estos datos extraídos son: (a) antecedentes de la organización de los registros y datos que permitan al usuario simplificar su sistema de información; (b) antecedentes relativos a las partes de las reglamentaciones internacionales sobre Trazabilidad; (c) conjunto de **anexos técnicos con información actualizada de algunas tecnologías, soportes técnicos que dispongan de elementos básicos para apoyar su toma de decisiones** (Fundación para el Desarrollo Frutícola, 2005).

Existen guías y métodos frecuentes y más usadas como características en tendencias, si bien no hay una estandarización de un proceso de trazabilidad si existen parámetros claros de cómo debe realizarse un proceso de trazabilidad, dando puntos de encuentro y características de flujo de información del sistema, se destaca que para la construcción de un sistema de evaluación de trazabilidad guías como GS1, tecnologías como RIFID, normas ISO, características que describe FAO en construir desde el contexto y teniendo en cuenta los actores involucrados en el sistema de abastecimiento, el modelo del negocio, detallándolo a través de flujos de información de los procesos y requerimientos técnicos de los sistemas.

En la construcción de la matriz de arquitectura de evaluación de calidad de la trazabilidad los puntos a evaluar tienen características de confiabilidad, deben estar disponibles, deben ser coherentes para que puedan tener legibilidad según la persona que requiera evaluar, en este caso los agricultores o dueños de fincas, debe evaluar la Robustez, independencia de programas, seguridad y auditoría, eliminación de duplicados, concurrencia de acceso, integridad referencial, optimización de consultas complejas, conectores con lenguajes de programación, control transaccional y recuperación de fallas, portabilidad, eficiencia, administración de hardware, persistencia de archivos y organización en directorios, capacidad de ejecutar tareas en paralelo, soporte a múltiples usuarios, soporte de operaciones en tiempo real, soporte para operaciones distribuidas y en paralelo, ambiente rápido de desarrollo, diseño rápido y adaptativo de aplicaciones, desarrollo en la base de datos, Personalización rápida de vistas e informes, despliegue rápido, fácil escalamiento, Bajo consumo de recursos en servidor (Fundación para el Desarrollo Frutícola, 2005).



## **Capítulo 4. CADENA DE ABASTECIMIENTO A EVALUAR**

### **4.1 Actividad Agrícola En El Municipio De Fusagasugá- Provincia De Sumapaz**

El plan de desarrollo departamental 2016-2020 tiene como objetivo promover la formulación política de seguridad Alimentaria y promover la agricultura sostenible, a través de dos ejes verticales el desarrollo y la inteligencia (Gobernación de Cundinamarca, 2016), en este sentido Cundinamarca tiene 116 entidades que apoyan una asistencia técnica agropecuaria, tan sólo hay 517 profesionales y técnicos que apoyan la labor a un número potencial de pequeños agricultores que asciende a 366.126, al ser el apoyo tan insuficiente, la transferencia y la adopción de tecnología es baja, siendo este el foco que refleja la pobreza persistente en pequeñas fincas en Cundinamarca. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Cundinamarca, 2015).

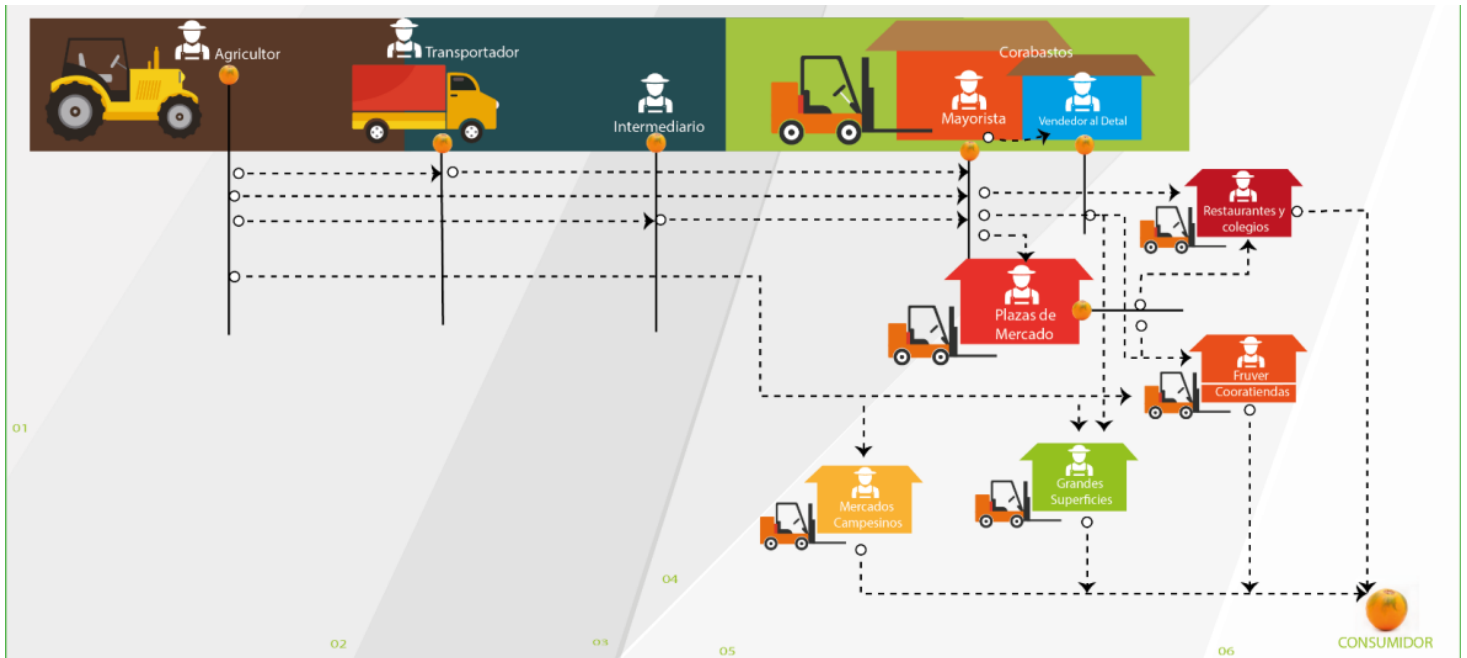
La comercialización de productos frutícolas en Colombia tiene como principal problema las barreras fitosanitarias que han implantado los mercados internacionales competitivos frente a lo que demandan, de esta manera algunas regiones del país han comenzado un proceso de desarrollo tecnológico para ofrecer productos que tengan mayor competitividad frente a los demás países ofertantes (Mogollon, 2015). En la región de Cundinamarca se cultiva una gran diversidad de productos entre los que se destacan la papa con una producción de 51,83%, la caña panelera con un 8,94%, el mango con 3,165 % de la participación en producción y el lulo con 1.243% (AGRONET - Ministerio de Agricultura, 2014).

El área agrícola de Sumapaz siembra 36 cultivos, cosechando 8.128 Has es decir 13 cultivos semestrales que equivalen a 42.72% del total del área; 4.038 Has (21.24 %) en 10 cultivos semipermanentes y 6.841 Has (36 %) en 13 cultivos permanentes (INCODER, 2010). Se identifican como cultivos estratégicos y de crecimiento el lulo, el maracuyá y la uchuva por las características de producción y de clima (ver tabla No. 1) (INCODER, 2010), sin embargo los resultados mencionados, se ven afectados ya que la evaluación de la productividad de los alimentos de frutas y hortalizas en los periodos 2004-2008 muestra que tienen una tendencia a bajar tanto en el terreno de cosecha con un -2.08% y en producción con un -2.49% (FAO, 2010), esta disminución en la producción afecta el sistema de abastecimiento y se debe a factores como desmotivación a los cultivadores en la conservación de sistemas de producción agrícola por *“los altos costos en los insumos agrícolas, fertilizantes y agroquímicos escasa disponibilidad de mano de obra en las regiones productoras, dificultades de acceso a centros de acopio y mercadeo por la deficiente infraestructura vial desde los sitios de producción a los centros de acopio; distribución de la siembra y de la cosecha”* (FAO, 2010). De esta manera la construcción de un sistema de trazabilidad para apoyar e impulsar la producción de este producto se vuelve crucial para los agricultores y<sup>o</sup> su competitividad en el mercado global.

## 4.2 Sistema de Abastecimiento a Evaluar

En la siguiente ilustración se detalla los casos de uso del sistema de abastecimiento del Lulo centrándonos en el Agricultor, en el transportador y/o intermediario para llegar a las grandes superficies.

Figura 6 Ilustración de la cadena de Abastecimiento del Lulo



Nombre de la fuente: La Autora

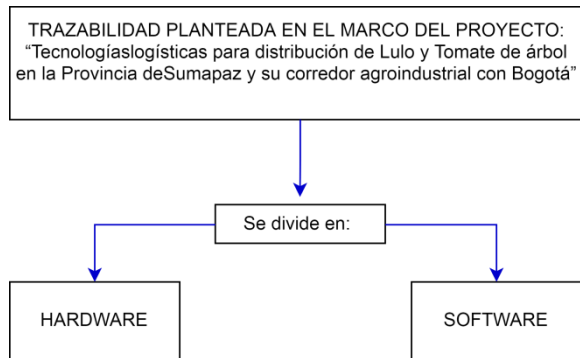
El sistema de trazabilidad diseñado en el marco del Proyecto creado por el grupo de investigación Sociedad, Economía, Producción – SEPRO, “Tecnologías logísticas para distribución de Lulo y Tomate de árbol en la Provincia de Sumapaz y su corredor agroindustrial con Bogotá” está expuesto de manera tecnológica a través de Hardware y software.

El Hardware está dividido en tres grandes módulos y cada uno responde a los requisitos importantes a rastrear según el grupo de investigación, esta división responde aspectos técnicos que soportarán la interfaz del proceso, siendo el Software.

Algunos de los requisitos transversales a los dispositivos del Hardware son Portabilidad, capacidad de almacenamiento, capacidad de transferencia de información a otros dispositivos tecnológicos como memorias USB, además debe ser operable a dos tipos de usuarios, el transportador y el productor; por otro lado el Software permite que la información de consulta sea mediante el acceso a la nube por internet sin necesidad de estar con el artefacto, a su vez existe un aplicativo de escritorio que genera la

recopilación de la información después de su uso dentro de la cadena de suministro; directamente por comunicación prototipo-computador y la muestra en un ejecutable dentro del computador del usuario.

Figura 7 Trazabilidad del Lulo Propuesta por SEPRO



Nombre de la fuente: Adaptado de SEPRO

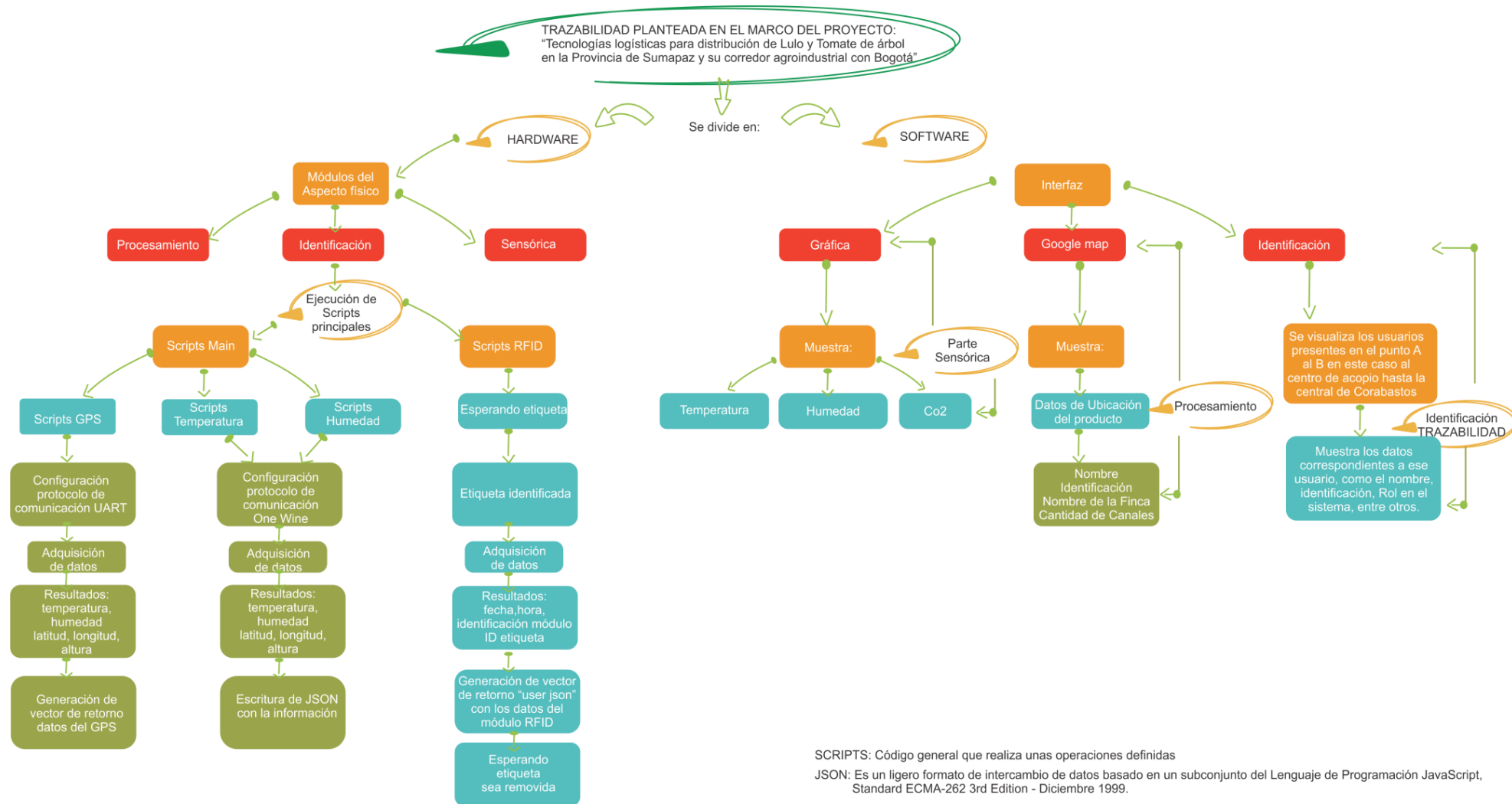
#### 4.2.1 Requerimientos de usuario

En el acercamiento con el grupo Técnico del grupo de investigación SEPRO, se analizó el modelo completo de la base de datos y se hizo hincapié en los siguientes 7 puntos los cuales son la base de la construcción de la trazabilidad:

1. Rutas: Es la tabla más importante en el modelo. Contiene información relacionada con fecha de programación de la ruta. Establece en sí misma si la ruta es una plantilla o una ruta real asociada a una ruta - plantilla (auto referenciación).
2. Tracking: Esta tabla almacena información de las mediciones en tiempo real del dispositivo hardware (Raspberry). Para ello hay un endpoint público que recibe paquetes de hasta veinte registros.
3. Transportador: En esta tabla existe un campo que identifica a cada transportador. Este identificador es exactamente el mismo que tiene el Tag RFID que se le entregó al transportador.

4. Entrega: Se le considera como el flete. Esta tabla tiene información asociada a la ruta (múltiples orígenes y un destino final). Funciona como tabla de registro histórico para los paquetes.
5. Paquete: Esta tabla está relacionada con la tabla de canastas.
6. Canastas: Una mejor definición para esta tabla sería producto.
7. Productor: En esta tabla existe un campo que identifica a cada productor. Este identificador es exactamente el mismo que tiene el llavero que se le entregó al productor.

Figura 8 Función del Hardware Y Software propuesto por SEPRO en la trazabilidad del Lulo



Nombre de la fuente: Adaptado de SEPRO

#### 4.2.2 Componentes de la solución de software

En la siguiente tabla se detalla los componentes esenciales propuestos por el grupo de investigación en la creación de la trazabilidad, estos corresponden a una serie de requerimientos junto con sus atributos descritos por las investigaciones que realizaron:

Tabla 6 Requerimientos del Software propuesto en Trazabilidad del Lulo

Requerimientos	Atributos
<b>Base de Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robustez</li> <li>• Independencia de programas</li> <li>• Seguridad y auditoría</li> <li>• Eliminación de duplicados</li> <li>• Concurrencia de acceso</li> <li>• Integridad referencial</li> <li>• Optimización de consultas complejas</li> <li>• Conectores con lenguajes de programación</li> <li>• Control transaccional y recuperación de fallas</li> <li>• Portabilidad</li> </ul>
<b>Sistema Operativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia</li> <li>• Administración de hardware</li> <li>• Persistencia de archivos y organización en directorios</li> <li>• Capacidad de ejecutar tareas en paralelo</li> <li>• Soporte a múltiples usuarios</li> <li>• Soporte de operaciones en tiempo real</li> <li>• Soporte para operaciones distribuidas y en paralelo</li> </ul>
<b>IaaS (Infrastructure as a Service)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluye infraestructura como servidores, almacenamiento y redes</li> <li>• Reduce costos por, compra y licenciamiento de software, infraestructura de aplicaciones, y tiempos de configuración</li> </ul>
<b>Aplicativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente rápido de desarrollo</li> <li>• Diseño rápido y adaptativo de aplicaciones</li> <li>• Cimenta su desarrollo en la base de datos</li> <li>• Personalización rápida de vistas e informes</li> <li>• Despliegue rápido</li> <li>• Fácil escalamiento</li> <li>• Bajo consumo de recursos en servidor</li> <li>• Se usa el navegador web del usuario para mostrar el contenido</li> </ul>

Nombre de la fuente: Adaptado de SEPRO

#### 4.2.3 Implementación de arquitecturas de trazabilidad en el sistema de abastecimiento Solanum Quitoense Lam – Lulo

Se identificó características importantes en la calidad del producto y se analizó las tecnologías más representativas a adoptar en su modelo de trazabilidad contemplando los factores de: velocidad, temperatura, humedad y capacidad obtener información en tiempo real, en el siguiente cuadro se hace referencia a las herramientas de trazabilidad más usadas en el mercado y que fueron adaptadas en este sistema de abastecimiento.

Tabla 7 Arquitecturas de Trazabilidad estudiadas por SEPRO

Nombre	Descripción	Indicador	Ventajas
<b>RFID</b>	Se usa en este sistema de Trazabilidad para seguimiento y rastreo	Para medir: velocidad, temperatura, humedad y capacidad en tiempo real	ventaja económica para el productor en los costos de monitoreo, la integración de la información y optimización entre las compañías a nivel logístico
<b>NFC</b>	Se usa en este sistema de Trazabilidad como unidad de procesamiento inalámbrica		
<b>Identificadores únicos</b>	Se usan códigos tradicionales complementándolos con medidores de temperatura para asegurar la seguridad de los alimentos		
<b>isotopos</b>	Se usa en este sistema de Trazabilidad como exploración química de los productos involucrados en la cadena		
<b>Códigos de barras usando el DNA</b>			

Nombre de la fuente: Adaptado de SEPRO

### 4.3 Características del fruto - Solanum Quitoense – Lulo en Colombia

Para la construcción de los requerimientos de evaluación de productos frescos se toma como caso de uso el Lulo, se describe las características del producto a través de la siguiente ficha técnica.

Figura 9 Ficha técnica del Lulo



**Origen:**  
El lulo es propio de los bosques de Suramérica, específicamente de Ecuador, Colombia y Perú, se ha propagado a lo largo del continente americano, desde Chile hasta México, es cultivado especialmente en regiones con gran contenido de humedad.

**Variedades:**  
En Colombia las variedades mas cultivadas son el lulo castilla y el lulo "la selva".

**Principales países productores:**  
A nivel mundial el principal productor de lulo en el año 2010 fue la India con 4.401.600 ton/año, seguido de Filipinas con 3.341.600 ton y por Indonesia con 2.321.050.

**Principales departamentos productores:**  
En Colombia para el año 2013 la producción total fue de 68.596,8 toneladas de lulo, siendo huila el principal departamento productor con 13.668,8 ton, Antioquia con 6.534, Tolima con 4.739,5 y Santander con 4.551,6 ton.

**Usos:**  
Industriales, culinarios, medicinales.

**Nombre común:** Lulo, naranjilla, tomate chileno

**Nombre científico:** Solanum quitoense

**Familia:** Solanaceae

**Genero:** Solanum

**Variedades:** Quitoense (tallos sin espinas), Septentrionale (tallos con espinas)

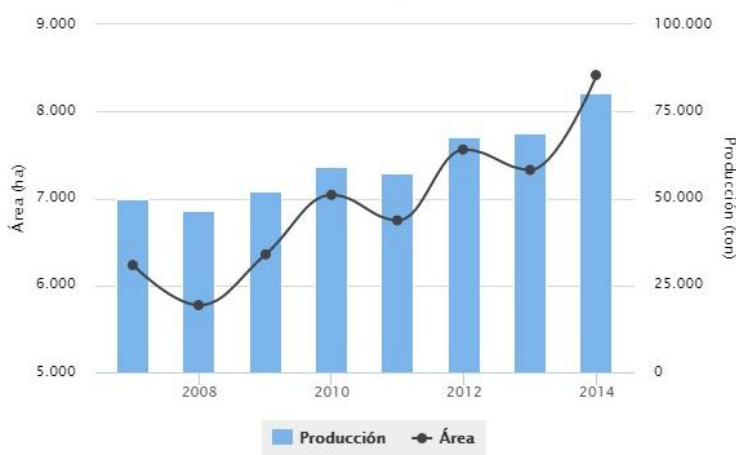
**Tipo:** Fruta



Nombre de la fuente: Adaptado del Núcleo Ambiental.

El lulo es una de las frutas tropicales por excelencia de Colombia, los departamentos líderes en su producción son Huila, Boyacá y Cauca, con un crecimiento importante en Cundinamarca. El área total para el 2013 fue de 8.372 hectáreas sembradas y de estas 3.889 hectáreas en etapa productiva con una producción de 34.635 toneladas de fruta. El mayor productor fue el departamento del Huila con 18.357 toneladas, seguido por los departamentos de Boyacá, Magdalena y Santander (Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agripecuario (SIPSA), 2014).

Figura 10 Área de Cosecha y Producción



Nombre de la fuente: Agronet

En la figura No. 11 se compara el área cosechada y la producción con respecto al rendimiento en Cundinamarca, teniendo un crecimiento del 2012 al 2014 de 22.000 Toneladas aproximadamente.

### 4.3.1 Características de Calidad para productos frescos según la Norma Colombiana NTC 12 65 del Lulo.

Esta norma describe la manipulación para el transporte del producto dependiendo del desarrollo y el estado del fruto, de esta manera se extraen requerimientos e indicadores.

Tabla 8 Características de Calidad del Lulo. Norma Técnica Colombiana NTC 12 65

Requisitos mínimos de calidad	de	Presentación de empaque	y	Rótulo de la norma técnica colombiana	El rótulo deberá contener la siguiente información
<b>Lulos enteros,</b>		Los lulos deben		Los empaques deben	Identificación del producto:

<p><b>frescos, con el color característico de la variedad.</b></p>	<p>empacarse en paquetes rígidos de madera, cartón, plástico o cualquier combinación de éstos. La capacidad máxima de estos paquetes será de 16 Kg. No se permite el uso de ningún tipo de relleno.</p>	<p>brindar la suficiente protección al producto de manera que se garantice la manipulación, transporte, y conservación de los lulos.</p>	<p>Nombre del exportador, empacador y/o expedidor, código (si existe y si es admitido o aceptado oficialmente).</p>
<p><b>Libres de ataques por insectos, enfermedades, magulladuras, podredumbre, cicatrices o cortaduras</b></p>	<p>Los paquetes deben brindar la suficiente aireación al producto, de manera que la separación entre los listones no sea mayor del 20% del diámetro del lulo y, el ancho del listón, sea inferior a 2,5 cm.</p>	<p>El contenido de cada empaque debe ser homogéneo y estar constituido por lulos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre.</p>	<p>Naturaleza del producto: Nombre del producto, nombre de la variedad</p>
<p><b>Sin peciolo y consistentes al tacto.</b></p>	<p>La dimensión del empaque deberá ser de 4 cm x 25 cm x 20 cm o dimensiones equivalentes.</p>	<p>El contenido de cada empaque debe ser homogéneo y estar constituido por lulos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre.</p>	<p>Origen del producto: País de origen y región productora, fecha de empaque.</p>
<p><b>Limpios, sin humedad exterior.</b></p>	<p>No se pueden emplear paquetes flexibles.</p>	<p>El contenido de cada empaque debe ser homogéneo y estar constituido por lulos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre.</p>	<p>Características comerciales: Categoría, calibre, número de frutos, peso neto.</p>
<p><b>Homogéneos en tamaño y variedad.</b></p>		<p>El contenido de cada empaque debe ser homogéneo y estar constituido por lulos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre.</p> <hr/> <p>Los materiales utilizados deben ser nuevos, limpios y no ocasionar ningún tipo de alteración al producto.</p> <hr/> <p>Se permite la utilización de materiales, papeles o sellos, siempre que no</p>	<p>Simbología que indique el correcto manejo del producto.</p>

sean tóxicos.

Nombre de la fuente: Adaptado de (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC, 2001)

Para la construcción de calidad con respecto al fruto la norma NTC 1265 indica que existe calidad de manera formal y bioquímica, sintetizada de la siguiente manera:

- **Calidad Formal:** Para la exploración de la calidad en la forma se debe sacar un muestreo de 3kg que corresponden a 35 unidades tomadas al azar del lote. Se observa el (01) Peso, (02) La forma, (03) Área Superficial, (04) Redondez, (05) Esfereicidad, (06) Volumen real, (07) Peso específico (08) Densidad Aparente, (09) parte comestible, (10) Resistencia a la penetración, (11) Porosidad; el método de análisis se observa en la siguiente gráfica (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC, 2001).
- **Calidad Bioquímico:** Para determinar la calidad del Lulo a nivel bioquímico se debe tener en cuenta como mínimo los siguientes factores : (01) Variación de los sólidos solubles, (02) Variación del PH, (03) Variación de la Acides, (04) índice de madurez, (05) tasa de respiración (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC, 2001).

## 4.4 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se muestra el caso de uso a evaluar, se concluye varios aspectos del sistema de abastecimiento del Lulo y características de calidad del producto.

El sistema de trazabilidad está compuesto por hardware y software, cada uno con unos atributos descritos anteriormente, se plantea claramente las condiciones del modelo de negocio y los requerimientos técnicos del rastreo del producto.

La calidad del producto se observa bajo la norma ICONTEC y responde a características formales y químicas, por su parte el Lulo tiene indicadores que resuelven características como peso, redondez, esfereicidad y características de entrega del producto como el sistema de empaque y embijale.

## **Capítulo 5. Elementos de la Arquitectura**

### **5.1 Construcción**

Duply fue el primero en preocuparse por la evaluación y optimización de los sistemas de trazabilidad, varios autores después a él iniciaron esfuerzos para aplicar sus métodos, otros como Tamayo empleo algoritmos para optimizar los procesos, Wang propuso en el 2010 optimización conjunta entre fabricación por el lote y la dispersión de lotes introduciendo funciones de riesgo (Dabbene & Gay, Food traceability systems: Performance evaluation and optimization, 2011). Esta propuesta opta por incluir varios aspectos dentro de un sistema del ciclo de vida y lo toma como flujo de información constante y dinámica; toma como fuente principal la información de los diferentes tipos de usuarios y converge en dos áreas del conocimiento, la ingeniería y el diseño. De esta manera se plantea la siguiente propuesta de Arquitectura de evaluación de la Trazabilidad para productos frescos:

Figura 11 Arquitectura Propuesta



Nombre de la fuente: La Autora

Esta propuesta está dividida en 4 grandes bloques descritos así:

1. Corresponde al flujo de información de la cadena de abastecimiento a través de los actores involucrados.
2. Corresponde al Flujo de información de los requerimientos de los actores con base en el modelo de negocio.
3. Corresponde a la evaluación de los requerimientos con base al flujo de procesos del sistema de abastecimiento
4. Corresponde a la forma de evaluar la información.

La gestión del ciclo de vida del producto tiene como objetivo principal la reducción de errores, eliminación de procesos, la reducción de tiempos, la optimización de recursos, el aumento de la productividad, la mejora de la calidad, la disminución de costos y el cumplimiento de normativas entre otros (Stark, 2006). La noción más relevante en el modelo de intervención propuesto es el Rol, ya que define el comportamiento y responsabilidades de un individuo, o un conjunto de individuos que trabajan como un equipo (Higuera, 2014). En conclusión, estas ventajas y actividades para la mejora de la trazabilidad están ligadas a tomas de decisiones y determinación de roles que se basan en una gestión del ciclo de vida del producto. La construcción de un sistema de indicadores a través del estudio de la Trazabilidad aporta valor agregado en el ciclo de vida del producto, interviniendo diferentes enfoques (rediseño, centrado en el usuario, colaborativo, experiencia, D+i, ecodiseño), con capacidad para articular e interrelacionar elementos internos de la empresa y externos, con el objetivo de obtener mejora continua y excelencia que sea percibida por el usuario como calidad (Ver anexo no. B). Esta visión sistémica requiere un manejo con diversas herramientas y técnicas, las cuales deben ser seleccionadas e implementadas conforme el modelo de negocio. Cómo se describe en los capítulos anteriores acerca de las metodologías, manuales y herramientas de trazabilidad, se extraen características principales como los roles que cumple cada persona en el modelo de negocio de la trazabilidad (ver Capítulo No. 3), la propuesta los divide en 4 figuras dibujadas de manera piramidal, la primera corresponde a la base de la pírame pues es aquí donde se certifica a nivel internacional que los productos cumplen con altos estándares de inocuidad, la segunda quien desarrolla la actividad de la trazabilidad, a tercera corresponde a los agricultores, acá hay que destacar este rol, ya que son estas personas las que entrarían a competir en el mercado

internacional y nacional y por último el rol que corresponde al consumidor quien evalúa las características físicas del producto; en la siguiente figura se muestran las entradas y salidas del flujo de información de los roles, las entradas están asociadas a los atributos del producto y las tendencias del momento, la caja negra que corresponde al flujo de información de los requerimientos técnicos y del proceso de trazabilidad y la salida a la información y correspondencia con las normas y leyes.

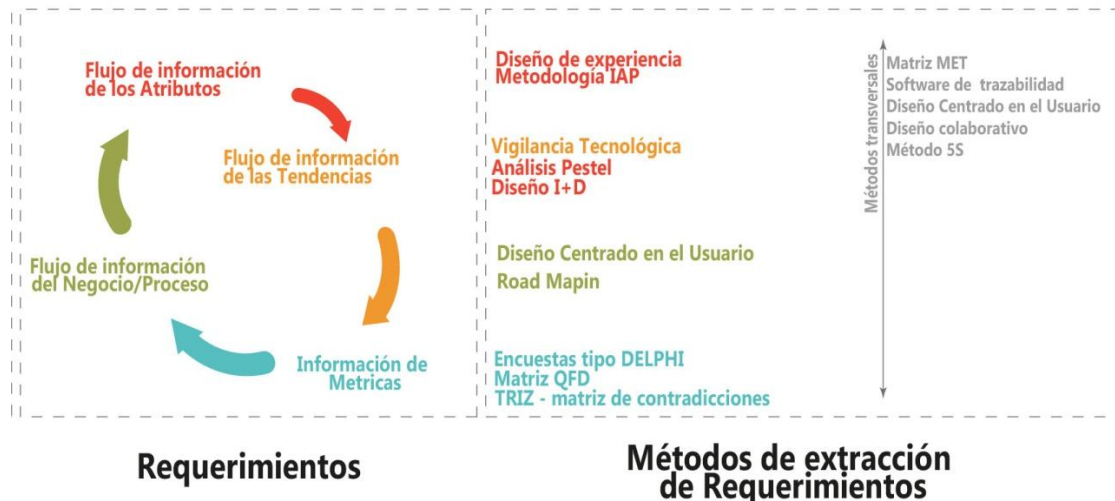
Figura 12 Detalle de Autores Involucrados.



Nombre de la fuente: La Autora

Estos roles van asociados al flujo de información que sean descrito en los capítulos anteriores, como por ejemplo los objetivos de la trazabilidad, las metodologías más usadas son RFID, Manual GS1, características de calidad de las normas ISO, realizando un cruce de información entre los Roles y el flujo de información; el sistema GS1 lo divide en 3 características a través del flujo de información requerimientos del Negocio, flujo de información de requerimientos técnicos y flujo de información de requerimientos y reglas del negocio, pero en este caso cabe destacar que la propuesta lo divide en 4 y corresponde a los roles mencionados, este flujo de información propuesto se divide de la siguiente manera: (01)El flujo de Información de métricas de evaluación, acá se extrae los indicadores del primer rol. (02) El Flujo de información del proceso de negocio, acá se extrae los indicadores del segundo rol (03) El Flujo de información de las tendencias, acá se extra los indicadores del tercer rol (04) El Flujo de información de los atributos, acá se extraen los indicadores del cuarto rol (ver figura 13).

Figura 13 Detalle de Requerimientos



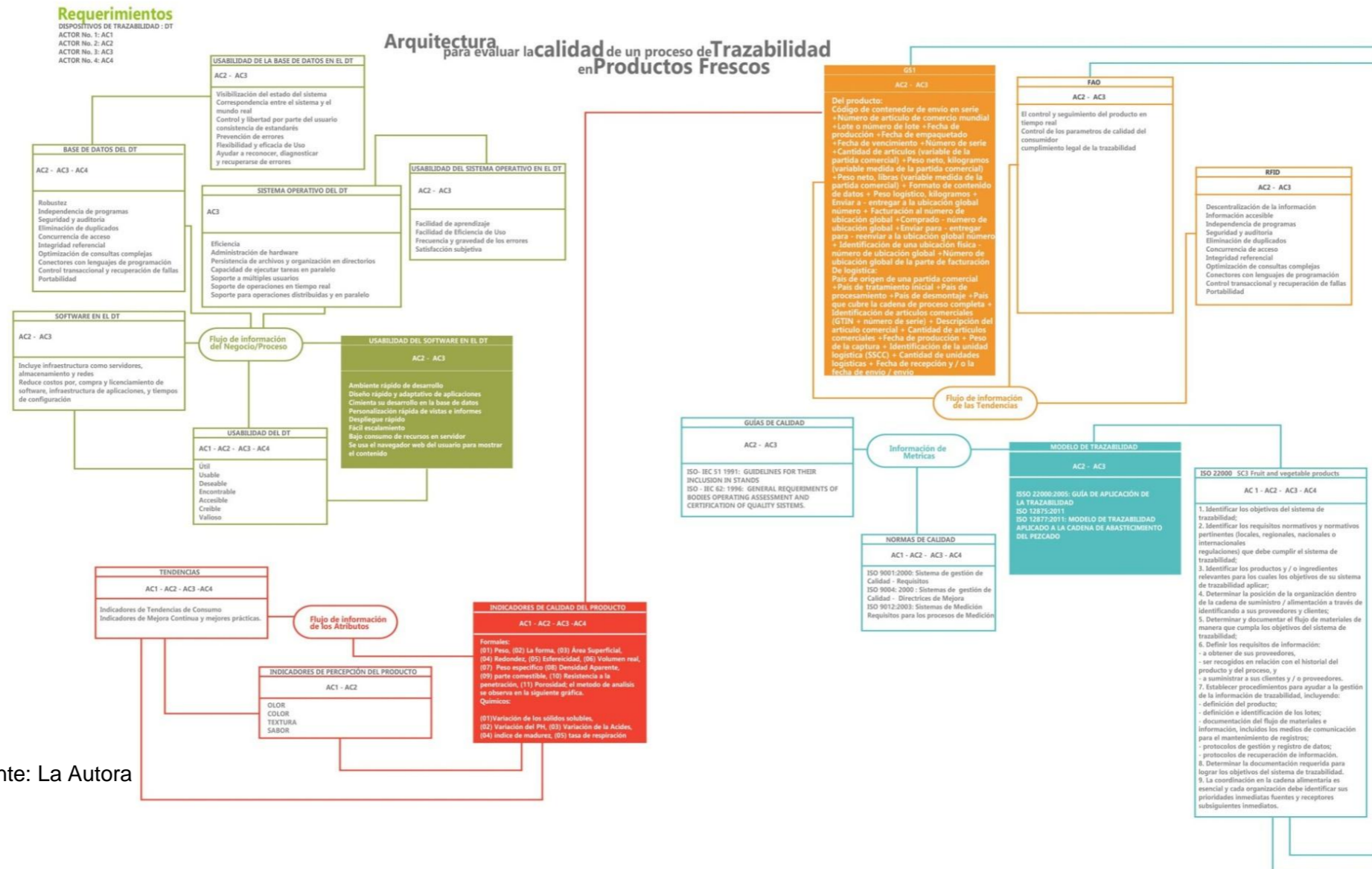
Nombre de la fuente: La Autora

La logística inteligente sugiere captar indicadores del flujo de información partiendo del ciclo de vida del producto ya que la trazabilidad es dinámica y la información varía según las características de contexto (Manual de GS1), en este sentido no se puede diseñar un sistema de evaluación de la trazabilidad de manera estática si no este debe permitir una flexibilidad con altas variables de cambios y de posibles escenarios futuros, es acá donde otras metodologías proyectistas permiten utilizar sus herramientas para la construcción de vigilancia tecnológica y métodos que permitan obtener de manera detallada los requerimientos a evaluar (ver anexo A) ya sea en la corrección de la trazabilidad, para su adaptación a nuevas construcciones o para ingresar otro componente que pueda ser un punto crítico en los aspectos de calidad, es por este motivo que se propone extraer los requerimientos del modelo de negocio a través de metodologías de diseño ya que son circulares y permiten la extracción de información con los actores involucrados en el sistema también permite unificarse con los manuales y normas que proporcionan atributos que permiten generar indicadores con base en el flujo de información del consumidor, con base en los métodos de producción del sistema y con base en la comparación de variables en la eficiencia de la cadena de suministro como lo describe el sistema RFID (Badia-Melis, Mishra, & Ruiz-García, 2015).

En la figura No. 15 se despliegan Los indicadores propuestos con base en la información detallada en el capítulo No. 3 y 4.



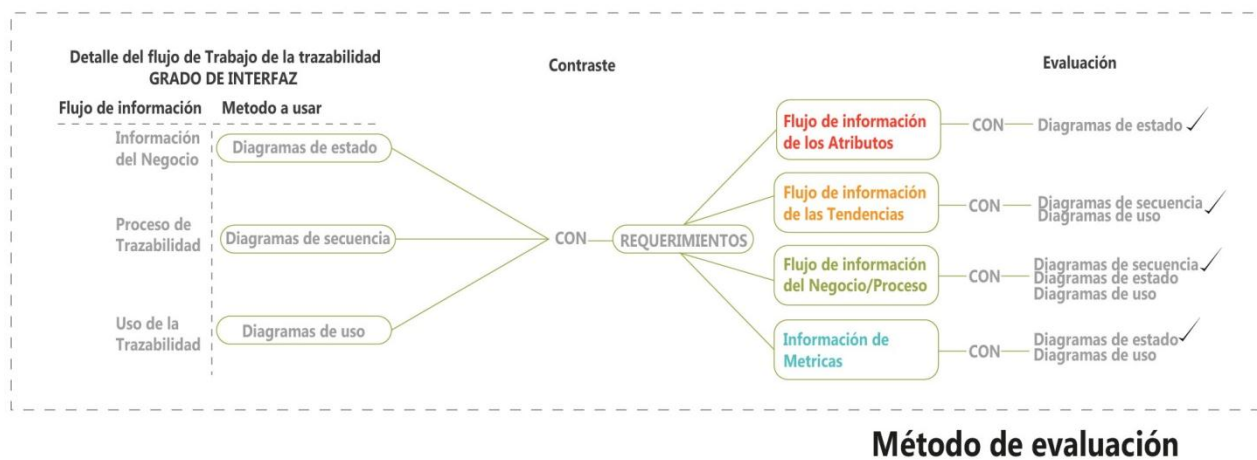
Figura 14 Desglose de los Requisitos de evaluación de la Trazabilidad



Nombre de la fuente: La Autora

En la figura anterior se despliegan los atributos y se establecen los indicadores de manera estándar logrando así los objetivos de calidad exigidos por todos los actores que se vinculan al proceso de trazabilidad externa, “por lo general los modelos de trazabilidad se proponen independientemente del proceso o métodos de desarrollo y su definición de calidad son usados por los desarrolladores” (Tabares, Barrera, Arroyave, & Pineda, 2007) pero este proceso unificado de Desarrollo establece un conjunto de acciones sobre el modelo de negocio, los atributos y los hechos para facilitar la toma de decisiones con participantes del sistema.

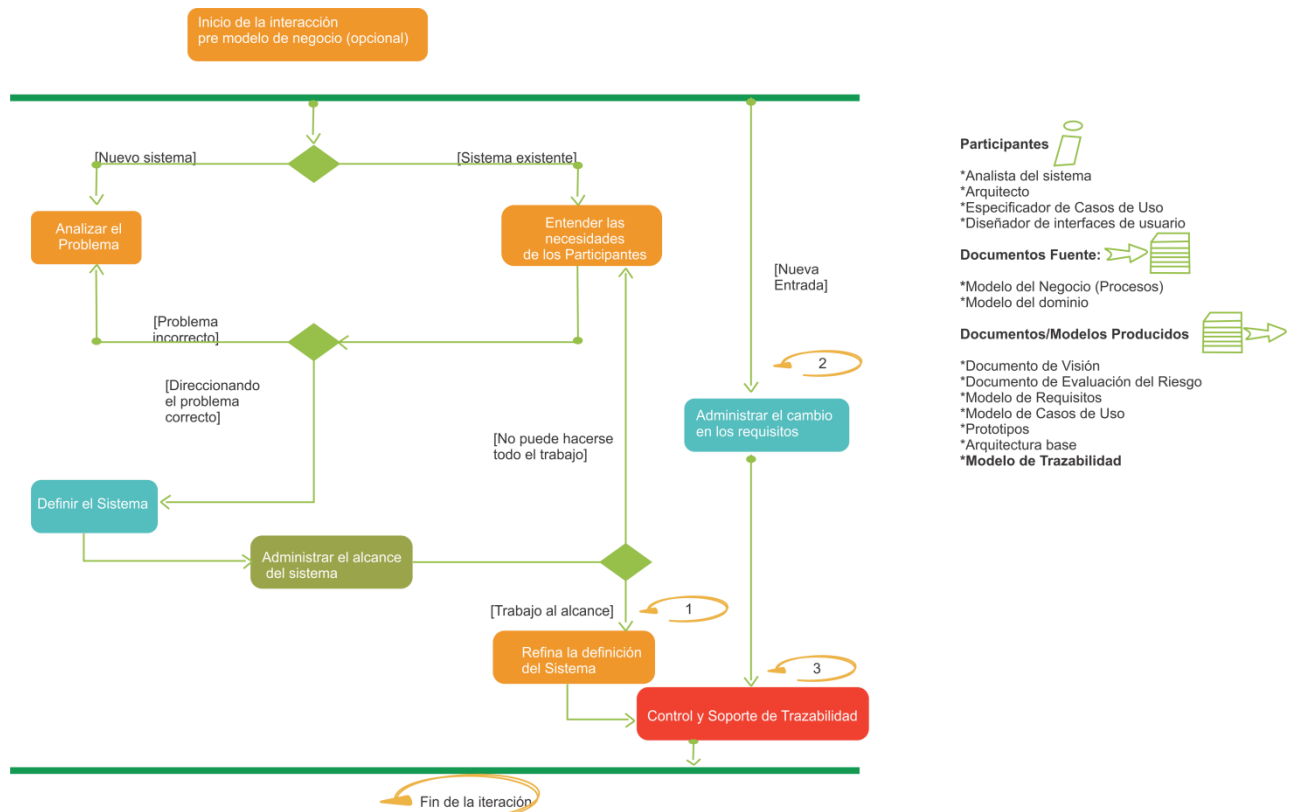
Figura 15 Detalle Métodos de Evaluación



Nombre de la fuente: la Autora.

La trazabilidad de manera holística permite a todos los participantes del negocio lograr el objetivo con procesos claros, entonces hay que desarrollar los diferentes casos de uso evaluándolos según sus requisitos, es decir en los modelos de trazabilidad se reconocen tres elementos básicos, los cuales son los participantes (Stakeholders) las fuentes de información (documentos y modelos) y los objetos o artefacto para ser trazados; para el Control y soporte de la Trazabilidad es importante analizar los requisitos por subsistemas a través de Casos de Uso, Flujo del trabajo, Actores involucrados, Modelos de trazabilidad en tendencia, Control Legal y Elementos de Calidad (Tabares, Barrera, Arroyave, & Pineda, 2007) de esta manera se propuso el anterior método de en correspondencia con el flujo de información propuesto por RFID, GS1 y las normativas ISO. En la figura No. 17 se describe como desarrollar el flujo de información de los procesos de la cadena de abastecimiento cuando existe una falla y la forma en que puede realizarse una toma de decisiones.

Figura 16 Flujo de información Requisitos de la acción de Trazabilidad.



Nombre de la fuente: (Tabares, Barrera, Arroyave, & Pineda, 2007)

En la anterior figura se describe cómo se desarrolla los niveles de interacción del negocio para la realización de los casos de uso, de secuencia y de estado. Para realizar la evaluación calidad de la trazabilidad se debe cruzar dos tipos de información, los indicadores que se mostraron la figura No. 15 con del flujo de información del sistema de abastecimiento a evaluar, de esta manera se obtiene finalmente la evaluación. En la figura siguiente se plantean algunos métodos de cruce de evaluación con el apoyo de metodologías creativas, la descripción se puede ver en el anexo A.

Figura 17. Detalle modelos de evaluación de los indicadores con el flujo de información del negocio

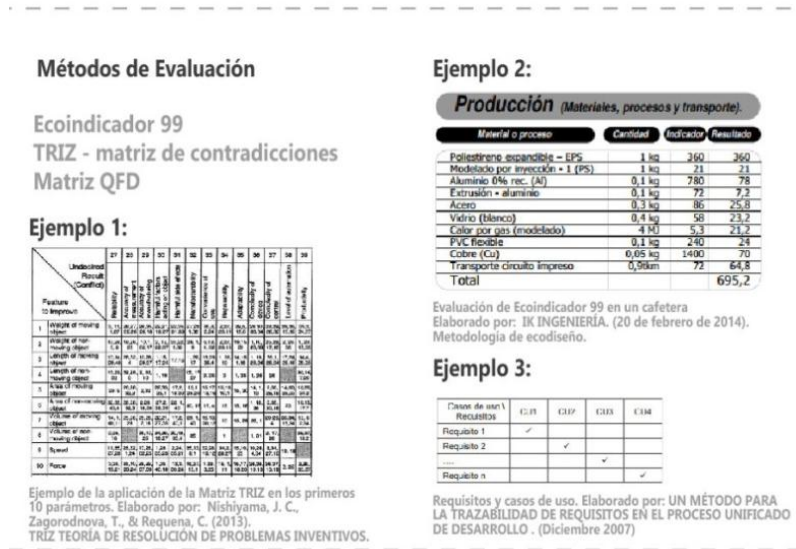


Figura 18 Consideraciones de evaluación de la Arquitectura.

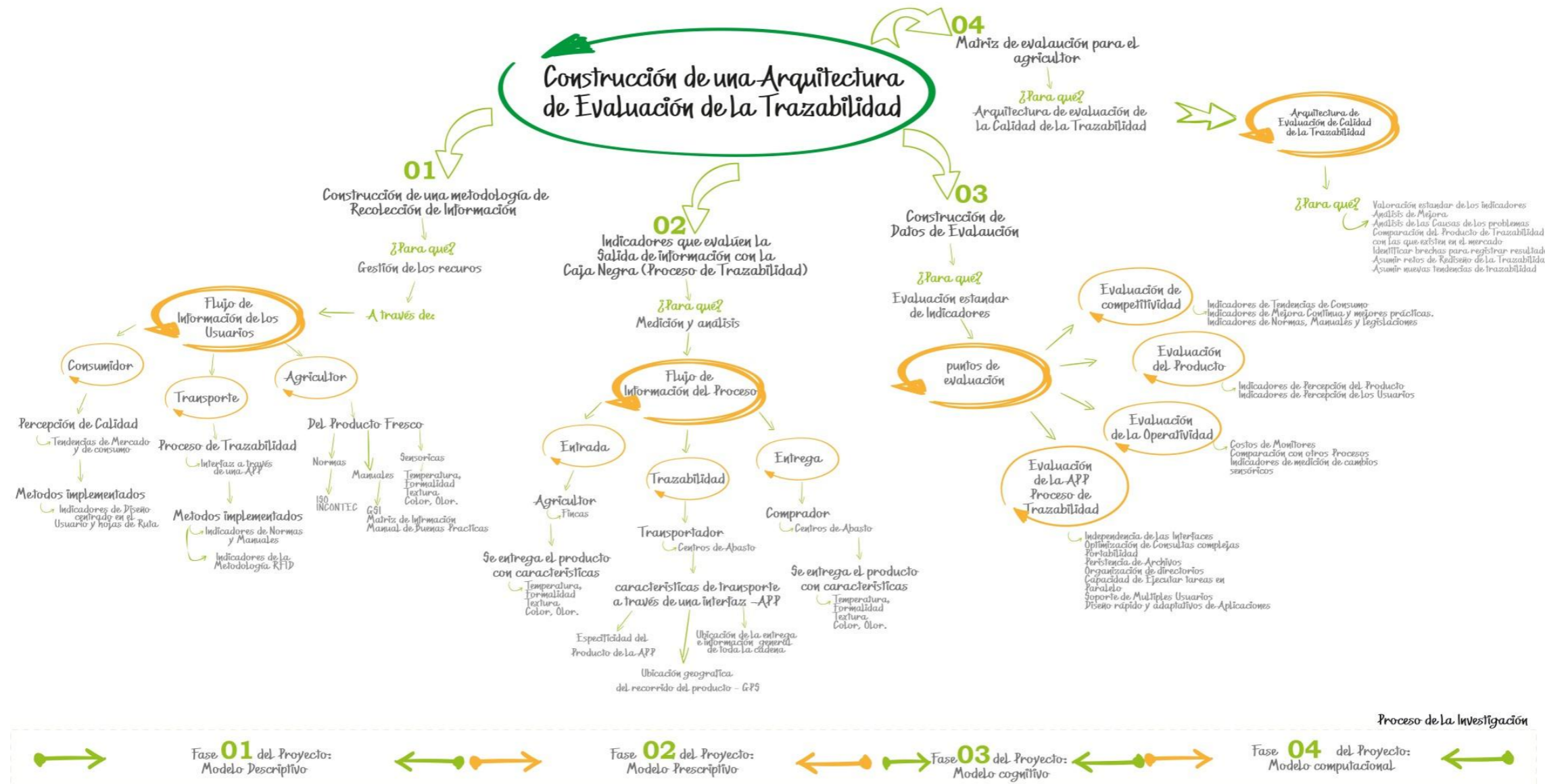


Nombre de la fuente: La Autora

## 5.2 PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

En este sentido se propuso la construcción de la arquitectura de evaluación de la Trazabilidad del sistema de abastecimiento del lulo de la siguiente manera:

Figura 19 Instrumento de toma de decisiones- Arquitectura de Calidad de la Trazabilidad del lulo.



En la figura No. 19 está dividida de la siguiente manera:

1. La primera parte corresponde al flujo información de todas las personas que participan en la cadena de abastecimiento.
2. Corresponde a la extracción de la información de trazabilidad siendo este el rol No. 2.
3. Corresponde a la extracción de los datos a evaluar, es decir la construcción de los requerimientos del negocio, este punto se extrajo con base en la figura No. 89
4. La última parte de este instrumento corresponde a la matriz de evaluación y a la información requerida después de la evaluación.

En la parte inferior de la figura se ubican las fases de la metodología desarrollada en el trabajo, para el desarrollo de un instrumento, tomaremos como base la evaluación de calidad del modelo de Negocio del sistema de abastecimiento del Lulo (Hardware y software) y se plantea cruzar la información con indicadores de Usabilidad del flujo de información No. 2. Se propone como ejemplo de evaluación la siguiente manera:

Tabla 9. Evaluación de la Trazabilidad.

Nombre de la evaluación

Fecha  /  /  Hora  Lugar

Nombre del evaluador

Flujo de información

Objetivo

Indicador

Requerimiento	Indicador	Caso de Uso 1	Caso de Uso 2	Caso de Uso 3
<b>USABILIDAD DEL SOFTWARE EN EL DT</b>	Ambiente rápido de desarrollo			
	Diseño rápido y adaptativo de aplicaciones			

Cimiento su desarrollo en la base de datos
Personalización rápida de vistas e informes
Despliegue rápido
Fácil escalamiento
Bajo consumo de recursos en servidor
Se usa el navegador web del usuario para mostrar el contenido

Nombre de la fuente: La Autora

La anterior tabla muestra que puede evaluarse bajo esta propuesta otros sistemas de abastecimientos y con diferentes productos, es importante definir acá el objetivo del modelo de negocio los actores involucrados y los indicadores que incidirían en cada eslabón de la cadena de suministro, puede presentarse a través de hojas de cálculo o con otro recurso que pueda ser usado por todos los actores del proceso.



# **Conclusiones y consideraciones finales**

La Trazabilidad es un proceso único por las condiciones del contexto y de los actores involucrados, en este orden de ideas se construyó una arquitectura estándar que puede ser modificada según el tiempo, el contexto y las necesidades de quien desee usarla, debe evaluar los puntos a tomar según sus objetivos y las tomas de decisiones que se planteen en torno a los requerimientos del modelo de negocio.

## **Conclusión correspondiente al objetivo No. 1:**

Los indicadores que se encontraron para evaluar la calidad en el lulo corresponden a 3 variables, el primero son las reglas especificadas por las normativas tomando como base a la NTC 12 65 del Lulo, que las divide en 5 secciones y corresponden a, colores característicos de la variedad, características de calidad de inocuidad, deben estar libres de ataques de insectos, enfermedades, magulladuras, podredumbre entre otros, su redondez debe estar intacta, no deben tener características de humedad exterior y deben tener un tamaño correspondiente a su variedad; la segunda descripción de calidad corresponde a la Norma Técnica Colombiana 2001 quién describe de manera general que los productos frescos para su exportación deben cumplir con características Formales y químicas de calidad dispuestas en el capítulo No. 4; la última forma de evaluar la calidad en un producto fresco aplicable al lulo corresponde al flujo de información obtenido por los actores que se vinculan a toda la cadena de abastecimiento del producto, puesto que son ellos los que indirectamente o directamente proporcionan atributos o influyen en el resultado de la calidad del producto en su salida o entrada.

## **Conclusiones Correspondientes al objetivo No. 2:**

Se concluyó que para la construcción de un sistema de indicadores para evaluar la trazabilidad del lulo existen indicadores que corresponden a 4 niveles de flujo de información, que provienen de los roles descritos en el capítulo No. 5; estos indicadores

corresponden entonces a los requerimientos que salen del entendimiento del modelo negocio bajo los roles; entonces se determinó lo siguiente:

1. Indicadores que corresponden a los requerimientos de calidad destinados por el primer rol el cual corresponde a normas y leyes nacionales e internacionales
2. Indicadores que corresponden a los requerimientos de calidad destinados por el segundo rol el cual corresponde a quién realiza el rastreo y el flujo de información con las salidas del rastreo.
3. Indicadores que corresponden a los requerimientos de calidad destinados por el tercer rol que corresponde al Agricultor y su grado de competitividad con el mercado global.
4. Indicadores que corresponden a los requerimientos de calidad destinados por el cuarto el rol que corresponde al consumidor y las tendencias que pueden existir con el objetivo de origen de un producto.

Lo anterior se determinó en la conclusión de los capítulos 3 y 4.

### **Conclusiones correspondientes al objetivo No. 3**

Se construyó la propuesta con base en la conclusión de las arquitecturas más usadas y que podrían estar en tendencia como la GS1, Guía y Manual de Trazabilidad de productos Hortofrutícolas frescos de exportación (para ampliar información ir al capítulo No.3) y las características determinadas por la FAO, por Normativas ISO entre otras, la arquitectura propuesta debería tener como base 3 componentes, determinar cuál era el flujo de información a evaluar en la caja negra y que intervenía en su resultado, en el objetivo del modelo de negocio y en los requerimientos que podrían salir; de esta manera se planteó la arquitectura así:

1. Descripción del modelo de negocio con base en los objetivos y alcances
2. Descripción de la información en 4 subsistemas: Flujo de información de los Actores involucrados; Flujo de información de los requerimientos con base en los actores involucrados; evaluación de los requerimientos y sus indicadores con base al flujo de información del modelo negocio, se propone usar para esto diagramas de uso entre otros, la descripción detallada se encuentra en el

---

capítulo No. 5 y por último un subsistema de evaluación o de comparación y se propone para esto el uso de métodos creativos descritos en el Anexo No. A.

### **Conclusiones correspondientes al objetivo No. 4**

Para la elaboración de este instrumento el cual corresponde a la Figura No. 20 se tomó como partida la construcción del objetivo No. 3, acá se elaboró una serie de requerimientos que deben permitir la toma de decisiones que proporciona una Trazabilidad (para mayor explicación ver figura No. 1) y que esté en coherencia con el análisis del sistema de abastecimiento del Grupo de Investigación Sociedad, Economía y Productividad – SEPRO como base de la pregunta de investigación sobre una arquitectura que permitiera evaluar la trazabilidad propuesta en el marco del proyecto “Tecnologías logísticas para distribución de Lulo y Tomate de árbol en la Provincia de Sumapaz y su corredor agroindustrial con Bogotá” (Para ampliar información sobre el sistema de abastecimiento a evaluar dirigirse al capítulo No. 4)

La propuesta de un instrumento que permitirá evaluar la calidad se desarrolló bajo 4 Subsistemas, los cuales son:

1. Construcción de una metodología de recolección de la información; acá se toman tres roles el primero, el segundo y el cuarto rol, descritos anteriormente.
2. Construcción de los requerimientos de la información a través del tercer rol
3. Construcción de los indicadores a evaluar según el modelo de negocio a través del flujo de información de los 4 roles.
4. Arquitectura de evaluación de la Trazabilidad para la toma de decisiones.

### **Conclusiones Correspondientes al objetivo No. 5**

Se concluyó que la metodología propuesta puede ser aplicada a otras cadenas de abastecimiento por su capacidad holística y sus puntos estándar, en la tabla No. 9 se puede observar un instrumento que puede ser usado indiferente el producto fresco, en este punto hay que seguir las siguientes observaciones:

1. Se debe describir de manera holística el modelo de negocio indiferente el sistema de Abastecimiento
2. Determinar cuáles son los actores que brindarán el flujo de información más pertinente.
3. Determinar la manera en el cual se va a levantar la información de los indicadores
4. Determinar cuál es el objetivo de la evaluación de calidad de la Trazabilidad y con base en eso se puede usar todo o parcialmente la metodología propuesta.
5. Evaluar de manera holística la trazabilidad y el sistema de abastecimiento pero tratar los objetivos a través de subsistemas.
6. Se recomienda observar las leyes y normas del momento y cuales se han desactualizado.

## 5.3 Consideraciones Finales

Finalmente se recomienda que lo propuesto anteriormente como una arquitectura para evaluar la calidad de la trazabilidad en un sistema de abastecimiento para productos frescos, es una guía y un formato que apoya los procesos de mejora continua, de esta manera para su uso se recomienda lo siguiente:

1. Determinar claramente el modelo de negocio de la trazabilidad y el objetivo por el cual se va a evaluar la trazabilidad.
2. La propuesta presentada puede ser modificada parcialmente en sus requerimientos según el objetivo a evaluar de la calidad.
3. La propuesta presentada puede ser usada en su totalidad o parcialmente
4. Para la evaluación de los requerimientos se pueden usar las herramientas que la organización vea pertinente

- 
5. La Arquitectura es un instrumento y puede ser abordado desde cualquier disciplina y si se desea puede extrapolarse a otro sistema de seguimiento.

## **5.4 Publicaciones y Ponencias**

1. Conference on Industrial Engineering and Operation Management. Design of an Architecture of evaluation of traceability in the Supply Chain of fresh Produce. Organizado por IEOM Society. Bogotá, 25 de octubre de 2017.



## Anexo: Anexo A: Metodologías de Diseño asociadas al sistema de rastreo y/o Control de Calidad

Tabla 10 Metodologías de Diseño asociadas al sistema de rastreo y/o Control de Calidad

De carácter:	Nombre	Descripción
<b>Metodología</b>	<b>Diseño centrado en el usuario</b>	Define como una metodología la cual ubica al ser humano como centro inicio y fin del diseño (Krippendorff, 2006) es decir, en el proceso de diseño se involucra al usuario sin limitarlo sólo a la etapa inicial, teniendo participación activa en todo el proceso. Se cambia el paradigma de diseñar para la gente a diseñar con la gente (Briede & Mora, 2013).
	<b>Diseño de Experiencia</b>	Tiene como enfoque el usuario y su percepción; una técnica usada en ésta metodología es el laddering (también usada en estudios de mercado), se estudian las asociaciones de la gente con los atributos del producto o con un tema en específico. La percepción es un determinante en temas de calidad, placer y seguridad alimentaria, entre otros
	<b>Diseño I+D:</b>	El carácter interdisciplinar del diseño industrial lo ha introducido en áreas de ingeniería, un ejemplo de ello es la ingeniería concurrente y Knowledge Based Design (KBD) o también conocido como Knowledge Based Engineerin(KBE), donde se realiza la aplicación de tecnologías como el diseño asistido por computador (CAD) a la producción. Estas tecnologías no sólo abarcan el proceso de producción sino todo ciclo de vida del producto, permiten generar simulaciones y mejora el proceso de manejo datos (Badin, Monticolo, Chamoret, & Gomes, 2011).
	<b>Metodología IAP</b>	La metodología IAP (Investigación - Acción – Participativa) se inicia con el conocimiento de la necesidad, posterior, se analiza y comprende la comunidad desde su punto de vista, se tiene en cuenta opiniones, necesidades y tradiciones que son valiosas. De esta forma, se generan soluciones que no solo cumplen técnicamente con sus requerimientos, sino que además, por medio de la unión de vínculos sentimentales y culturales, se desarrollan respuestas integrales.
		Esta metodología define Indicadores como las fechas y horas de registro, identificación de los pedidos, cajas, estibas, destinos, estado de la caja y áreas de preparación (Rodríguez, 2016). También realiza la medición de productividad por medio de informes, a partir de la identificación del respectivo operario mostrando los puntos críticos y registros de tiempos para mediciones de la productividad (Pinzón, 2010).
	<b>Teoría de estricciones (TOC)</b>	Es un proceso de mejoramiento continuo donde el recurso más débil que se denomina restricción se convierte en ventaja. La restricción es cualquier cosa que limita que la empresa cumpla su objetivo (González, Rivera, & Oregón, 2003). Existen varios tipos de restricción: manufactura, mercado, materiales, logísticas y políticas. Primero se realiza un diagnóstico de la empresa, identificando las diferentes restricciones de la empresa, posteriormente se realizan acciones para mitigar y transformar las restricciones en ventajas. Luego de solucionar una restricción se continúa con la siguiente, para así un mejoramiento continuo. Ese mejoramiento continuo pretende mejorar la calidad.
<b>Metodología - Herramienta</b>	<b>Diseño I+D- El software de trazabilidad (TracEDaaS)</b>	El software de trazabilidad (TracEDaaS) genera un historial del producto, esa trazabilidad da información de los procesos del producto, así que la calidad se puede evaluar con éste.
<b>Métodos</b>	<b>Análisis PESTEL</b>	Es un instrumento de planificación estratégica del contexto de una empresa, que resulta primordial debido a que analiza factores externos que afectan de forma directa o indirecta la empresa. Los factores externos se dividen en: políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y jurídicos.
	<b>Prospectiva tecnológica</b>	La definición según la OCDE (Económicos, Organización para la Cooperación y el Desarrollo, 2017): Investigación respecto a las tecnologías usadas, generando tentativas sistémicas de la ciencia, tecnología, economía y sociedad con el fin de encontrar tecnologías emergentes La introducción de tecnologías a los procesos productivos es una práctica extendida que está en constante transformación, por ello hacer constante vigilancia para lograr identificar esas nuevas tecnologías puede producir cambios favorables en la organización o empresa.
<b>Herramientas</b>	<b>Encuestas tipo DELPHI</b>	Es de carácter cualitativo y mayor parte de los estudios de prospectiva realizados son de éste tipo. Estos estudios Inician con la elaboración de un conjunto de hipótesis de futuro por un panel de expertos en la temática objeto del estudio, posteriormente éstas hipótesis son consensuadas colectivamente (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial , 2009). Este método llega a ser fiable debido a la participación de expertos.
	<b>Diseño de escenarios</b>	El diseño de experiencia genera un estudio de diferentes escenarios posibles y utiliza el diseño de escenarios como un método que permita identificar los caminos por los que se va materializando la proximidad a unos u otros de dichos futuros posibles y alternativos (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial , 2009). Se consideran como posibilidades,

que reducen el riesgo e incertidumbre identificando factores claves.

**TRIZ - matriz de contradicciones**

La Teoría para Resolver Problemas de Inventiva usa una matriz, la cual se basa en unos parámetros ya establecidos (Altshuller estudió aproximadamente 200.000 patentes y a partir del análisis de patrones comunes definió esos parámetros), cuando alguno de éstos parámetros se mejora se empeora otro, por eso ello recibe el nombre de matriz de contradicciones. La matriz tiene 39 parámetros ingenieriles (velocidad, peso, volumen, etc) y 40 principios inventivos (segmentación, asimetría, homogeneidad, etc).

**Test de usuarios**

Es la más usada, ya que es la mejor forma de evaluar la usabilidad. Se basan en la observación de un grupo de usuarios cuando realizan tareas específicas dadas por el evaluador (Hassan Montero & Martín Fernández, 2003) estas acciones permiten percibir posibles problemas de un proyecto, producto o servicio. Los perfiles de los usuarios a seleccionar deben ser los reales o potenciales y deberá registrarse (notas, videos, grabadora de sonido, etc) toda la información relevante para posterior análisis de comportamiento (Hassan Montero & Ortega Santamaría, Informe APEI sobre Usabilidad, 2009). El análisis de esta información debe entender el porqué de esos errores de manera que pueda generar soluciones reales.

**Sistema de clasificación ABC**

La clasificación ABC, es una técnica que permite organizar una serie de elementos con prioridad o escalas de valor significativas con respecto a otras, ya que es frecuente tener variedad de artículos es importante dar prioridad, optimizar y gestionar el manejo de materiales. De manera que se organizan en 3 grupos (Arencibia, s.f.):

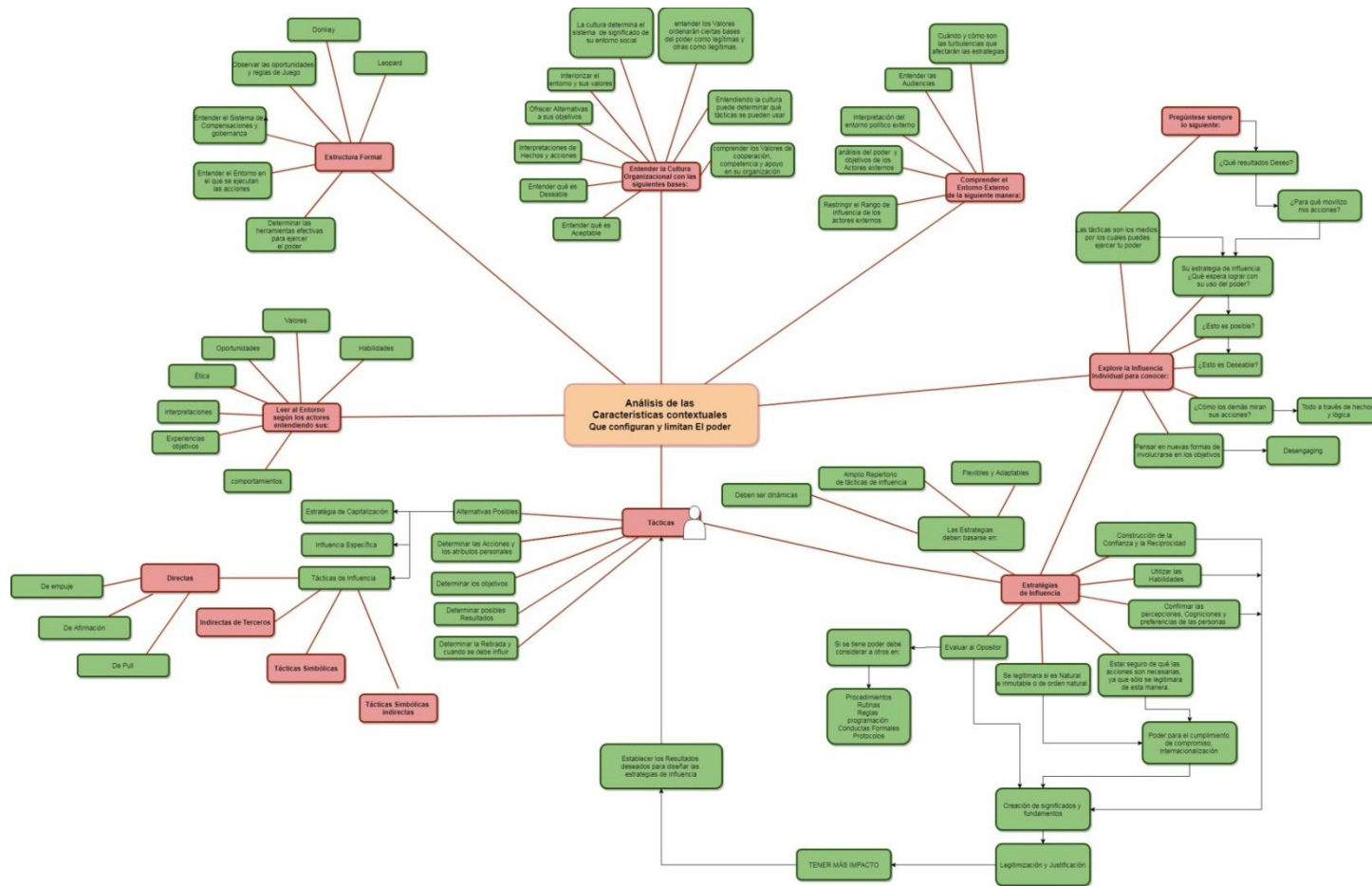
Grupo A: Formado por los artículos de alto valor, que tienen gran importancia. Grupo B: Formado por artículos de valor intermedio, tienen menos importancia. Grupo C: Formado por artículos de poco valor, los de menor importancia. Esto permitirá optimizar el espacio disponible de almacenamiento garantizando la eliminación del desorden y pérdidas aumentando el control sobre los inventarios.

Nombre de la fuente: La Autora



ANEXO B. Construcción desde el Rol.

Figura 20. Ventajas de construir desde el Rol. Análisis de la influencia.



Nombre de la fuente: Múltiples Autores.



## Bibliografía

- AGRONET - Ministerio de Agricultura. (2014). *AGRONET MinAgricultura*. Recuperado el 2017 de 02 de 24, de AGRONET MinAgricultura: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Badia-Melis, R., Mishra, P., & Ruiz-García. (2015). Food traceability: New trends and recent advances. A review. *Food Control*, 9.
- Becerra, P., & Cervini, A. (2005). *EN TORNO AL PRODUCTO, Diseño Estratégico e innovación Pyme en la Ciudad de Buenos Aires*. Buenos Aires: Centro Metropolitano de Diseño.
- Calvo-Dopico, D. (2015). IMPLANTACIÓN DE LA TRAZABILIDAD Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD: MARCO CONCEPTUAL Y RETOS ESTRATÉGICOS. APLICACIÓN AL SECTOR PESQUERO. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 20.
- Camara de Comercio de Bogotá. (2005). *PLAN ECONÓMICO PARA LA COMPETITIVIDAD DE FUSAGASUGÁ*. Bogotá: Cedro Impresores Ltda.
- Canavari, M., Centonze, R., Hingley, M., & Roberta Spadoni. (2010). TRACEABILITY AS PART OF COMPETITIVE STRATEGY IN THE FRUIT SUPPLY CHAIN. *British Food Journal*, 112, 15.
- Charry, G. T. (2013). Capítulo No. 2. En G. T. Charry, *DISEÑO EN INGENIERÍA* (pág. 17). México.
- Clemares, N., Moltoni, A., Moltoni, L., & Lucas, S. (2013). EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD PARA MIEL. *Congreso Argentino de Agroinformática CAI*. 42, pág. 15. Argentina: CAI 2013.
- Cuevas, R. (2004). *Food engineering, quality and competitiveness in small food industry systems with emphasis on Latin America and the Caribbean*. Roma: FAO .
- Dabbene, F., & Gay, P. (2011). Food traceability systems: Performance evaluation and optimization. *Computers and Electronics in Agriculture*, 10.
- Dávila, M., Germán, M., Crutas, D., & García, A. (2015). *GESTIÓN DEL SOFTWARE - EVALUACIÓN DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE*. Universidad de la República .
- FAO. (2010). *Análisis de los sistemas de producción agrícola de las Provincias de Soacha y Sumapaz (Cundinamarca)*. Bogotá: FAO 2010.
- Fundación para el Desarrollo Frutícola y Asociación de Exportadores de Chile. (2005). *MANUAL DE TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS FRESCOS DE EXPORTACIÓN*. Santiago de Chile : CEPCO Impresores S.A.

- Fundacion para el Desarrollo Fruticola. (2005). *Trazabilidad de productos hortofrutícolas frescos de exportacion*. Santiago de Chile: Cepco.
- Gestiopolis. (02 de 03 de 2011). *Gestiopolis*. Recuperado el 04 de 03 de 2017, de <http://www.gestiopolis.com/calidad-seguridad-actividad-agroindustrial-mexico/>
- Gobernación de Cundinamarca. (2016). *Plan de Desarrollo de cundinamarca - Unidos podemos más 2016-2020*. Bogotá: Gobernación de Cundinamarca.
- GS1 Standards Document. (2012). *BUSINESS PROCESS AND SYSTEM REQUIREMENTS FOR FULL SUPPLY CHAIN TRACEABILITY*. GS1.
- INCODER. (2010). *COMPONENTE PRODUCTIVO ADR SUMAPAZ*. INCODER.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2017). *Tendencias e innovaciones de políticas para la agricultura a la luz de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Washington: IICA.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISSO . (10 de 02 de 2017). *International Organization for Standardization*. Recuperado el 28 de 04 de 2017, de <https://www.iso.org/news/2017/02/Ref2159.html>
- ISO. (2007). *Trazabilidad en la cadena de alimentos para alimentación humana y animal - Principios generales y requisitos básicos para el diseño e implementación del sistema*. Recuperado el 23 de Julio de 2017, de ISO: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:22005:ed-1:v1:es>
- ISO. (2015). *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary ISO 9000:2015*. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de ISO: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:en>
- Karlsen, K. M., Dreyer, B., Olsen, P., & Elvevoll, E. O. (2013). Does a common theoretical framework to implement food traceability exist? *ELSEVIER*, 9.
- Mishra, M. P., & Garcia, L. R. (2015). New Trends and Recent Advances. *Food Control*, 33.
- Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food, Science & Technology*, 8.
- Mogollon, A. M. (2015). *ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA APLICADO AL CULTIVO Y COMERCIALIZACIÓN DEL DURAZNO*. Manizales: ECACEN.
- Monczka, R., Petersen, K., & Ragatz, G. (1998). Success factors in strategic supplier alliances: The Buying company perspective. *Decision Science*, 553 -77.

- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC. (23 de Julio de 2001). *LULO NTC- 1265*. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1265.pdf>
- NORMA TÉCNICA NTC- ISO COLOMBIANA - 28000 . (10 de 12 de 2008). *SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD PARA LA CADENA DE SUMINISTRO*. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de ISO : <http://www.icontec.org/Paginas/Home.aspx>
- Núñez, S. A. (30 de Octubre de 2017). *Urbanismo y Transporte*. Recuperado el 16 de 02 de 2017, de <http://urbanismoytransporte.com/que-se-entiende-en-logistica-por-trazabilidad/>
- Opara, L. U. (2003). Traceability in agriculture and food supply chain: A review of basic concepts, technological implications, and future prospects. *Food, Agriculture And Environment*, 8.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. (2010). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas - Depósito de Documentos FAO* . Recuperado el 2017 de 10 de 20, de <http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056S00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. (2011). *EL ESTADO MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN*. Roma: FAO.
- Oslen, P., & Borit, M. (2013). HOW TO DEFINE TRACEABILITY. *Trends in Food Science y Techonology* , 9.
- Paz, R. C., & Gómez, D. C. (2015). *NORMAS HACCP - SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL*. Mar de la Plata : Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Sampieri, C. H., Collado, C. F., & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación Cuarta edición. En *Metodología de la Investigación* (pág. 736). México : McGraw-Hili .
- Saravia, M. H. (2006). *ERGONOMIA DE LA CONCEPCIÓN, SU APLICACIÓN AL DISEÑO Y OTROS PROCESOS PROYECTUALES*. . Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana.
- Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agripecuario (SIPSA). (2014). *EL CULTIVO DE LULO UNA FRUTA AGRADABLE Y DE GRAN VALOR NUTRITIVO* . Bogotá: Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística del Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Tabares, M. S., Barrera, A. F., Arroyave, J. D., & Pineda, J. D. (2007). Un Método Para la Trazabilidad de Requisitos en el proceso Unificado de Desarrollo . *EIA*, 20.

Viñambres, I. S., Castro, V. d., Vara, J. M., & Esperanza. (2011). EVALUACIÓN DE PROPUESTAS PARA LA GESTIÓN DE TRAZABILIDAD EN EL CONTEXTO DE LA INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS. *Sistedes 2011*, (pág. 14). Coruña.