

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD COMO SOPORTE AL MODELO PRODUCTIVO DE CACAO EN LA CORDILLERA NARIÑENSE COLOMBIANA

Design of a traceability system as support to the cocoa production model in the Colombian Nariñense Mountain Range

Dubert Yamil Cañar Serna¹, Jose Luis Sepúlveda Forero², Eliana Martínez Pachón³,
Leidy Patricia Tibaduiza Castañeda⁴

RESUMEN

Actualmente nos encontramos ante una cadena de suministro cada vez más avanzada e interconectada en donde la trazabilidad se ha convertido en una práctica que permite optimizar las actividades operacionales y logísticas de los procesos de producción y acondicionamiento, en la cual el cacao (*Theobroma cacao*) y sus derivados agroindustriales no son la excepción. En Colombia, se percibe un gran interés en esta especie vegetal, por su demanda creciente tanto del material de siembra como del grano para su uso en transformación agroindustrial tipo exportación. Sin embargo, existe un bajo uso de herramientas TICs en el sector cacaotero que faciliten conocer de manera detallada el flujo de información que se genera en la cadena de suministros de producción para elaborar patrones de previsión de las prácticas agronómicas del cultivo y anticiparse a las necesidades de requerimiento del cacao, lo cual limita el potencial del cultivo en este país. Se busca diseñar un sistema de trazabilidad en cinco municipios ubicados en la cordillera nariñense colombiana mediante el uso de herramientas TICs que permita capturar y consultar información en busca de mejorar la toma de decisiones y generar valor agregado al producto final distribuido por las organizaciones de productores. Como resultado, se implementó la metodología basada en cartografía social y el modelo en espiral en las organizaciones. Su claridad en los procesos de producción y acondicionamiento de cacao permite que el desarrollo de las actividades para el diseño de la herramienta pueda forjarse a la medida, entendiendo las particularidades de cada uno de los municipios donde se implementa. Se proyecta en un futuro cercano extender la metodología en otras regiones cacaoteras.

Palabras clave: *Theobroma cacao*, cadena de suministro, modelo en espiral, TICs.

ABSTRACT

We are currently facing an increasingly advanced and interconnected supply chain where traceability has become a practice that allows optimizing the operational and logistical activities of the production and conditioning processes, in which cocoa (*Theobroma cacao*) and its agro-industrial derivatives are no exception. It should be noted that this production system is booming in Colombia due to the quality of the grain, sustainable environmental management due to the agroforestry arrangements where it is located, the yield of its varieties and its agroindustrial malleability that allows it to serve various market segments. We are currently facing an increasingly advanced and interconnected supply chain where traceability has become a practice that allows optimizing the operational and logistical activities of the production and conditioning processes, in which cocoa (*Theobroma cacao*) and its agro-industrial derivatives are no exception. In Colombia, there is a great interest in this plant species, due to its growing demand for both planting material and grain for use in export-type agro-industrial transformation. However, there is a low use of ICT tools in the cocoa sector that facilitate knowing in detail the flow of information that is generated in the production supply chain to develop forecast patterns of the agronomic practices of the crop and anticipate the needs cocoa requirement, which limits the potential of the crop in this country. It seeks to design a traceability system in five municipalities located in the Colombian Nariño mountain range through the use of ICT tools that allow capture and consult the information in search of improving decision-making and generating added value to the final product distributed by the organizations of producers. As a result, the methodology based on social cartography and the spiral model were implemented in organizations. Its clarity in the cocoa production and conditioning processes allows the development of activities for the implementation of the tool to be tailored, understanding the particularities of each of the municipalities where it is implemented. In the near future, it is planned to extend the methodology to other cocoa regions.

Keywords: *Theobroma cacao*, supply chain, spiral model, TICs.

¹✉ Investigador Máster, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, Centro de Investigación Palmira, Colombia. ORCID: [0000-0002-8357-140](https://orcid.org/0000-0002-8357-140). dcanar@agrosavia.co

² Ingeniero Desarrollador Intermedio, CIEL Ingeniería S.A.S. Colombia. ORCID: [0000-0003-1784-9927](https://orcid.org/0000-0003-1784-9927). joseluissepulvedaforero@gmail.com

³ Investigador Ph.D, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, Centro de Investigación Obonuco, Colombia. ORCID: [0000-0002-8357-140](https://orcid.org/0000-0002-8357-140). emartinezp@agrosavia.co

⁴ Investigador Máster, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, Centro de Investigación Tibaitatá, Colombia. ORCID: [0000-0002-9429-063X](https://orcid.org/0000-0002-9429-063X). ltibaduiza@agrosavia.co

INTRODUCCIÓN

La trazabilidad implementada en la agricultura se ha convertido en un desafío ampliamente reconocido por distintas organizaciones de ámbito internacional (FAO, 2017). Actualmente, existen diversas definiciones del concepto de trazabilidad, entre la más utilizada es la adoptada por la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC) citada por Macsa (2021), donde define la trazabilidad como "*aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas*". Actualmente, se han logrado grandes progresos en su implementación, pero los grandes desafíos continúan. Entre los retos a atender con la trazabilidad, se encuentra el bajo uso de formatos de registros, cambio rápido en las preferencias del cliente, falta de formación continua del productor, dato sin calidad, desalineación de los procesos y altos costos de implementación, entre otras (Piñeros et al., 2017). No obstante, en muchos territorios productores han comenzado a generar trabajos que permite hacer la identificación, el seguimiento y rastreo de los inventarios que producen, la cual permite evaluar la calidad y seguridad del producto final que serán distribuidos en el comercio local, regional y nacional (Moltoni y Moltoni, 2011).

Entre las ventajas a considerar en la adopción de la trazabilidad en las relaciones integradas empresa-proveedor en el sector agroalimentario, es que permite contribuir a ser fidedignos con el flujo de información en la cadena de abastecimiento y logística, en las organizaciones que ejercen la producción y acondicionamiento tanto del material vegetal como sus derivados agroindustriales (Kher et al., 2010). Si bien, la implementación de un sistema de trazabilidad se concibe como una apuesta a dar respuesta de manera inmediata a las exigencias reglamentarias disponibles por las entidades de control de cada país (ICA, 3168/2015; MADR, 931/2018), ésta se ha convertido inmediatamente en las organizaciones en un activo importante en términos de gestión de las actividades encaminadas a la producción y aprovechamiento del producto y subproductos, pasando por conocer los movimientos de los inventarios en la línea de producción hasta su facturación, la cual son verificados entre el cliente y proveedor (Cañar et al., 2020).

En el caso de Colombia, específicamente en el departamento de Nariño, en su Plan de Acción 2006-2030 (2007), las exportaciones están asociadas a productos agroindustriales. Por su parte, la producción agrícola en el departamento registró una caída a finales del siglo pasado, que inició un proceso de recuperación a mediados de la primera década del presente siglo y que atribuyeron a la producción de cacao cerca de 10 165 ha, ubicándose dentro de los productos más representativos junto con la caña panelera, el café, el plátano, el maíz y la palma africana. Para el caso de la cordillera nariñense afectada por el conflicto armado, la producción de cacao se ha convertido en su principal aliada que ha permitido mejorar la resiliencia y competitividad en la población, fortaleciendo las capacidades tanto técnicas como la trazabilidad que la acompaña. Por ejemplo, para el municipio de Policarpa donde se dirige uno de los núcleos se dispone cerca de 525 ha establecidas para el año 2020, que corresponden al 20 % de las plantaciones de cacao de la cordillera nariñense.

Es aquí, donde la trazabilidad se constituye como una oportunidad para los productores agrícolas (Duran et al., 2016), la cual permitirá reducir riesgos asociados a la calidad fitosanitaria del producto, favorecer el comercio local, sincronizar la cadena de abastecimiento y logística, entre otras. Este concepto, ha conseguido dimensionarse como un escenario de colaboración (Dionicio, 2017), en tanto que requiere de la participación, el compromiso y la disposición para el aprendizaje de todos los agentes que intervienen en la cadena. De allí que, se asocie a la calidad en la producción, la seguridad y la confianza entre las personas, de modo que les permita gestionar los activos, extender los beneficios, reducir la incertidumbre, así como compartir los costos y los riesgos. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue el diseño de un sistema de trazabilidad a la medida basado en las características de los productores de cacao ubicados en la cordillera nariñense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El proyecto para el desarrollo de un modelo productivo de cacao bajo en cadmio para la subregión de la cordillera nariñense, se llevó a cabo en los municipios

de Policarpa, Cumbitara, Los Andes (Guambuyaco), Leiva y Rosario con productores de cacao, en su mayoría vinculados a la Asociación de Productores y Transformadores de Cacao (Asocacao), con los

cuales se implementó la metodología para el diseño de un sistema de trazabilidad a partir de la definición de las condiciones iniciales ([Tabla 1](#)).

Tabla 1. Ubicación geográfica de las zonas pilotos distribuidas por departamento, organización, municipio, coordenadas, núcleo y número de participantes.

Departamento	Organización	Municipio	Coordenadas	Núcleo	Número de Participantes
Nariño	Asociación de Productores de Cacao de Policarpa (Asocacao),	Leiva	1° 56' 02" N 77° 18' 19" O	Leiva	14
			1° 44' 31" N 77° 20' 7" O	Rosario	15
			1° 39' 57.9" N 77° 29' 00.8" W	Ejido	20
			1° 37' 42" N 77° 27' 37" O	Madrigal	20
			1° 38' 52.3" N 77° 30' 04.6" W	Pizanda	16
		Cumbitara	1° 39' 55.3" N 77° 29' 59.0" W	Llano verde	17
			1° 47' 19.12" N 77° 35' 26.26" O	Los Andes (1-3) (2-4)	27
		Total			129

Metodología

El proceso de recolección de información primaria se llevó a cabo a dos momentos. El primero inicio a partir de los encuentros programados por núcleo que se asociaron a las actividades de fortalecimiento de capacidades. Allí se enmarcaron en el contexto de día de campo, donde se llevó la práctica en fertilización, entrega de resultados de análisis de suelos y las pautas necesarias para la interpretación de estos. Esta actividad previa generó un ambiente propicio para consultar a los asistentes respecto a la experiencia de los productores respecto a la trazabilidad. Se inició con el desarrollo del -mapa parlante-, herramienta que permitió construir conocimiento implícito derivado de la localización de los núcleos vinculados a Asocacao basado en elementos de cartografía social. Continuó con el desarrollado del -calendario logístico-, herramienta que consintió en identificar las actividades que realizan los productores a lo largo del ciclo de producción en relación con el sistema productivo, en asocio del desarrollo de otras actividades productivas, necesarias para la supervivencia del productor y su familia. Finalmente, culminó con el desarrollo del -diagrama de flujo-, que permitió alinear la cadena de abastecimiento y logística de manera colectiva del proceso de producción en las condiciones reales de la unidad productiva, en busca de canalizar y gestionar el flujo de información concernientes a la producción de

semilla y grano de cacao en los núcleos objetivos.

El segundo momento dio enfoque al desarrollo del diseño del sistema de trazabilidad, que sería la manera de dar respuesta para alinear las etapas del proceso llevado por las organizaciones asociadas al estudio. El planteamiento del desarrollo se fundamentó en la metodología de espiral propuesto por Barry Boehm en el año de 1988, que se orienta a la generación de un modelo evolutivo del proceso del software y se acopía con la naturaleza interactiva de hacer prototipos de desarrollo en aspectos controlados y sistemáticos impulsado por el riesgo, de esta manera permite guiar el diseño para generar el desarrollo a la medida ([Figura 1](#)).

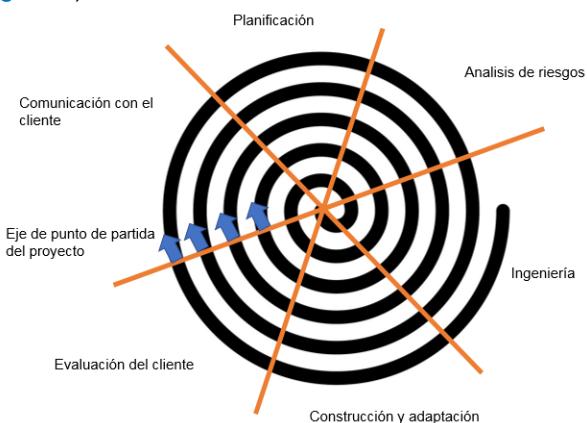


Figura 1. Elaboración propia, a partir de las etapas de la metodología del modelo en espiral implementado en el desarrollo (Fuente: elaborado en base a Galo, 2011).

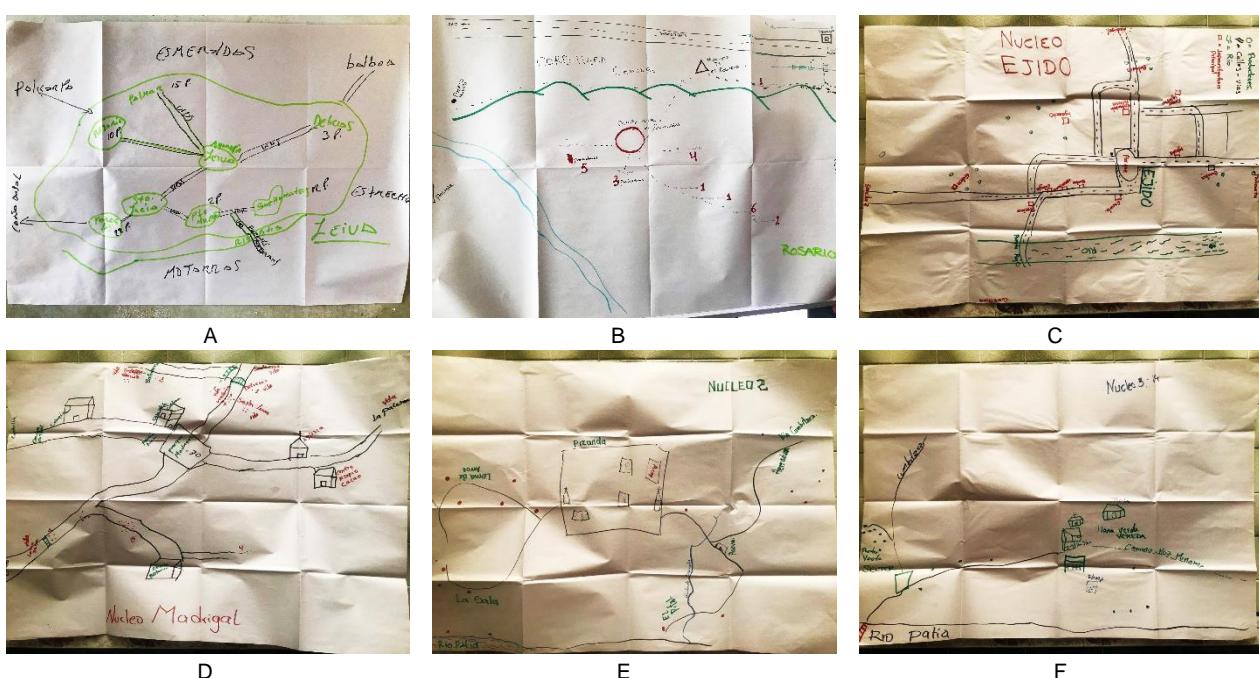
El modelo de desarrollo del archivo con la extensión APK (acrónimo de Android Application Package), se basó en Ionic versión 6.18.1 con un frameworks frontend Angular versión 8.1.3, gestionado con la aplicación basada en Cordova versión 10.0.0 y acompañado con el paquete de desarrollo Android SDK Tools versión 26.1.1. El lenguaje utilizado en su versión 16.13.0 fue NodeJS y como software de almacenamiento de servicios empotrados se utilizó Sqlite versión 3.4.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el -mapa parlante- basado en el desarrollo de cartografía social ([Figura 1](#)) desde experiencias previas para el reconocimiento del entorno con productores de lácteos (Tibaduiza-Castañeda, 2021); se generó un escenario propicio para el reconocimiento de los actores que utilizarán la tecnología desde la perspectiva del territorio. Así mismo en el caso de la cordillera nariñense, permitió conocer la ubicación de los participantes en el territorio y conocer su experiencia asociado al concepto de trazabilidad. Se evidenció que la noción del concepto no es del manejo cotidiano de los productores de los siete núcleos de estudio, lo cual es uno de los causantes que afecta la competitividad del sistema productivo (Grozo- Chávarry, 2020). No obstante, respondieron de manera afirmativa al dimensionar la importancia de las acciones de registro e históricos de información en el ciclo de producción y transformación como un avance para el proceso. Se evidencia en los participantes de cada uno de los núcleos que tienen

experiencia en la producción del material de siembra y del manejo agronómico para el acondicionamiento y buen desarrollo de las plántulas de cacao, así como habilidades para la transformación del grano asociado a la calidad para elaborar la trazabilidad a la medida en sus predios, a pesar de su avanzada edad, que se compensa con los años de experiencia y resiliencia del cultivo en la región.

También, se identificó en terreno la manera como se generan los liderazgos en cada uno de los núcleos, así como las experiencias cercanas a las actividades encaminadas a la trazabilidad que han logrado que la cordillera nariñense exporte cítricos actualmente (Rueda, 2021), cuando a finales del siglo pasado se registraban exportaciones principalmente de palma y productos pesqueros (Viloria, 2007). Así mismo, permitió conocer la ubicación de los participantes en los territorios, junto con los elementos mínimos del paisaje tales como vías de acceso, cuerpos de agua, mínima infraestructura, etapas de la cadena de abastecimiento, logística para la distribución y venta de inventario de cacao, sitios de acondicionamiento como los centros de acopio y las casas de herramienta ([Figura 2](#)). Todo ello aporta a visualizar las posibilidades para la co-creación de la herramienta, lo que podría darle un carácter socio-técnico a la propuesta metodológica. Dichos atributos se han utilizado en países como Uruguay para articular las cadenas de producción cárnica a la promoción de la innovación y la generación de capacidades “técnico-productivas”, como parte de lo que llaman un entramado inteligente (Zurbriggen y Sierra, 2015).



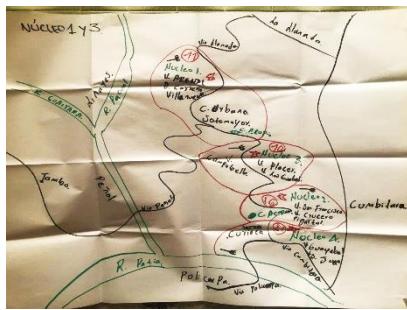
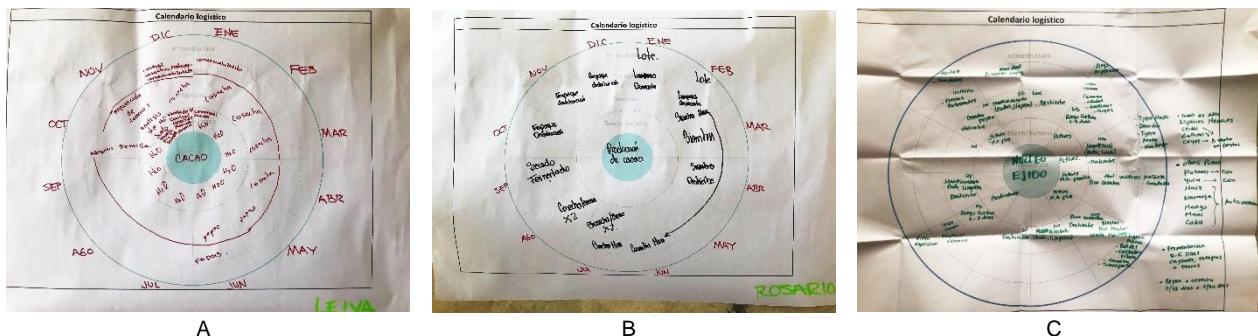


Figura 2. Mapas parlantes construidos de manera participativa con los productores de cacao: A. Núcleo Leiva; B. Núcleo Rosario; C. Núcleo Ejido; D. Núcleo Madrigal; E. Núcleo Pizanda; F. Núcleo Llano Verde; G. Núcleo los Andes (1-3) y (2-4).

Respecto al -calendario económico y cultural-, semejantes al desarrollado con productores de marañón (Castañeda y Serna, 2020), los participantes socializaron las acciones que durante el año realizan vinculadas a la producción de cacao, tales como las prácticas culturales, actividades de fertilización, recolección o cosecha, fermentación, secado y comercialización; si bien no tienen por objeto una comprobación técnica de los saberes, aportan elementos relevantes sobre los medios de subsistencia de la comunidad. Adicionalmente, identificaron las actividades de subsistencia que desarrollan en otros sistemas productivos como café (*Coffea arabica* L.), plátano (*Musa paradisiaca* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), yuca (*Manihot esculenta* Krantz), maíz (*Zea mays* L.), maní (*Arachis hipogaea* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), mango (*Mangifera indica* L.), mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), maracuyá (*Passiflora edulis* Sims), papaya (*Carica papaya* L.), zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore y Stearn) y piña (*Ananas comosus* L.); así como la producción

para la provisión de proteína animal, como la cría de especies menores tales como gallinas, cuyes y conejos. Esta diversidad es posible gracias a la biodiversidad que caracteriza a la cordillera nariñense y a la producción agrícola que se posiciona en el tercer reglón económico del departamento de Nariño, después de los servicios sociales que incluyen a la administración pública y al comercio (Gobernación de Nariño, 2020). Adicionalmente, con los flujos de información construidos con los productores del proceso de producción de cacao se determinó que los asociados se encaminan en diversas prácticas agrícolas que permiten desarrollar su proceso de producción basado en la traza de la cadena de suministro de producción de semilla y derivados agroindustriales. Entre las labores se destacan la adecuación del lote, preparación del terreno antes de iniciar actividades de siembra, clave al momento de ser eficiente en los tiempos de sincronización entre el vivero y traslado a campo del inventario, ya que evitan que las plantas tengan algún contratiempo que alteren la calidad del material (**Figura 3**).



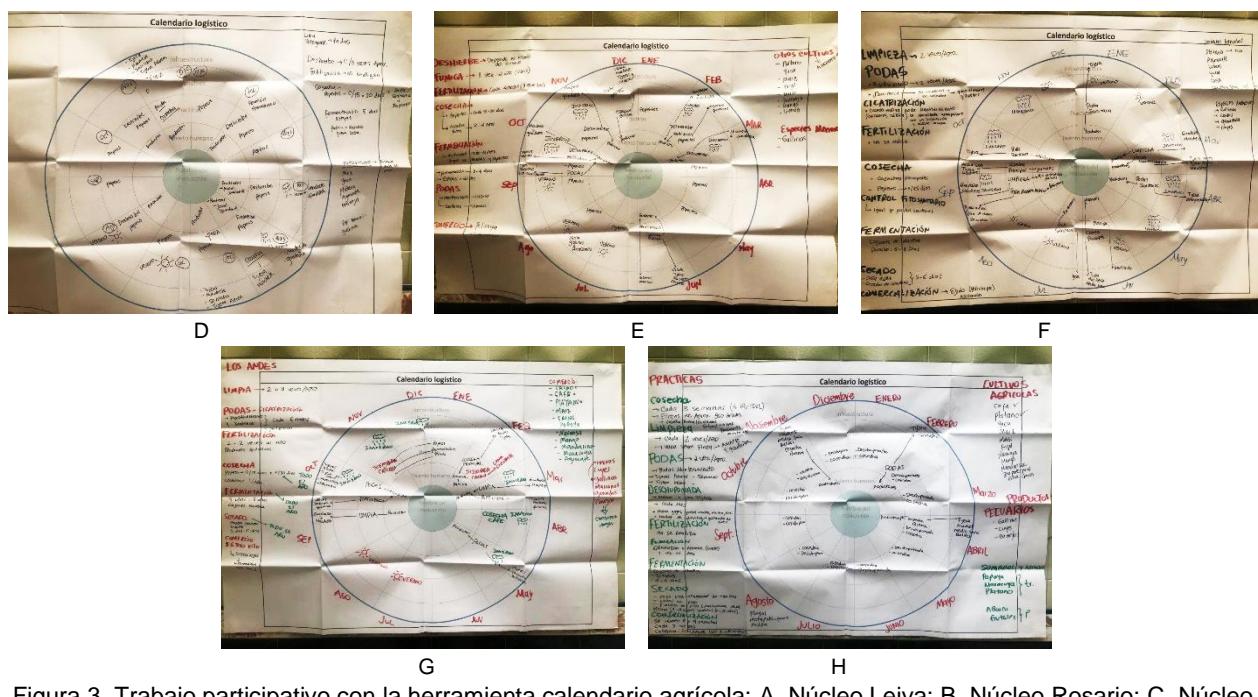


Figura 3. Trabajo participativo con la herramienta calendario agrícola: A. Núcleo Leiva; B. Núcleo Rosario; C. Núcleo Ejido; D. Núcleo Madrigal; E. Núcleo Pizanda; F. Núcleo Llano Verde; G. Núcleo los Andes (1-3); H. Núcleo los Andes (2-4)

Respecto al -diagrama de flujo- ([Figura 4](#)) se observa que en algunos de los núcleos proceden con la búsqueda para la obtención del lote de siembra, lo que indica que posiblemente no cuenten con terrenos propios para el buen desarrollo de las actividades y tengan que incurrir en gastos adicionales por el alquiler de la tierra por la confluencia de condiciones como pobreza y conflicto armado que producen movimientos continuos de población (Ceballos, 2016). En otros casos, inician con la construcción del semillero y vivero para generar condiciones semi-controladas del material de siembra y evitar que plagas y patógenos incidan en etapas tempranas del inventario. Planifican de manera espacial el plano donde se ubica el invernadero, el lote donde se hará la siembra y demás elementos asociados a la cadena de suministro de producción. De este modo, este tipo de registros permite generar la ubicación e identificación tanto de la infraestructura como de las plantas a propagar. De acuerdo con Del Prado y Lamas (2014), el uso de diagrama de flujo se ha convertido en una herramienta que permite mejorar e identificar incidencias en las

líneas de proceso mediante la busca de solución en problemas detectados de manera temprana. Además, Martínez (2004) asegura que este tipo de trabajos mediante diagramas de flujo resulta una aplicación funcional que puede ser probada con datos realistas, capaz de generar reportes de diferentes aspectos técnicos, operativos y abierta a actualizaciones para ser llevada a mayores detalles. Finalmente, menciona que algunos de los participantes hacen la compra de semilla del material de siembra en vivero registrados ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), como entidad de control sanitario e inocuidad del país. Tener esta práctica de obtener material con conocimiento de origen es vital, ya que permite garantizar el material entregado desde lo genético, físico, fisiológico y sanitario como lo aseguran Aguadelo et al. (2021) y Jaimes et al. (2021). Además, si existe algún reclamo lo puede hacer sin ningún inconveniente porque el ICA se convierte en la entidad que ampara las partes desde el punto de vista técnico, administrativo y legal (ICA 3168, 2015).

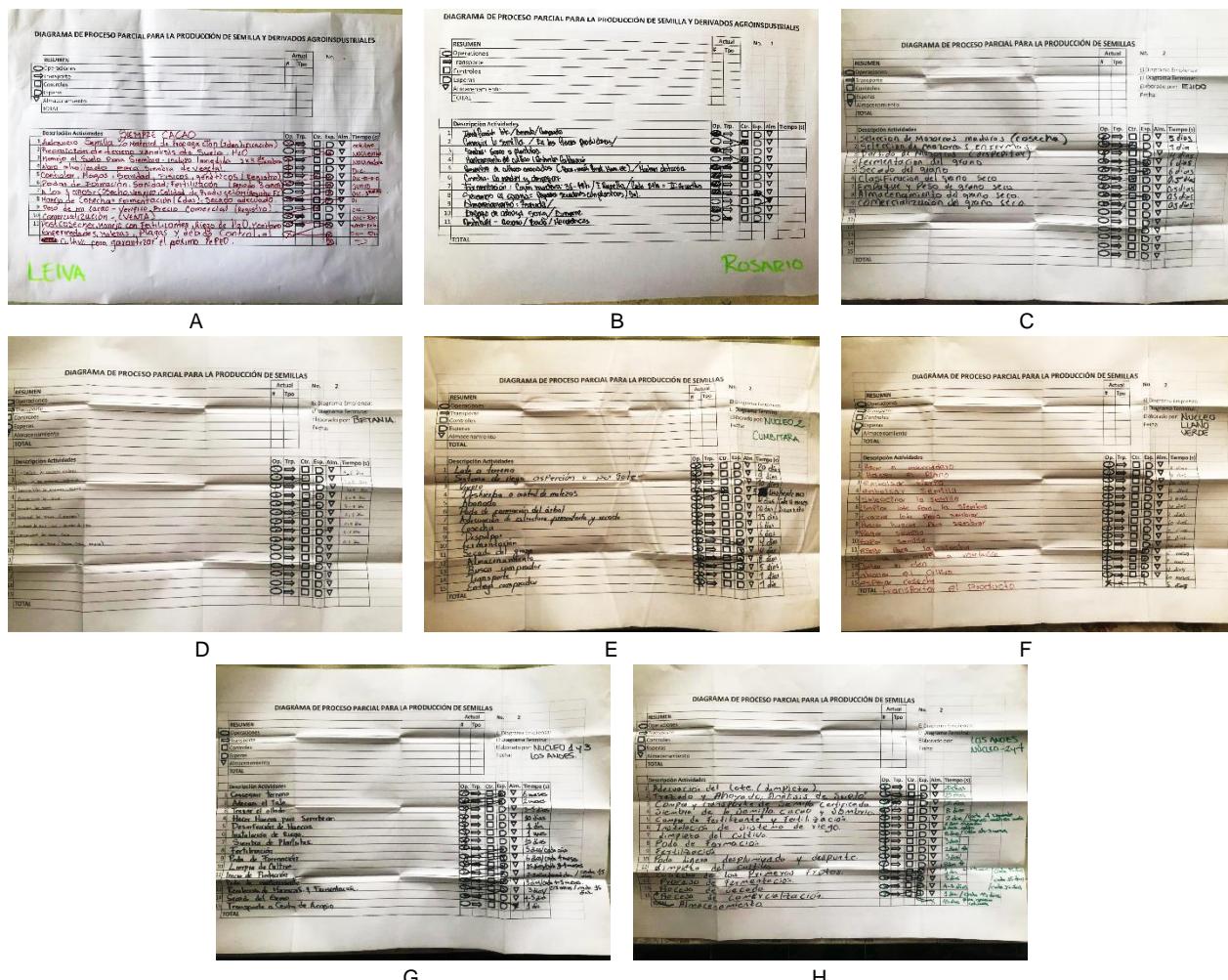


Figura 4. Diagramas de flujo construidos de manera participativa con los núcleos de trabajo: A. Núcleo Leiva; B. Núcleo Rosario; C. Núcleo Ejido; D. Núcleo Madrigal; E. Núcleo Pizanda; F. Núcleo Llano Verde; G. Núcleo los Andes (1-3); H. Núcleo los Andes (2-4). Fuente: Tibaduiza-Castañeda (2021).

De acuerdo con el recuento de actividades productivas por cada uno de los núcleos participantes, se percibe que algunos cuentan con una línea de producción como se presenta en la Figura 5, que parte desde los recursos necesarios para la obtención de plantas (vivero o campo), pasando por la obtención del grano en mucílago, fermentación secado, acondicionamiento, empaque, embalaje hasta su distribución del producto final derivado de la transformación agroindustrial de los granos seco de cacao. Esto indica que las organizaciones reconocen

cada una de las actividades, indicadores de medición y capacidades logísticas que permite atender los inventarios producidos. Además, con la información se logró consolidar el diseño y desarrollo del sistema de trazabilidad, aunado a que los participantes visualizan la unidad productiva como el medio de vida que permite salvaguardar el productor y su familia, en busca de generar calidad de vida, valor agregado, competitividad y desarrollo de economías propias; de importancia para la región, el departamento y el país.

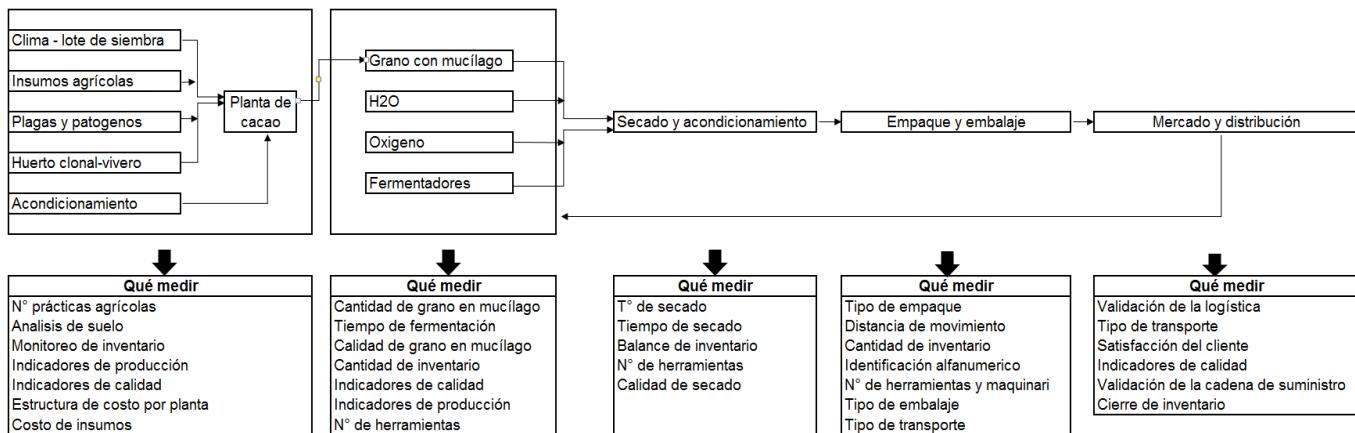


Figura 5. Cadena de abastecimiento y logística de producción alineado para los núcleos de estudio.

Una vez se alinea la cadena de abastecimiento y logística, se consolida por los núcleos de estudio el desarrollo técnico, la cual se orientó en generar un archivo con la extensión APK que se encarga de recopilar la información de las actividades de inventario a partir de un identificador mediante un código QR. En la Figura 6 se presenta las ventanas de consulta que

dispone el usuario donde cada actividad se parametrizó de acuerdo con su jerarquización, de esta manera podrá inspeccionar las actividades realizadas en el tiempo y generar los reportes en el momento que lo requiera, toda la información se archiva en la base local del dispositivo.

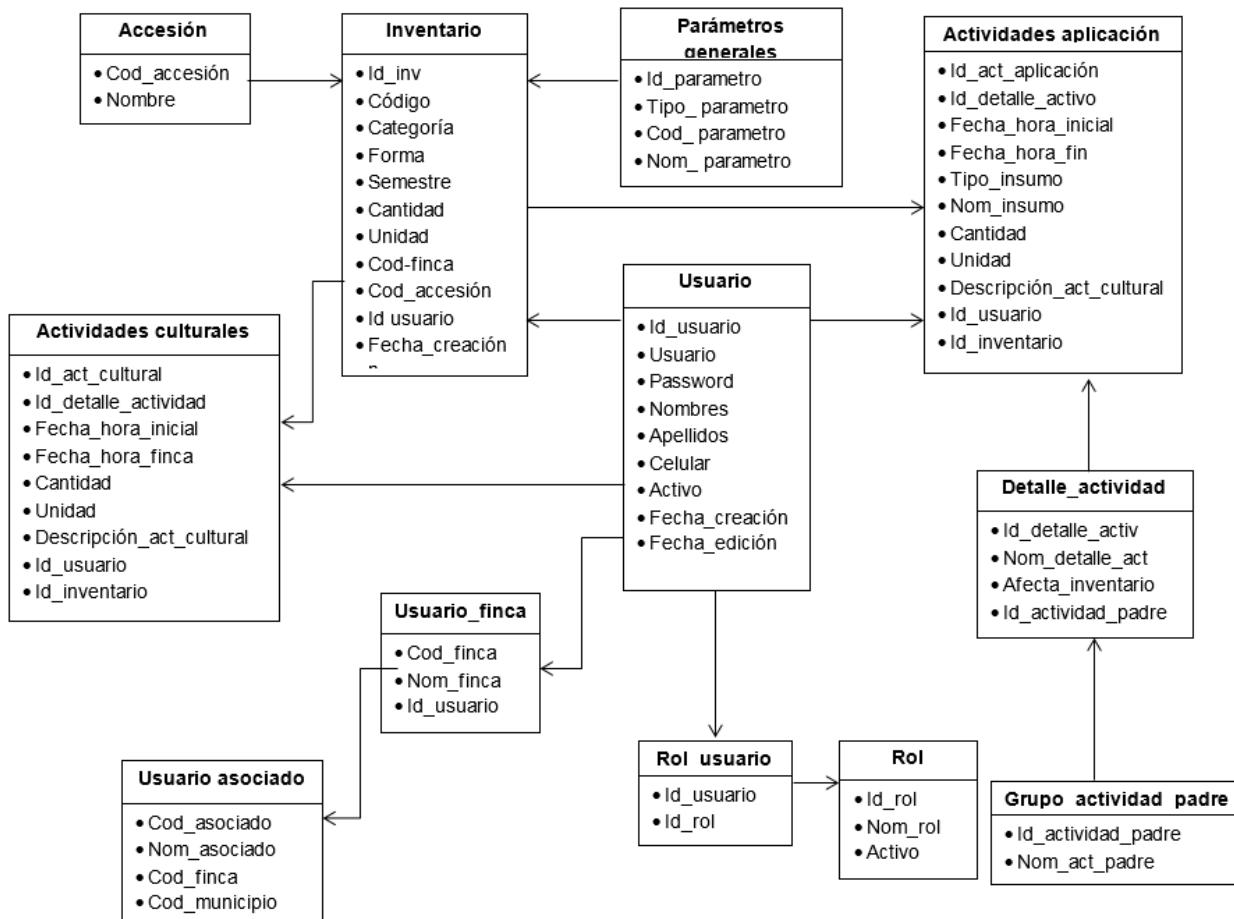


Figura 6. Arquitectura del código fuente del APK asociada a la cadena de abastecimiento y logística de producción en cacao.

Así mismo, el desarrollo dispone de una serie de casos de uso donde existen diversas ventanas que al desplegar permite conocer de manera intuitiva el paso a paso del total de actividades que se deben mantener antes, durante y después del ciclo de producción, de esta manera se convierte en el modelo del prototipo de desarrollo. El usuario inicia con el logueo a través de un usuario y contraseña previamente registrada, una vez el usuario se identifica, la aplicación le muestra dos ventanas. La primera relacionada “CU0002 Registra inventario”, la cual permite el registro de los inventarios disponibles para su tránsito en la cadena de suministro.

El segundo denominado “CU0006 Consulta de inventario”, le despliega 7 sub-ventanas: 1). “CU0010 Generar código QR”, permite imprimir la etiqueta de identificación del cultivo “CU0011 imprimir”. 2) “CU0007 Consulta de actividades”, le permite al usuario consultar el número de actividades y acciones realizadas por árbol de cacao o finca, en este apartado permite conocer de primera mano cada una de las

actividades y acciones realizadas en torno a las prácticas agrícolas que se llevan a cabo. 3) “CU0007 Consulta de aplicaciones”, esta ventana permite consultar las aplicaciones químicas o biológicas realizadas al cultivo, cuantifica la concentración, volumen a utilizar y marca de la casa comercial de donde proviene el insumo. 4) “CU0009 Consulta de poscosecha”, permite conocer de primera mano las actividades de acondicionamiento del grano en mucílago, fermentado, secado, empaque, embalaje, mercado y distribución del inventario. 5) “CU0005 registrar poscosecha”, dispone la opción para la generación de registro de las actividades realizadas en torno al acondicionamiento del grano de cacao. 6) “CU0004 Registrar aplicación”, facilita el registro de información asociada a las prácticas en la aplicación de insumos para el buen acondicionamiento del cultivo. 7) “CU0003 registrar actividad”, la opción permite inspeccionar el registro de las actividades realizadas en la medida que se genera la acción en campo o en la infraestructura donde se encuentre el inventario ([Figura 7](#)).

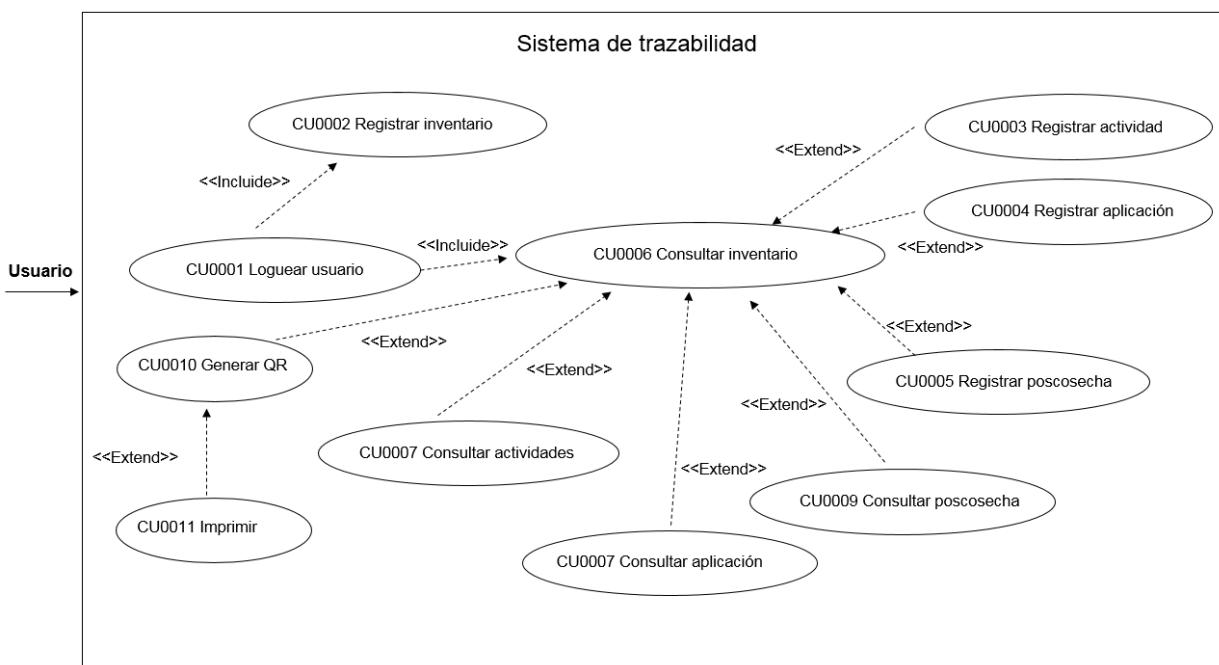


Figura 7. Parametrización de las ventanas del desarrollo asociada a la cadena de abastecimiento y logística de producción en cacao.

Finalmente, se configura el paquete en una extensión .APK, la cual fue desarrollada para ser instalada en versión Android 4.4 hacia adelante, se parametriza a partir de la codificación tanto del proveedor y/o del inventario ([Figura 8](#)). En el caso de la codificación del proveedor, parte en la medida que se realice la identificación del usuario, que para el caso se tendrá

como código de identificación el número de identidad del agricultor. En el caso de la codificación del inventario, se parametriza a partir de siete identificadores alfanuméricos, por ejemplo -Agro12312asocafincatcacao2021A0001-, que responde como se presenta en la [Tabla 2](#).

Tabla 2. Construcción del Identificador del inventario por núcleo y finca.

Orden	Identificador	Descripción
1	Agro	Código sistema de producción: Agrícola.
2	12312	Código municipio dónde se produce el inventario.
3	Asoca	Asociación a la que pertenece el productor.
4	Finca	Código de la finca asociada al productor dónde se produce el inventario.
5	Tcacao	Especie vegetal.
6	2021A	Semestre de producción del inventario.
7	0001	Consecutivo de producción por finca y núcleo.

De esta manera, el usuario podrá conocer el movimiento del inventario a lo largo de la cadena de abastecimiento en busca de generar trazabilidad en la

línea de producción contemplando como herramienta el app móvil para el registro y consulta de la información.

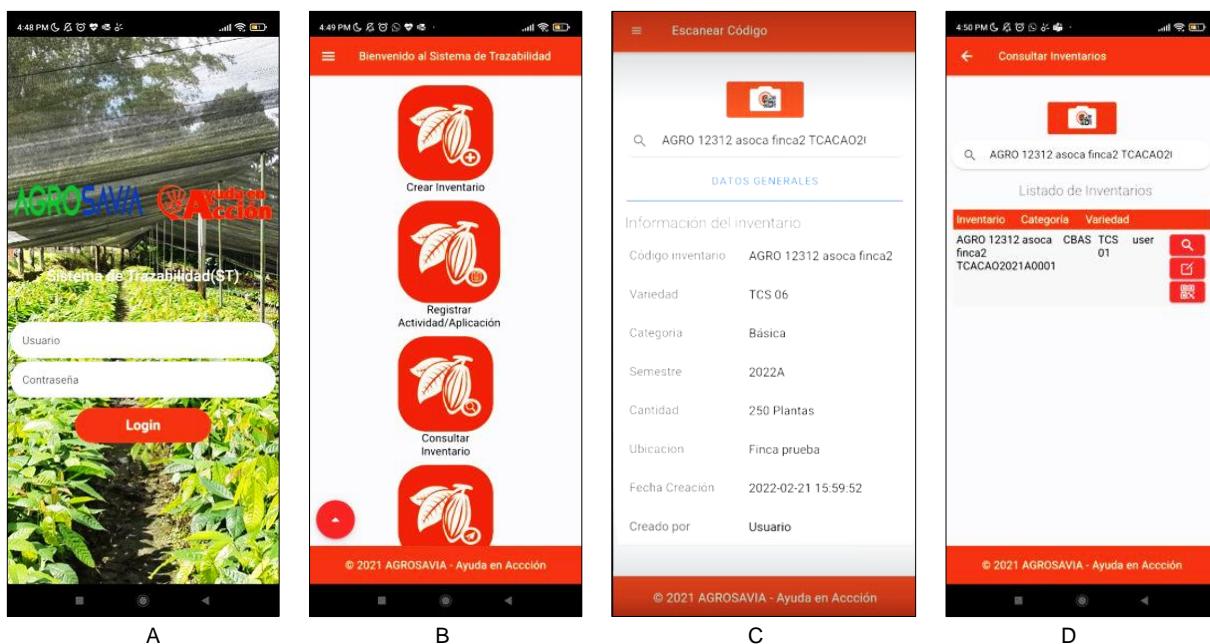


Figura 8. Desarrollo en ambiente de prueba de la app móvil: A. Logue del usuario; B. módulos de registro y consulta; C. datos precargado por lectura de QR. D. Opción de búsqueda, edición e impresión de QR.

CONCLUSIONES

La puesta en marcha de las actividades en campo a partir del conocimiento implícito planteado por los productores permitió identificar el problema a atender de acuerdo con las necesidades e incidencias propias del territorio, que para el caso del estudio fue el diseño de un sistema de trazabilidad para la producción y acondicionamiento de la semilla y el grano de cacao. Se evidenció que la comunicación y colaboración son destacados por los productores como elementos fundamentales para favorecer la cadena de abastecimiento y logística, sin ellos se limita el éxito en el proceso de la implementación de la herramienta desarrollada en ambiente de pruebas. Adicionalmente, es necesario que en la implementación se contemple procesos de fortalecimiento del registro manual, como actividad complementaria y clave mediante la

generación de formatos efectivos y de captura de información específica, teniendo en cuenta las particularidades del ciclo de producción llevado a cabo por los productores, en busca de la integralidad de la línea de producción de cacao y sus derivados agroindustriales. Finalmente, cabe destacar que, aunque los productores cuentan con un nivel de alfabetización considerable, el acompañamiento por parte de los Asistentes Técnicos Agropecuarios (ATA), Extensionistas Agropecuarios (EA) u operadores de la zona es clave para consolidar lo aprendido, además el financiamiento del ejercicio, permite proyectar en un futuro cercano, la metodología de diseño en otras regiones cacaoteras del país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al proyecto “Desarrollo de un modelo productivo de cacao bajo en

cadmio para la subregion de la cordillera nariñense" –Convenio 1980 firmado entre Ayuda en Acción y La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). A los productores participantes del proyecto cordillera nariñense, a los ATA del proyecto quienes apoyaron en las acciones con comunidades. Al Ing. Jhoan Sebastian Florez Salazar por su accesoria en la arquitectura de la app móvil. Al equipo editorial en conjunto con los revisores de la revista, quienes con sus sugerencias mejoraron los contenidos desarrollados en el presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, GA; Cañar, DY; Pabón, MA; Bello, M; Hernández, JF. 2021. Manual técnico para la producción de semilla de cacao en vivero para los Santanderes y Boyacá (en línea). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (agrosavia). Consultado 16 nov. 2021. Disponible en <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404586>
- Boehm, BW. 1988. A spiral model of software development and enhancement. Computer 21(5):61-72.
- Cañar, DY; Tibaduiza, LP; Sarmiento, LF; Medina, MJ; Sepúlveda, JL; López, LA. 2020. Sistema de trazabilidad para productores de semilla: conceptos esenciales (en línea). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403497>
- Castañeda, LPT; Serna, DYC. 2020. Sistematización de experiencias para La Paz: el proceso de aprendizaje del cultivo de marañón en Puerto Carreño Vichada. Revista Científica Agroecosistemas 8(3):13-21.
- Ceballos Varela, C. 2016. Efectos de la formalización de la propiedad de la tierra en el desarrollo rural el caso de Leiva, Nariño (en línea). Tesis M. Sc. Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia, PUJ. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21097/CeballosVarelaCatalina2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- MADR. 2018. Decreto n.º 931. 2018. Sistema de trazabilidad vegetal. Único Reglamento del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural.
- Del Prado, A; Lamas, N. 2014. Alternativas para la enseñanza de pseudocódigo y diagrama de flujo. Rev. Electrónica Iberoam. Educ. en Ciencias y Tecnol 5(3): 102-113.
- Dionicio Reynoso, CA. 2017. Propuesta de un sistema de trazabilidad para la cadena de suministro agrícola en un contexto de colaboración (en línea). Tesina. Universidad Politécnica de Valencia. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <http://hdl.handle.net/10251/90728>
- Duran, G; Salazar, V; Meza, T. 2016. Estrategias de trazabilidad para la exportación de cacao (en línea). Revista Publicando 3(8): 375-389. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5833396>
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2015. Resolución 3168 (7 septiembre 2015). "Por medio de la cual se reglamenta y controla Ja producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá, 2015. No. 47648. 97 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. The future of food and agriculture – Trends and challenges (en línea). Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>
- Gobernación de Nariño. 2020. Plan de Desarrollo Departamento de Nariño 2020-2023. Mi Nariño en defensa de lo nuestro (en línea). Consultado 01 mar. 2022. Disponible en https://sitio.nariño.gov.co/wp-content/uploads/2020/11/Plan_de_Desarrollo_Mi_Nariño_en_Defensa_de_lo_Nuestro_2020-2023.pdf
- Grozo Chávarry, HDF. 2020. Fortalecimiento de capacidades y su incidencia en la competitividad de los productores de cacao en el distrito de Sitacocha, Cajabamba, 2018 (en línea). Tesis M.Sc. Dirección de Proyectos. Cajamarca, Perú, Universidad nacional de Cajamarca. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://1library.co/document/z1g8n38z-fortalecimiento-capacidades-incidencia-competitividad-productores-distrito-sitacocha-cajabamba.html>
- Jaimes, YY; Agudelo, GA; Báez, EY; Rengifo, GA; Rojas, J. 2021. Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el departamento de Santander (en línea). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7404647>
- Kher, SV; Frewer, LJ; De Jonge, J; Wentholt, M; Davies, OH; Luijckx, NBL; Cnossen, HJ. 2010. Experts' perspectives on the implementation of traceability in Europe (en línea). British Food Journal 112(3): 261-274. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00707011029138/full.html>
- Macsa ID. 2021. ¿Qué es la trazabilidad? (en línea). Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://www.macsa.com/blog/aplicaciones/trazabilidad/que-es-la-trazabilidad/>
- Martínez Bravo, JE. 2004. Diseño y desarrollo de un Sistema de Información Gerencial (SIG) de apoyo al pequeño y mediano productor lechero para ejercer un control técnico-económico en su hato (en línea). Tesis.

- Zamorano. Consultado 15 feb. 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1886/1/AGN-2004-T015.pdf>
- Moltoni, AF; Moltoni, LA. 2011. Trazabilidad en el agro y sus herramientas (en línea). Manfredi, Córdoba, Argentina. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_organica_y_trazabilidad/61-trazabilidad_en_el_agro_y_sus_herramientas.pdf
- Piñeros, J. 2011. Responsabilidad social empresarial y resiliencia. Revista Galega de Economía (20):1-34.
- Rueda, S. 2021, 6 junio. Con exportación de limón quieren cambiarle la cara a la cordillera de Nariño (en línea). ELESPECTADOR.COM. Colombia. Consultado 15 feb. 2022. Disponible en <https://www.elespectador.com/colombia-20/paz-y-memoria/con-exportacion-de-limon-quieren-cambiarle-la-cara-a-la-cordillera-de-narino-article/>
- Tibaduiza-Castañeda, L. 2021. Sistematización de la experiencia proyecto Cadena de valor láctea de Colombia en cuatro asociaciones productoras de leche en el trópico alto (en línea). Avances en Investigación Agropecuaria, 25(2): 35-51. Consultado 22 nov. 2021. Disponible en <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2021/mayo/2.pdf>
- Viloria de la Hoz, J. 2007. Economía del Departamento de Nariño: ruralidad y aislamiento geográfico (en línea). Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No. 87. Colombia, Banco de la República. 88 p. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en <https://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/3013>
- Zurbriggen, C; Sierra, M. 2015. Redes, innovación y trazabilidad en el sector cárnico uruguayo (en línea). Santiago, Chile. 84 p. Consultado 01 mar. 2022. Disponible en http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/775/Redes_innovacion_y_trazabilidad_en_el_sector_carnico_uruguayo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Artículo recibido en: 26 de enero 2022

Aceptado en: 25 de marzo 2022