

Prototipo de sistema web descentralizado de ayuda para la trazabilidad de productos alimenticios en México mediante el uso de blockchain

Trabajo Terminal No. 2021 - A098

Alumnos: *Andrade Olvera David, García Dojaquez Joel Nicolás
Directores: Dra. Yasmin Ivette Jiménez Galán, Dr. Erick Eugenio Linares Vallejo
*david.andrade227@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se pretende desarrollar un prototipo de sistema de ayuda para la trazabilidad de productos alimenticios, a través de una interfaz web y mediante el uso de blockchain como un valor añadido de confianza, este sistema será desarrollado siguiendo las normatividades de trazabilidad establecidas por el gobierno de México y facilitará a los pequeños y medianos empresarios realizar la trazabilidad de los productos que reciben y comercializan.

Palabras clave – trazabilidad, productos alimenticios, blockchain, sistema distribuido

1. Introducción

*"Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad.
El Estado lo garantizará."*

Artículo 4to Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En México toda persona tiene derecho al acceso a una alimentación de calidad, el consumidor mexicano espera que los productos alimenticios que adquiere sean seguros y aptos para su consumo. Las enfermedades transmitidas por los alimentos pueden llegar a ser fatales. Así mismo brotes de enfermedades transmitidas por alimentos pueden dañar el comercio y el turismo, llevando a pérdidas de ingreso, desempleo y consecuencias legales^[1].

Con el fin de prevenir daños a la salud humana y consecuencias económicas negativas, es vital implementar medidas efectivas de control de higiene que abarquen todos los niveles en la cadena de producción de alimentos (producción, procesamiento, distribución y elaboración)^[2] en donde cada participante se responsabilice de asegurar que los alimentos son seguros y aptos para consumo humano^[1].

Con el objetivo de proteger a la población mexicana contra riesgos a la salud provocados por el uso y consumo de bienes, así como la ocurrencia de emergencias sanitarias mediante la regulación; se crea en 2001 la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)^[3]. A su vez, como parte de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, se crea el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) con el objetivo de regular, administrar y fomentar las actividades de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria.

Como parte de los esfuerzos por mitigar los riesgos de salud en productos alimentarios, la COFEPRIS participa en la redacción de la Norma Oficial Mexicana sobre Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios^[4], en la que se establecen los lineamientos para la implementación de un sistema de rastreabilidad. Se entiende como rastreabilidad al conjunto de actividades técnicas y administrativas que se utilizan para determinar el origen de un bien.

En 2018 la COFEPRIS elabora la Guía de Trazabilidad de alimentos, donde describe los requisitos de información con los que debe contar un sistema de Trazabilidad. Entendemos trazabilidad como la serie de actividades técnicas y

administrativas sistematizadas que permiten registrar los procesos relacionados con producción, procesamiento, distribución y elaboración de bienes.

En este trabajo proponemos un sistema modular y distribuido, accesible a través de una interfaz web, que siga los lineamientos establecidos por las leyes mexicanas donde podamos también añadir certificaciones o verificaciones de organizaciones ajenas al gobierno, en la **Tabla 1** se muestra una comparativa del sistema de trazabilidad de Walmart/JD para productos de origen chino importados por Estados Unidos, el sistema originChain, la solución de Harvest Mark y el trabajo propuesto en este documento.

Sistema	De apego a regulaciones gubernamentales	Tipo de mercado	Descentralizado	Validación Externa
Walmart/JD	No*	Exportación del mercado Chino a Estados Unidos	Si (Implementación comercial)**	No
originChain	No*	Importación	Si	No
Harvest Mark	No	Internacional	No	No
Sistema web descentralizado de ayuda para la trazabilidad de productos alimenticios en México mediante el uso de blockchain	Si	Nacional (México)	Si	Si

Tabla 1. Comparativa de sistemas afines. Elaboración propia.* La solución está diseñada como mecanismo interno de control, ** Hace uso exclusivo de IBM blockchain

Estos sistemas fallan al considerar certificaciones de carácter social y ambiental de organismos externos al gobierno, iniciativas como el trato justo (*fair trade*) y diversas certificaciones de productos orgánicos. Estas certificaciones proporcionan un valor añadido al consumidor que, al saber que sus compras respaldan a los productores que siguen una serie de buenas prácticas en los ámbitos sociales, ambientales, económicos y laborales están dispuestos a pagar hasta un 30% más por el producto ^[5].

Dos de los sistemas analizados hacen uso de blockchain, en el caso de Walmart/JD, hacen uso de la implementación comercial de IBM, mientras que originChain hace uso del blockchain de Ethereum. Por último, el resto de los sistemas analizados hacen la recolección de los datos sin el apego a los estándares y regulaciones mexicanas para la trazabilidad de los productos. De manera similar en nuestro desarrollo se pretende utilizar un blockchain ya existente.

2. Objetivo

Desarrollar un prototipo de sistema de trazabilidad de productos alimenticios en cadenas de abastecimiento para la validación de condiciones de producción, procesamiento, distribución y preparación mediante el uso de blockchain.

Objetivos específicos

- Desarrollar una interfaz web que permitirá dar seguimiento a los productos en la cadena de abastecimiento.
- Desarrollar una interfaz web que permitirá modificar los parámetros de operación del sistema así como la gestión de los diferentes usuarios y roles.
- Desarrollar un formulario web que habilite la captura de los datos necesarios para la creación del acta y paquete de evidencia.
- Desarrollar una solución en software que permita la adquisición, validación, almacenamiento y procesamiento de información de trazabilidad.

El código fuente de los componentes de este prototipo de sistema se agruparán en un repositorio de software que servirá como entregable.

3. Justificación

La industria agroalimentaria se destaca como una de las más grandes en México, posicionándose en el lugar número doce a nivel mundial en producción de alimentos^[4]. Ya sea que sus productos se destinen a la exportación o para consumo local, se tienen que regir bajo una serie de normatividades y estándares en su producción, procesamiento, distribución y elaboración, la omisión de estas normatividades impacta la calidad de los productos volviendolos incluso dañinos para el consumo humano.

Organismos como la COFEPRIS y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) se han encargado de regular y prevenir riesgos relacionados a la industria agroalimentaria, implementando leyes como la ley de sanidad animal, la ley de sanidad vegetal así como los lineamientos para realizar la trazabilidad de estos productos.

Los sistemas de trazabilidad se plantean como un mecanismo para conocer las distintas etapas por las que pasa un producto, desde su producción hasta su consumo, permitiendo a los participantes en la cadena de producción asegurar que se cumple con los lineamientos de calidad y sanidad. Estos sistemas habilitan a los agentes a actuar de manera proactiva ante riesgos de salud en tiempo real, así como hacer uso de sus recursos y procesos de manera más eficiente, reduciendo pérdidas por productos caducados, identificando bajos niveles de inventario y visibilizando fallas operativas y logísticas.

De acuerdo con el Banco Mundial, en países de bajo y mediano ingreso, como es el caso de México, la implementación de mecanismos de trazabilidad es prácticamente nula. Dicha implementación se ve limitada por las capacidades económicas y tecnológicas de los participantes en la cadena de producción.^[6] Sin embargo, el costo de implementar mecanismos reactivos ante una crisis de salud, repercute más allá de lo monetario; llegando a afectar la confianza del consumidor y la presencia en el mercado de los productos.^[7]

El desarrollo de un mecanismo de trazabilidad bajo un modelo de sistema distribuido de información, como el que se propone en este trabajo, permitiría a los participantes reducir la inversión monetaria inicial requerida para su implementación, al posibilitar un despliegue de los módulos en infraestructura tecnológica propia, compartida, rentada o una combinación de las tres; reduciendo la barrera tecnológica inherente a la implementación de un sistema de rastreabilidad.

La posibilidad de tercerizar la operación del servicio de trazabilidad reduce la inversión inicial requerida por los miembros de la cadena de producción, delega actividades de seguridad de la información, respaldo de datos, fiabilidad y cumplimiento normativo, facilita la escalabilidad y la integración con otros sistemas vía interfaces estandarizadas de comunicación.

Mediante interfaces estandarizadas de comunicación, Interfaces de Programación de aplicación (API, *Application Programming Interface*) e Interfaces Binarias de Aplicación (ABI, *Application Binary Interface*), se hará uso de una red de **blockchain** con el fin de crear un sistema de confianza entre los participantes de la cadena de abastecimiento sin depender de soluciones empresariales como IBM Blockchain, reduciendo los costos de operación y facilitando el desarrollo.

4. Producto o resultado esperado

Como propuesta de solución se plantea un sistema distribuido de información orientado a mensajes, la arquitectura de este sistema se ilustra en el **Diagrama 1**, que muestra como la comunicación se lleva a cabo mediante interfaces estandarizadas de comunicación.

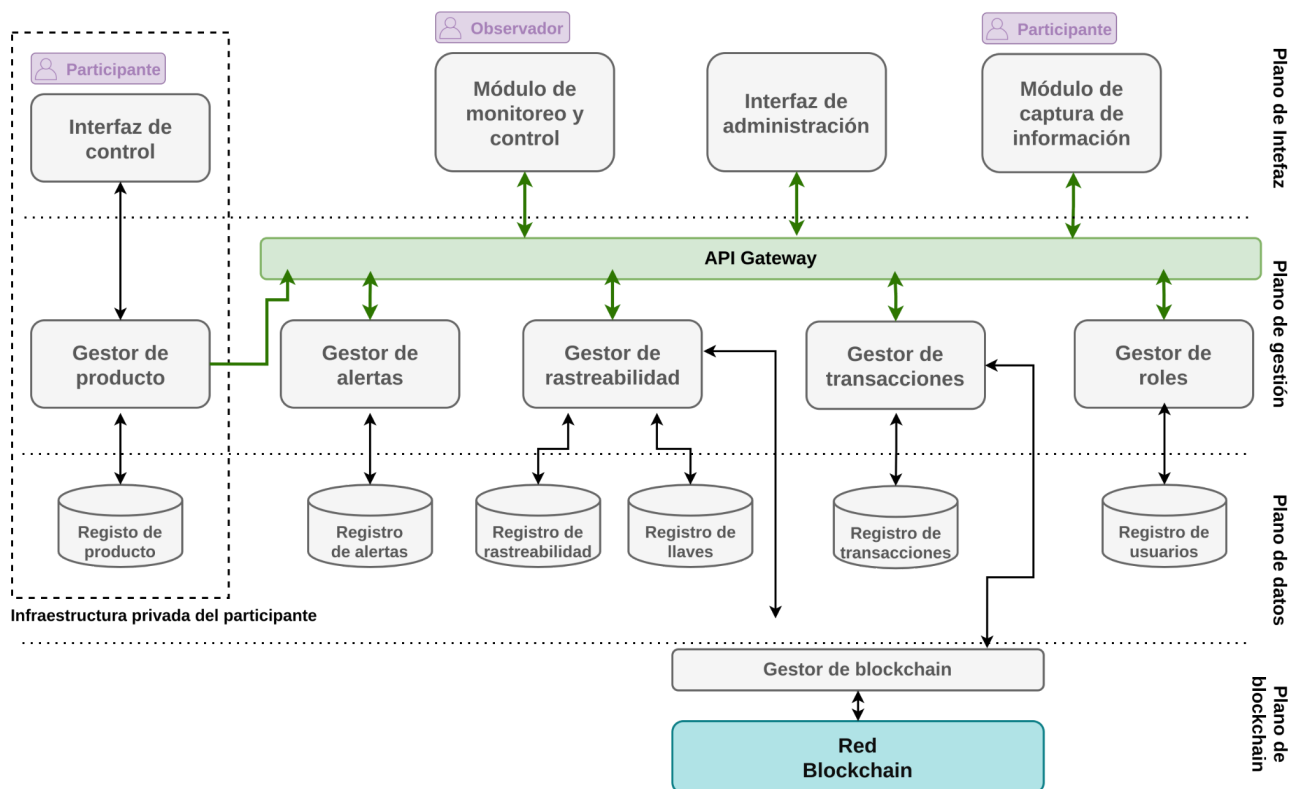


Diagrama 1. Diagrama de arquitectura

Al ser un sistema distribuido en el que cada participante puede contar con una infraestructura privada independiente; la implementación puede ser híbrida, un despliegue compartido entre infraestructura propia e infraestructura como servicio (nube). El desarrollo de la infraestructura privada de los participantes queda fuera del alcance de este proyecto.

Como resultado de este trabajo terminal se entregará el código fuente de los siguientes prototipos;

Prototipo de módulo de monitoreo y control. Será una interfaz web que permitirá dar seguimiento a los productos en la cadena de abastecimiento mediante llamadas a las APIs de los diferentes gestores.

Prototipo de interfaz de administración. Será una interfaz web que permitirá modificar los parámetros de operación del sistema así como la gestión de usuarios y roles mediante llamadas a las APIs de los diferentes gestores.

Prototipo de módulo de captura de información. Será un formulario web que habilitará la captura de los datos necesarios para la creación del acta y paquete de evidencia para ser enviados mediante las APIs de los diferentes gestores.

Arquitectura de servicio. Será una solución en software dividida en planos de operación (plano de Interfaz, plano de gestión, plano de datos, plano de blockchain) que se encargará de atender las peticiones de los módulos, de la adquisición de **actas**, el almacenamiento de firmas digitales, así como la validación y entrelazado de información.

5. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se eligió Lean Software Development como marco de trabajo ágil, dado que nos permite adaptar nuestro flujo de desarrollo a los siete principios y veintidós prácticas establecidas.^[8]

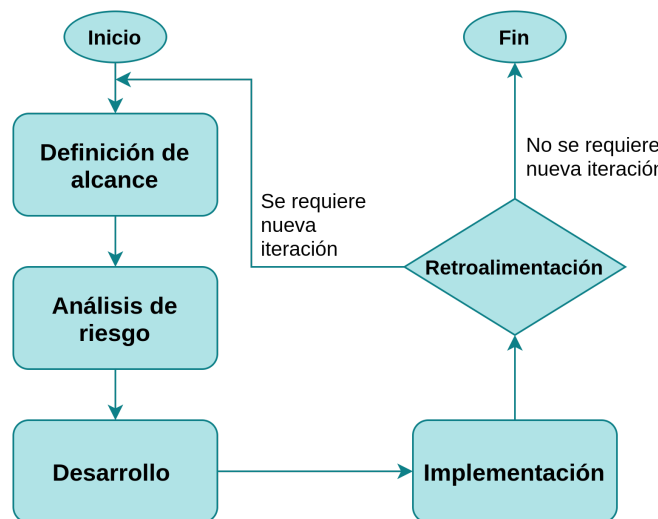


Diagrama 2. Ciclo de trabajo con LSD

Dada la característica modular de la arquitectura de servicio es posible realizar el desarrollo del proyecto en módulos independientes, para ello se establecen cinco etapas;

1. Definición

Se establecen o evalúan los objetivos. Se identifican las limitaciones y el alcance del módulo para este sprint.

2. Análisis de riesgos

Se identifican los riesgos relacionados al módulo. En caso de ser requerido se plantean estrategias alternativas, se hace un análisis y evaluación para cada uno de los riesgos identificados y se toman medidas correctivas.

3. Desarrollo

Se lleva a cabo la programación del módulo previamente definido tomando en cuenta el alcance establecido y los riesgos identificados en las etapas anteriores.

4. Implementación

Se establece la interconexión del módulo desarrollado con el resto de los módulos del sistema.

5. Retroalimentación

Se realizan las pruebas de funcionalidad y seguridad del sistema, en caso de requerirse se recorren funcionalidades al siguiente sprint.

6. Cronograma

Andrade Olvera David: Véase [anexo 1](#).

García Dojaquez Joel Nicolás: Véase [anexo 2](#).

7. Referencias

- [1] fao-who. (2019). *internet archive*_2019. <https://archive.org/details/cacrcp11969rev.42003/page/n1/mode/2up>
- [2] CDC. (2017, Septiembre). *Cómo se contaminan los alimentos*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/production-chain-es.html>
- [3]Diario Oficial de la Federación. (2001, Julio 5). COFEPRIS. Dof.gob.mx. <https://www.dof.gob.mx>
- [4] SENASICA. (2016, Febrero 10). En México tenemos alimentos de primera calidad. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/en-mexico-tenemos-alimentos-de-primera-calidad>
- [5] TRADE IMPACT FOR GOOD TRACEABILITY IN FOOD AND AGRICULTURAL PRODUCTS BULLETIN N O. (2015). https://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Exporting_Better/Quality_Management/Redesign/EQM%20Bulletin%2091-2015_Traceability_FINAL%2014Oct15_web.pdf
- [6] ISO - International Organization for Standardization. (2009, October 16). ISO 22005:2007. ISO. <https://www.iso.org/standard/36297.html>
- [7] Jaffee, S., Henson, S., Unnevehr, L., Grace, D., Cassou, E., & mondiale., B. (2019). The safe food imperative : accelerating progress in low- and middle-income countries.
- [8] *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. (2003). Addison Wesley Pub.

8.Alumnos y Directores

David Andrade Olvera.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta:2017630071, Tel. 6644371815 , email david.andrade227@gmail.com.

Firma: _____

Joel Nicolás García Dojaquez.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta:2017630561 , Tel. 6641883945 , email n.garcia2798@gmail.com.

Firma: _____

Dra. Yasmín Ivette Jiménez Galán.- Dra. en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE), M. En C. Especialista en Negocios por la ESCA-IPN, Profesor de ESCOM y de ESCA (Depto, Ingeniería en Sistemas Computacionales) desde 2006. Actualmente desarrollando investigaciones sobre eficiencia de las organizaciones. Áreas de Interés: Empresas, Educación, Competitividad de las Instituciones. Tel. 57296000 Ext. 52050, email yasmin.ivette@gmail.com

Firma: _____

Erick Eugenio Linares Vallejo, ing. En comunicaciones y electrónica en 2004, M. En C. En ingeniería electrónica en 2010, PhD en ingeniería eléctrica y electrónica en 2019. Temas de investigación: electrónica, FPGA, periféricos, mecánica automotriz, óptica y fotónica, Tel.57296000, ext. 52058 email elinares@ipn.mx

Firma: _____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Anexo 1

Cronograma Andrade Olvera David

[illegible]

Anexo 2

Cronograma García Dojaquez Joel Nicolás

[illegible]

Acuses de recibo.

Directores



Yasmin Jiménez G <yasmin.ivette@gmail.com>

To: David Andrade Olvera

Recibido, gracias



Erick Eugenio Linares Vallejo

To: David Andrade Olvera; Tania Rodrigue

Cc: Yasmin Ivette Jimenez Galan; Yasmin J

Acuse de recibido e informado

Sinodales



Saul De La O Torres <sdelaot@gmail.com>

To: David Andrade Olvera

Cc: Saul De La O Torres; Joel Nicolas Garcia Dojaquez

RECIBIDO.



Juan Vicente Garcia Sales

To: David Andrade Olvera

Recibido.

Get [Outlook for iOS](#)

...



Tania Rodriguez Sarabia

To: David Andrade Olvera

Buen dia acuso de recibido

Seguimiento



Rodolfo Romero Herrera

To: David Andrade Olvera

Envíenla entonces. Y el viernes checamos para una fe de erratas.

Atte. Rodolfo Romero