



**MARCO DE APROPIACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA CADENA
DE VALOR EN PRODUCCIÓN DE CEREALES - APLICADO A PROCESO DE
ARROZ**

PROYECTO DE GRADO

Harold Antonio Rengifo Arce

Asesor

Flavio Hernández

Máster En Gestión De Informática Y Telecomunicaciones

**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE TI
SANTIAGO DE CALI**

2021

**MARCO DE APROPIACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA CADENA
DE VALOR EN PRODUCCIÓN DE CEREALES - APLICADO A PROCESO DE
ARROZ**

Harold Antonio Rengifo Arce

**Trabajo de grado para optar al título de
Magister en Tecnologías de Información**

Asesor

Flavio Hernández

Máster En Gestión De Informática Y Telecomunicaciones



**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE TI
SANTIAGO DE CALI**

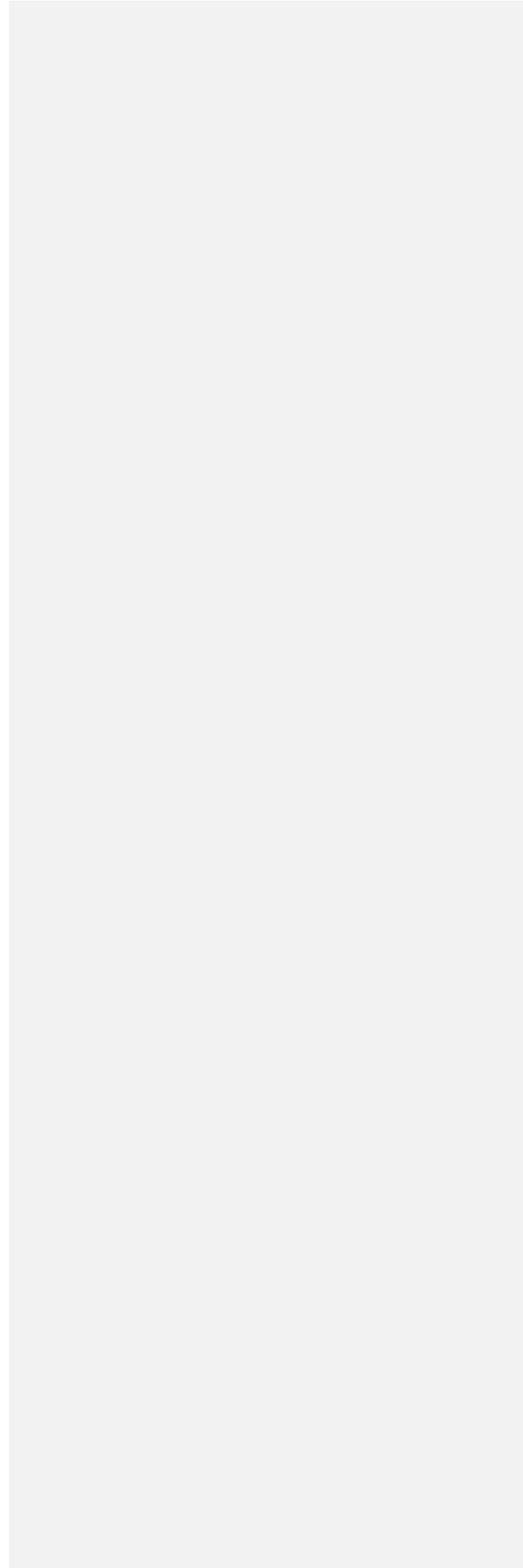
2021

CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Contexto y Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del Problema	5
1.3 Objetivo General	6
1.4 Objetivos Específicos	6
1.5 Organización del Documento	6
2. ANTECEDENTES	8
2.1 Marco Teórico	10
2.1.1 Transformación digital	10
2.1.2 Industria 4.0 – Mapa de Transformación Industria 4.0 Word Economic Forum.	12
2.1.3 Agroindustria	13
2.1.4 Cadena de Valor	14
2.1.5 Modelo de madurez para la transformación digital – MMTD	16
2.1.6 Marco de la transformación digital para el estado colombiano	16
2.1.7 Plan de ordenamiento productivo del arroz	17
2.2 Estado del arte/trabajos relacionados	18
2.2.1 Definición de estrategias de adopción de la cuarta revolución industrial por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en Colombia.	18
2.2.2 Cadena de suministro 4.0 Mejores Prácticas Internacionales y Hoja de Ruta para América Latina.	18

2.2.3	Descripción de un marco de referencia para la implantación de industria 4.0 en la ciudad de Medellín a partir de las capacidades productivas existentes y potenciales y la validación de un instrumento de diagnóstico empresarial	19
2.2.4	Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina	19
2.3	Estado de la práctica	20
2.3.1	E-KAKASHI: El cerebro agrícola de inteligencia artificial	20
2.3.2	Diagnóstico, análisis y seguimiento de cultivos a partir de imágenes multiespectrales	20
2.3.3	Desarrollo de una herramienta para la agricultura de precisión en los cultivos de arroz: censado del estado de crecimiento y de nutrición de las plantas usando un dron autónomo.	21
2.3.4	Tablero de abastecimiento de la producción agropecuaria en Colombia	22
3	METODOLOGÍA	23
4	PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA	24
4.1	Formulación de los procesos de la cadena de producción de cereal arroz	24
4.2	Desarrollo del esquema de los procesos de la cadena de producción de cereal arroz	25
4.2.1	Actores de la cadena de valor del arroz.	29
4.3	Procesos de la cadena de valor	30
4.3.1	Eslabón de aprovisionamiento	30
4.3.2	Eslabón de producción primaria	30
4.3.3	Eslabón de transformación.	33
4.3.4	Eslabón de comercialización.	33

4.3.5	Matriz FODA	35
4.4	Esquema de dimensiones habilitadoras de transformación digital	41
4.4.1	Definición de las dimensiones habilitadoras de transformación digital en cadena de valor en producción de arroz	42
5	DESARROLLO DE MARCO APROPIACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA CADENA DE VALOR EN PRODUCCIÓN DE CEREALES - APLICADO A PROCESO DE ARROZ.	46
5.1	Análisis de situación actual.	48
5.1.1	Clasificación de los Retos	48
5.1.2	Construcción de ejes para cerrar brechas de la cadena de valor en producción de arroz	48
5.1.3	Definir acciones que respondan a los ejes para cerrar brechas	49
5.1.4	Definición de iniciativas	49
5.1.5	Gestión del cambio	50
5.2	Diagnóstico inicial de marco	50
5.3	Retos, ejes para cerrar brechas, acciones e iniciativas.	52
5.4	Esquema modelo de negocio alto nivel	67
5.5	Marco apropiación de transformación digital para cadena de valor en producción de cereales - aplicado a proceso de arroz	69
5.6	Validación del marco de transformación digital para la cadena de valor en producción de arroz	71
5.6.1	Fase 1. Definición de perfil de expertos	72
5.6.2	Fase 2. Descripción de herramienta de validación	75
5.6.3	Fase 4. Ejecución de la Validación	75
6	RESULTADOS OBTENIDOS EN LA VALIDACIÓN	76
7	CONCLUSIONES	80



LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Actores de la cadena de valor del arroz.....	29
Tabla 2. Matriz FODA, Fortalezas de la cadena de valor.	35
Tabla 3. Matriz FODA, oportunidades de la cadena de valor.	36
Tabla 4. Matriz FODA, debilidades de la cadena de valor.	36
Tabla 5. Matriz FODA, amenazas de la cadena de valor.	37
Tabla 6. Estrategias análisis FODA.....	38
Tabla 7. Matriz de retos en la cadena de valor producción de arroz.	53
Tabla 8. Matriz de Ejes para cierre de brechas en la cadena de valor producción de arroz.	59
Tabla 9. Matriz de acciones para cerrar brechas en la cadena de valor del arroz.....	61
Tabla 10. Matriz de iniciativas en la cadena de valor del arroz.	64
Tabla 11. Perfil experto N° 1.....	72
Tabla 12. Perfil experto N° 2.....	72
Tabla 13. Perfil experto N° 3.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Cuarta revolución industrial.....	13
Figura 2. Cadena de Valor Agroindustria.....	15
Figura 3. Marco de Transformación Digital para el estado colombiano	17
Figura 4. ABC del tablero de abastecimiento.....	22
Figura 5. Metodología para el desarrollo de Marco de apropiación de Transformación Digital para cadena de valor en producción de cereales - aplicado a proceso de arroz.	23
Figura 6. Cadena de valor producción de arroz.....	26
Figura 7. Esquema de cadena de valor producción de arroz.	27
Figura 8. Esquema de actores cadena de valor producción de arroz.....	28
Figura 9. Eslabón de aprovisionamiento.	31
Figura 10. Eslabón de producción primaria.....	32
Figura 11. Eslabón de comercialización.....	33
Figura 12. Eslabón de transformación.....	34
Figura 13. Dimensiones de la cadena de valor en la producción de arroz	42
Figura 14. Esquema de dimensiones de transformación digital para la cadena de valor de arroz.....	47
Figura 15. Matriz de diagnóstico inicial	52
Figura 16. Esquema de negocio alto nivel.....	68
Figura 17. Marco de apropiación de transformación digital para la cadena de valor en producción de arroz	70
Figura 18. Metodología de validación.....	71

Figura 19. Formato de validación de expertos	76
Figura 20. Resultado de validación de juicio de expertos	77
Figura 21. Validación Experto N° 1	78
Figura 22. Validación Experto N° 2	78
Figura 23. Validación Experto N° 3	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. F-Matriz de diagnóstico inicial 01

Anexo 2. F-Matriz de diagnóstico inicial 02

Anexo 3. Formato validación

Anexo 4. Marco Completo

Anexo 5. Diagrama negocio Alto nivel

Anexo 6. Validación experto 1

Anexo 7. Validación experto 2

Anexo 8. Validación experto 3

Comentado [1]: Se completa al final de TDG2

RESUMEN

Comentado [2]: Se completo al final de TDG2

Si bien es cierto que la transformación digital es un proceso de cambio que toda compañía debe abordar, no se debe determinar como una meta, sino como un proceso necesario para optimizar sus procesos haciéndolos eficaces, permitiendo a la organización estar a la altura para competir con las exigencias del mercado a nivel global.

La agroindustria alimentaria mundial presenta múltiples desafíos estando entre los más relevantes el crecimiento de la población y el cambio climático, sin embargo, en Colombia especialmente en el sector arrocero, se encuentran otras barreras como el rezago en la adopción de tecnologías digitales a lo largo de la cadena de producción.

Estos desafíos, se pueden enfrentar dando paso a una transformación digital del sector, No obstante, llevar a cabo esta transformación presenta retos enormes debido a los cambios que conlleva la adopción de una cultura y la optimización de los procesos mediante el uso de tecnologías. Por esta razón, en este documento se presenta un marco de transformación digital para la cadena de producción de arroz en Colombia que permita mejorar la productividad, la calidad y competitividad de los productos en el mercado.

El trabajo se desarrolla bajo una metodología de investigación descriptiva que se compone de cuatro fases, a través de las cuales se obtiene y analiza la información, posteriormente y basados en la teoría, se formula un marco de apropiación digital aplicado al sector arrocero y por último se genera un informe de evaluación del marco propuesto.

Luego de validar el marco propuesto en este trabajo a través de juicio de expertos, se concluye que sirve como herramienta de fácil comprensión para trabajar de manera colaborativa la transformación de cultura y procesos apoyadas por tecnología para

responder a los retos del entorno cambiante, incremento de la demanda y de la nueva
nuevos mercados de exigencia digital.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto y Antecedentes

De acuerdo con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) e iNNpulsa Colombia, la transformación digital es el uso y apropiación de las tecnologías de información combinadas con la capacidad de liderazgo y de desarrollo organizacional para cambiar radicalmente el desempeño y el modelo de negocio de las empresas (MinTIC et al., 2019), en este sentido, la transformación digital no solo se refiere a adoptar tecnologías digitales, puesto que requiere de inversiones que complementen la tecnología en sí, en competencias, en cambio organizacional, en procesos y modelos de negocios nuevos, así como en los activos intelectuales que ayuden a crear valor a partir de las nuevas tecnologías (OCDE, 2019).

La transformación digital es un proceso de cambio que toda compañía debe abordar, no sólo aquella que quiera sobrevivir sino la que quiera aprovechar para crecer gracias a las enormes oportunidades de la economía digital; No es un fin, una meta o un punto de destino, sino un proceso necesario de profundo cambio tecnológico y cultural que toda organización debe poner en marcha para estar a la altura de sus clientes digitales, integrando lo tradicional y aún vigente, con nuevas maneras de hacer las cosas, con procesos nuevos que nos hagan más eficaces, que nos hagan estar más cerca del mercado y de sus necesidades sin dejar de ser rentables (De la Peña Aznar, 2015).

Para la región de América latina y el caribe la transformación digital es muy prometedora en términos de estimular la innovación, generar eficiencia y mejorar los servicios, y al hacerlo, impulsar un crecimiento más incluyente y sostenible, así como incrementar el bienestar (OCDE, 2019). Sin embargo, pese a la rápida transformación

digital y el crecimiento de la productividad agregada en muchos países y regiones, existen sectores económicos que no han logrado un avance significativo en transformación digital, por ejemplo, aun con la integración de las nuevas tecnologías, los sectores agrícola, minero e inmobiliario aún se clasifican en la parte inferior de la distribución en lo referente a la intensidad digital en todos los indicadores disponibles de los países de la OCDE (OCDE, 2019).

Para el caso de Colombia, según la encuesta de transformación digital 2019 de la ANDI, el 71% de las empresas del sector servicios tienen una estrategia de transformación digital comparado con el 54,9% de las empresas del sector manufacturero. Lo anterior, genera una oportunidad para que la industria tradicional cambie, adoptando soluciones digitales como el Internet de las Cosas, Machine Learning, la robótica, la realidad virtual, entre otras, para mejorar en términos de productividad. Según la ANDI en el año 2019, las razones para iniciar un proceso de transformación digital incluyen: acceder a nuevos modelos de negocio, responder a las expectativas de los clientes, nuevas tecnologías, competidores de su industria, socios, proveedores y terceros.

No obstante, existen barreras para iniciar un proceso de transformación digital, según el resultado de la encuesta de transformación digital de la ANDI para el año 2019, las empresas manufactureras clasificaron por nivel de importancia al presupuesto con el 59,2%, falta de cultura con el 57,1% y desconocimiento con el 55,4% como los principales desafíos, teniendo presente que la falta de cultura se define como la inexistencia de campañas o iniciativas al interior de la organización que permitan la exploración de nuevas tecnologías y el desconocimiento como la falta de conocimiento de estas tecnologías y su posible aplicación en el negocio (ANDI, 2019). Lo anterior, indica que existe la necesidad

de un marco que permita la adopción de transformación digital a las empresas que por su naturaleza y sector están rezagadas y aún no aprovechan los beneficios de la digitalización.

1.2 Planteamiento del Problema

La agroindustria alimentaria enfrenta múltiples desafíos como la demanda creciente a nivel mundial, la optimización de recursos, la adaptación a cambios climáticos y el participar en un mercado global a través de la nueva economía digital. La agroindustria de cereales en Colombia específicamente el sector arrocero presenta déficit de productividad frente a la demanda, sumado a un rezago en adopción de tecnologías digitales en comparación con otros sectores económicos. Estos desafíos, se pueden enfrentar por medio de las innovaciones y tecnologías digitales dando paso a una transformación digital del sector, soportada en tecnologías como cadena de bloques, el internet de las cosas, la inteligencia artificial, entre otras. No obstante, llevar a cabo la transformación digital presenta retos como la identificación y diagnóstico correcto del nivel de digitalización de la organización, la comprensión del beneficio que representa la transformación digital, la madurez de las capacidades de las personas, la cultura y la tecnología para optimizar procesos y finalmente la gestión de las nuevas tecnologías.

Teniendo en cuenta lo anterior, mediante el presente proyecto se pretende resolver la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo lograr mantener la competitividad en el mercado con una industria más inteligente, interconectada, automatizada, flexible y productiva a través de un proceso de transformación digital de la industria?

1.3 Objetivo General

Definir un marco de transformación digital para la cadena de producción de cereal arroz en Colombia que permita mejorar la productividad, la calidad y competitividad de los productos en el mercado.

1.4 Objetivos Específicos

1. Definir los procesos de la cadena de producción y los procesos que agregan valor en la producción de cereal arroz.
2. Especificar alcance en dimensión de personas y cultura en la cadena de valor de producción de cereal arroz.
3. Diseñar marco de apropiación de tecnología digital para procesos productivos de cereal arroz.
4. Validar el marco de apropiación digital en la cadena de producción de arroz.

1.5 Organización del Documento

En el capítulo 2 el lector encontrará información sobre los antecedentes a nivel de marco teórico, estado del arte/ trabajos relacionados y estado de la práctica, lo cual permitirá tener una aproximación teórica al problema a tratar.

En el capítulo 3 se contempla la metodología aplicada en el trabajo, las fases en la que se construyó el mismo y los pasos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

El capítulo 4 contiene la documentación de los procesos de la producción de arroz, se formulan los esquemas de cadena de valor, un análisis de la situación actual, se define el esquema de dimensiones para la transformación digital

Comentado [3]: Se incluye al final de TDG2

En el capítulo 5 realiza el esquema ejes del marco de apropiación y la presentación de la propuesta.

El capítulo 6 se encuentra la validación del marco propuesto y adicionalmente se encuentran los perfiles de los expertos que se consultaron para la validación.

El capítulo 7 contiene el resumen de los resultados y finalmente el capítulo 7 contiene las conclusiones del presente trabajo de grado y el trabajo futuro a desarrollar.

2. ANTECEDENTES

Según cifras de la OCDE y FAO en su documento de perspectivas Agrícolas 2020-2029 donde examinan producción, consumo y comercio de cereales como el maíz, arroz, trigo, cebada y otros; para el 2019 la producción de cereales aumentó a nivel mundial, en el caso del maíz la producción aumentó debido a mayores cultivos en Brasil y Argentina, sin embargo, la producción de arroz mostró una reducción debido a condiciones atmosféricas y bajo margen de los productores. Según las perspectivas, se estima que la producción mundial de cereales incremente en 375 millones de toneladas, dependiendo de la capacidad de aumentar los rendimientos provocados por renovación de prácticas de cultivo, avances en biotecnología, cambios estructurales de la industria, la capacidad de adaptar tecnologías y aumentar la transferencia de conocimiento (OCDE-FAO, 2020).

En el ámbito productivo en Colombia, según la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019, la producción de cultivos total fue de 63.247.863 toneladas de las cuales el grupo de cultivo agroindustrial (café, palma de aceite, caña para azúcar, cacao, soya, algodón) participa con el 66.7% y el grupo de cultivo de cereales (arroz, cebada, maíz amarillo, maíz blanco, trigo) participa con el 7.0% y el porcentaje restante corresponde a frutas y tubérculos (DANE, 2019). Adicionalmente, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) informó que, en el primer trimestre de 2020 el Producto Interno Bruto (PIB) del sector agropecuario creció 6,8%, respecto al mismo periodo del año 2019, y dentro de ese incremento los cultivos que obtuvieron mayor crecimiento fueron plátano (35%); maíz (29,4%); arroz (20,9%); huevo (13,4%); y papa (11,2%) por lo tanto existe oportunidad de contribuir al crecimiento de cereales como el maíz y el arroz (DANE, 2020).

El sector agroindustrial en Colombia cuenta con gran potencial dentro de la economía nacional y su cadena de valor involucra directa o indirectamente a varios sectores económicos. Sin embargo, este sector se encuentra rezagado en adopción de transformación digital en comparación con otros sectores, según la Encuesta Nacional Agropecuaria 2019, en su apartado de ciencia, tecnología e innovación, asumiendo que la innovación es el resultado de un proceso de ciencia y tecnología que transforma una necesidad o requerimiento, y definiendo a los actores responsables de la innovación como Unidades de Producción Agropecuaria UPA, arroja resultados desfavorables puesto que aproximadamente el 95% de las UPA, no han realizado ningún tipo de innovación y apenas el 5% ya introdujeron innovación o están iniciando procesos de cambio o mejora, a su vez de ese 5% que corresponde a un total de 108.974 UPA, 60.001 pertenecen a actividades agrícolas. Adicionalmente, se menciona que los principales motivos que inciden en la introducción de cambios o mejoras en sus procesos de valor se refieren a mejorar la rentabilidad, resolver un problema técnico, de organización o comercialización y responder a nuevas demandas del mercado (DANE, 2019). Así mismo, en la encuesta de transformación digital de la ANDI 2019, donde compara el estado de transformación digital del sector manufacturero y sector servicios, se evidencia que el nivel de adopción de tecnologías y estrategias digitales tiene menor proporción dentro del sector manufacturero, su objetivo para invertir en tecnología se refieren a la automatización de procesos, reducir costos y lograr disrupción dentro de su misma industria, mientras que entre sus principales incentivos consideran lograr nuevos modelos de negocio, las expectativas de los clientes y nuevas tecnologías, además durante el 2020 la pandemia provocada por el Covid-19 se incluye como principal impulsador. Sin embargo, enfrentan obstáculos para lograr éxito en

la transformación digital entre los cuales se mencionan el presupuesto, falta de cultura, mentalidad, liderazgo, desconocimiento y finalmente falta de un modelo claro de negocio. (ANDI, 2019).

Conseguir un aumento en productividad y transformar la cadena de valor de la agroindustria de cereales se puede lograr si se cambian los procesos agrícolas tradicionales por procesos de agricultura de precisión, uso de aplicaciones móviles que sirvan de alimento para Big data, sensorización e internet de las cosas para toma de decisión inmediatas, entre otras tecnologías que ayudan a monitorear y pronosticar situaciones con el fin de incrementar eficiencias. Se debe permitir la identificación y diagnóstico correcto del nivel de digitalización de la organización, comprender y conseguir beneficio que representa la transformación digital, comprender las capacidades de personas, cultura y tecnología para optimizar procesos y finalmente gestión de las nuevas tecnologías en cada uno de sus eslabones de la cadena de valor.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Transformación digital

La transformación digital se refiere al uso y apropiación de las tecnologías de información combinadas con la capacidad de liderazgo y de desarrollo organizacional para cambiar radicalmente el desempeño y el modelo de negocio de las empresas, esto quiere decir que no solo se enfoca en tecnología, es también transformar la cultura y procesos de un negocio para adaptarse a las condiciones cambiantes de la actualidad y la economía digital, tal como lo define Ignacio G.R. Gavilán en su libro la carrera digital, la transformación digital es un cambio profundo que realiza una organización para adaptarse a

los retos y aprovechar las oportunidades que genera la tecnología digital (Gavilán, 2019). La capacidad de adaptarse a diferentes situaciones como la pandemia Covid-19, impulsa a las organizaciones a la adopción de transformación digital, aprovechando la disrupción tecnológica forjada por la aparición y adopción de tecnologías digitales como la inteligencia artificial, la cadena de bloques, Big data, la robótica, drones, la realidad aumentada, internet de las cosas, así como la conexión 4G y 5G.

En el caso de Colombia, según la ANDI, desde el 2016 en el país se presenta un aumento en la utilización de tecnologías y en el número de empresas que han iniciado una estrategia de transformación digital, en este caso para el año 2016 solo el 25.1% de las empresas contaban con una estrategia de transformación digital, mientras que para el año 2019 la cifra alcanzó el 63.5% y si se revisan las cifras separadas por sector, se obtiene que el 71.1% de las empresas del sector servicios y el 54.9% de las empresas del sector manufacturero cuentan con estrategias de transformación digital (ANDI, 2019) lo anterior indica que existe oportunidad de crecimiento y de transformación. Así mismo, la pandemia derivada por el Covid-19 ha impulsado la adopción de transformación digital, puesto que se han generado iniciativas para cerrar la brecha digital, entre ellas se puede nombrar la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial para aumentar la generación de valor social y económico del uso de tecnologías digitales en el sector público y privado aprobada por El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), El estudio “Going Digital” en Colombia (Digitalizando Colombia) realizado por la OCDE el cual evalúa nivel y adopción de las tecnologías digitales en el país y propone una plan para desarrollar un marco de políticas digitales integradas, Pacto por la Transformación Digital de Colombia desarrollado por en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) que busca integrar

gobierno, empresas, universidades y hogares, así como el apoyo a Centros de “Transformación Digital Empresarial”, la cual cuenta con 24 centros de Transformación Digital en 12 departamentos del país.

2.1.2 Industria 4.0 – Mapa de Transformación Industria 4.0 Word Economic

Forum.

La industria 4.0 hace referencia a la cuarta revolución industrial, como lo describe Mario Fernández en su libro *INDUSTRIA 4.0: Tecnologías y Gestión en la Transformación Digital de la Industria*, esta industria se caracteriza por la utilización de tecnologías avanzadas con una marcada inteligencia para recopilar y analizar datos, aprendizaje automático, interconexión y automatización. Fernández, menciona que la industria 4.0 es descentralizada tanto en datos como en la toma de decisiones, así como la producción incorpora entre otras tecnologías al internet de las cosas, la tecnología de la nube y el Big data, para lograr una industria más inteligente (Fernández, 2020).

De acuerdo a lo que menciona La Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (CODDII), la industria 4.0, se desencadena debido al impacto disruptivo de las tecnologías digitales aplicadas a los modelos de negocio de la industria y la convergencia de estas tecnologías en un ecosistema digital con otras tecnologías industriales existentes que transforman y desarrollan nuevos procesos dando lugar a una industria inteligente (Del Val Roman, 2012).

El Foro Económico Mundial ha desarrollado lo que llama Mapas de Transformación, con el fin de ayudar y orientar las conexiones entre distintas economías, sectores y temas globales. Propone de una forma dinámica el entendimiento de las

también actividades manufactureras asociadas con la producción de insumos (semillas, máquinas, fertilizantes, pesticidas) y la industria transformadora de estos productos (ANDI, 2017).

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, cataloga la agroindustria según sus cultivos y procesos para su encuesta nacional agropecuaria, es decir, los cultivos agroindustriales son los conformados por café, palma de aceite, caña, cacao, soya, algodón y cultivos de agroindustria de cereales son los conformados por arroz, cebada, maíz, trigo, avena y sorgo (DANE, 2019).

2.1.4 Cadena de Valor

Desde la teoría de la ventaja competitiva de Michael Porter (1985), la cadena de valor es un marco que permite analizar las fuentes de ventaja competitiva de una empresa de una forma desagregada. Según Porter, toda empresa realiza una serie de actividades propias del sector donde se desempeña y propias de su estrategia para entregar valor a un producto o servicio.

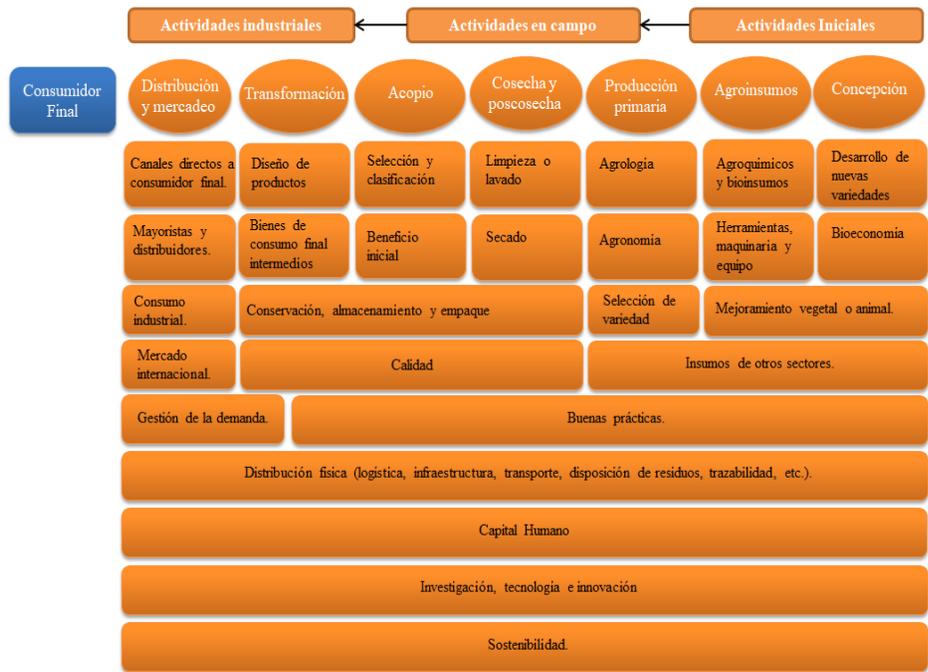
El marco de cadena de valor propone distinguir entre actividades primarias, aquellas que intervienen directamente en la generación de valor del producto o servicio (la logística, la operación, la venta y el servicio), y las actividades de apoyo que sirven de soporte a las primeras (compras, tecnología, recursos humanos, etc.). Adicionalmente, estas actividades no son independientes, sino que están conectadas entre ellas y son fundamentales para lograr la ventaja competitiva debido a que el desempeño de una actividad afecta a las demás (Porter, 1991).

La importancia del marco de cadena de valor de Porter se debe a que facilita la identificación de debilidades y fortalezas en cada eslabón y establecer intervenciones

focalizadas con tres objetivos fundamentales: la mejora de servicios, la reducción de costos y la creación de valor (Robben, 2018).

La agroindustria como cadena incluye actividades agropecuarias, manufactureras, de servicios logísticos, entre otras. Esta cadena, es cada vez más sofisticada y se rige por la necesidad de sostenibilidad, placer y conveniencia (ANDI, 2017), como se aprecia en la Figura 2.

Figura 2. Cadena de Valor Agroindustria



Fuente: (ANDI, 2017)

2.1.5 Modelo de madurez para la transformación digital – MMTD

Es un esquema organizado desarrollado por MINTIC e INNPULSA COLOMBIA, el cual permite identificar el nivel de digitalización de los procesos, las capacidades instaladas y las debilidades en las MiPymes usuarias finales de los Centros de Transformación Digital Empresarial CTDE para a partir de ello, establecer procesos de Transformación Digital y la mejora de las competencias TIC que deriven en un incremento del desempeño empresarial.

El MMTD, parte de los conceptos fundamentales y detalla cada uno de los procesos clave en la generación de valor dentro de la operación de las empresas, para luego abordar los elementos sobre los cuales se debe trabajar y realizar el diagnóstico de madurez para lograr la transformación digital (MinTIC et al., 2019).

2.1.6 Marco de la transformación digital para el estado colombiano

Es un Marco para la transformación digital desarrollado por el Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones MinTIC, en cumplimiento del artículo 147 de la Ley 1955 del 2019 del Plan Nacional de Desarrollo, para que las entidades del estado incorporen en sus planes de acción el mecanismo para transformación digital, la Figura 3, muestra el Marco de la transformación digital para el estado colombiano.

El objetivo de este marco es lograr la habilitación de capacidades digitales en las entidades públicas del territorio nacional, para impulsar su transformación digital soportada con tecnologías emergentes y una modificación de procesos, productos y servicios para entregar valor del sector público (MinTIC, 2020).

Figura 3. Marco de Transformación Digital para el estado colombiano



Esquema básico del Marco de la Transformación Digital para entidades públicas. MinTIC, 2020

Fuente: (MinTIC, 2020)

2.1.7 Plan de ordenamiento productivo del arroz

El Plan de ordenamiento productivo para el desarrollo, estabilidad y especialización de la cadena arrocera colombiana desarrollado en la resolución número 077 de 2021 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MinAgricultura, es un proceso de planificación estratégica, de carácter técnico y político, que se formula de forma participativa con actores públicos y privados para las cadenas productivas y que busca contribuir a mejorar la productividad agropecuaria, la seguridad alimentaria, la competitividad y la seguridad jurídica sobre la propiedad de la tierra, bajo principios de

responsabilidad social, sostenibilidad ambiental y desarrollo económico para el periodo 2020-2038 (MinAgricultura, 2020b)

2.2 Estado del arte/trabajos relacionados

2.2.1 Definición de estrategias de adopción de la cuarta revolución industrial por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en Colombia.

Proyecto de grado donde se determina es estado de la situación actual en la adopción de estrategias de la cuarta revolución industrial por parte de las PYMES en Bogotá, identificación de los pilares de la cuarta revolución industrial y, generación de propuesta de estrategia que permitan capitalizar los avances tecnológicos por parte de estas empresas (GONZÁLEZ GARCÍA, 2018).

2.2.2 Cadena de suministro 4.0 Mejores Prácticas Internacionales y Hoja de Ruta para América Latina.

Monografía presenta el producto de una iniciativa llevada adelante por el Banco Interamericano de Desarrollo y el Foro Económico Mundial, para estudiar el grado de preparación de los países de América Latina para impulsar la transformación digital de la cadena de suministro. Confirma que la transformación digital de la cadena de suministro o cadena de Suministro 4.0 constituye un aspecto clave para que los países de la región transiten hacia la Cuarta Revolución Industrial (Calatayud & Katz, 2019).

Fue desarrollada con base en tres objetivos:

1. Identificar la experiencia, lecciones aprendidas y mejores prácticas en la transformación digital de la cadena de suministro en economías avanzadas.
2. Evaluar el nivel de preparación de América Latina para encarar dicho proceso de transformación.

3. Presentar una serie de recomendaciones para acelerar este proceso en la región.

2.2.3 Descripción de un marco de referencia para la implantación de industria 4.0 en la ciudad de Medellín a partir de las capacidades productivas existentes y potenciales y la validación de un instrumento de diagnóstico empresarial

Es un trabajo de grado para optar al título de maestría en ingeniería de la universidad EAFIT Colombia. Tiene como objetivo, describir un marco de referencia que permita hacer diagnóstico de las empresas manufactureras y posteriormente orientar la implantación de la industria 4.0 en la ciudad de Medellín Colombia.

Presenta un marco de referencia en dos etapas sucesivas. La primera busca indagar a partir de los objetivos de industria 4.0 y bajo la teoría de la complejidad económica cuáles son los productos y/o sectores en los que es conveniente direccionar una transformación para la industria 4.0 y la segunda busca validar un instrumento de medición que permita evidenciar el estado de las empresas manufactureras de la ciudad frente a los objetivos industria 4.0 como referencia para la transformación (Ramírez Zapata, 2020).

2.2.4 Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina

Es un documento de proyectos elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En este documento se identifican los cambios a nivel de tecnologías digitales avanzadas para la transformación productiva y avances en curso en nueve países de la región, con especial énfasis en las políticas públicas y la inclusión de los pequeños agricultores. Con ello busca proponer nuevas ideas para promover un proceso de

digitalización que ayude a acelerar una transición hacia un sistema alimentario más inclusivo y sostenible (Sotomayor et al., 2021).

2.3 Estado de la práctica

2.3.1 E-KAKASHI: El cerebro agrícola de inteligencia artificial

En Colombia, con el apoyo del el laboratorio de innovación del Banco Interamericano de Desarrollo, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en colaboración con PS Solutions (miembro de Softbank Group), cultivadores de arroz locales y Blanquita (Arrocera la Esmeralda SAS), han iniciado proyecto dentro del marco de la Alianza de Investigación en Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Sostenible (SATREPS), que busca mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo del arroz aplicando tecnología desarrollada por PS Solutions denominada E-KAKASHI (SoftBank Corp, 2019).

Esta tecnología combina Internet de las cosas, macrodatos, inteligencia artificial y un sistema ciber físico para transformar la agricultura en una ciencia basada en datos, realiza una recopilación en tiempo real datos del medio ambiente como: temperatura del aire, radiación y humedad del suelo, entre otros y datos del estado de cultivos para luego procesar y aplicar analítica de datos para determinar el nivel óptimo de los parámetros agrícolas. Adicionalmente, esta tecnología contribuye a resolver problemas ambientales como el uso de recursos de agua y emisión de gases de efecto invernadero (IDB, 2019).

2.3.2 Diagnóstico, análisis y seguimiento de cultivos a partir de imágenes multiespectrales

En Colombia, Arrocera la Esmeralda SAS, empresa dedicada a molienda de arroz en colaboración universidades de la región, está desarrollando proyecto de investigación

para realizar diagnóstico, análisis y seguimiento del estado de los cultivos a partir de imágenes multiespectrales tomadas de los satélites Sentinel-1, Sentinel-2 y Sentinel-3, pertenecientes al programa de observación de la tierra de la Unión Europea llamado Copernicus. Adicionalmente, se utilizan drones para soportar la información de cultivos como: ubicación, área, estado de humedad gracias a cámaras multiespectral que poseen.

Este proyecto consiste en recopilar las imágenes multiespectrales proveniente de drones y satélites, para luego realizar un análisis de las diferentes bandas de colores RGB que permiten determinar inicialmente, el Índice de Humedad de Cultivos (CMI) y el estado de los cultivos o la zona vegetal que se está desarrollando. Lo anterior sirve como base para realizar estrategias de fortalecimiento de los cultivos desde etapa temprana (Arrocera la Esmeralda SAS, 2021)

2.3.3 Desarrollo de una herramienta para la agricultura de precisión en los cultivos de arroz: censado del estado de crecimiento y de nutrición de las plantas usando un dron autónomo.

Con el apoyo de Colciencias, CIAT y Fedearroz, ingenieros de la universidad Javeriana se encuentran desarrollando, un dron autónomo provisto de sensores climatológicos y una cámara multiespectral, que promete transformar la siembra del arroz en Colombia.

Desde mediados de 2016 el equipo no solo adoptó una cámara multiespectral que puede tomar fotografías en distintos rangos de luz y sensores de temperatura, radiación y presión atmosférica, también desarrollaron los algoritmos de funcionamiento, el sistema de navegación y la plataforma digital y fenotípica, entre otros, que recibirá toda la información recolectada para posteriormente con analítica predecir el estado de la siembra y conseguir

información sobre la correlación genética de las plantas a partir de su genotipo: del color del cultivo, la altura, los nutrientes que está asimilando (Javeriana, 2017).

2.3.4 Tablero de abastecimiento de la producción agropecuaria en Colombia

El Ministerio de Agricultura, a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), ha diseñado una herramienta digital para informar el estado de la cadena de abastecimiento de producción agropecuaria del país. El objetivo de este tablero digital, es en primera medida recolectar información sobre escasez y sobreoferta de alimentos, dificultades en transporte y logística, disponibilidad de mano de obra, agro-insumos y demanda de alimentos, para luego ser procesada, analizada y compartida a fin de que los diferentes actores de la cadena como las autoridades, los productores, los transportadores y los comercializadores tomen las mejores decisiones e incrementen su eficiencia (MinAgricultura, 2020a), la Figura 4 contiene los puntos clave del tablero de abastecimiento.

Figura 4. ABC del tablero de abastecimiento.



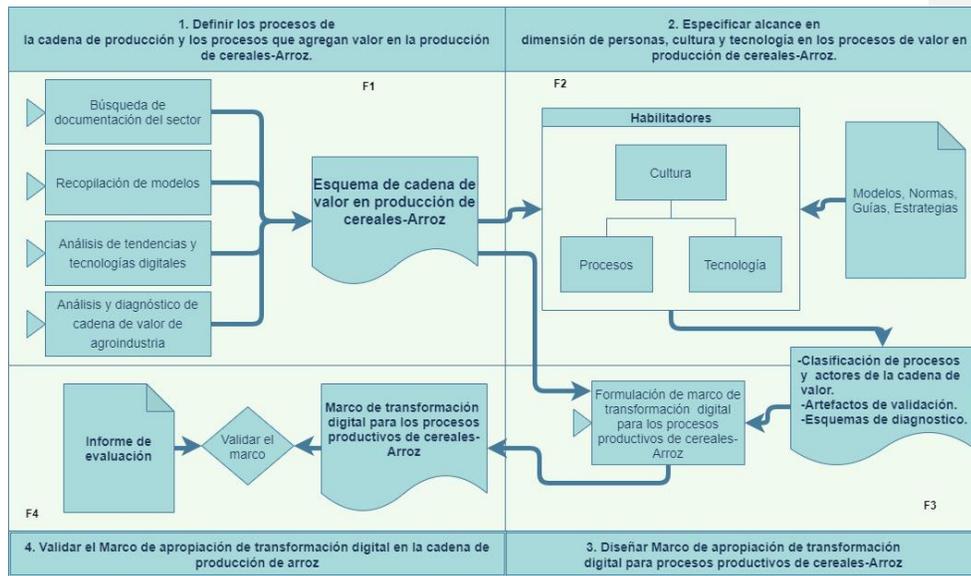
Fuente: (UPRA, 2020)

3 METODOLOGÍA

Comentado [4]: Se presenta un borrador inicial que será completado en TDG2.

Para desarrollar los objetivos propuestos para el marco de transformación digital se emplea investigación aplicada, dado que se utilizan los conocimientos adquiridos durante el programa académico de formación Maestría en Gerencia de TI. Investigación Descriptiva, dado que, con base a la información encontrada se describe la situación actual en la dimensión de procesos, cultura y tecnología en los procesos de valor en producción de cereales y proponer el modelo de transformación digital en el sector, la Figura 5 muestra la secuencia de las actividades a realizar en este proyecto.

Figura 5. Metodología para el desarrollo de Marco de apropiación de Transformación Digital para cadena de valor en producción de cereales - aplicado a proceso de arroz.



Fuente: Elaboración propia

Para lograr los objetivos propuestos de este proyecto, se propone dividir las actividades en fases. Inicialmente la fase 1 de planeación, se investigarán las mejores prácticas, las políticas, los planes, los procesos y los documentos del sector de cereales que ayudan a identificar los componentes de la cadena de valor en la producción de Arroz. Así como, los modelos y tendencias de tecnologías digitales que puedan brindar soporte al proceso productivo. A partir de estos datos, se elaboran los artefactos como: el esquema de la cadena de valor en la producción de arroz y matriz de procesos.

En la fase 2 de análisis, se analiza los modelos, las normas, las guías y las estrategias para dimensionar los habilitadores de transformación digital como: la cultura, los procesos y la tecnología, de tal modo que sirvan de insumo para clasificar los procesos y actores de la cadena de valor en la producción de cereal – Arroz. Como también, obtener los artefactos de validación y modelos de madurez para cada uno de los habilitadores.

En la fase 3 de diseño, se formula el marco de apropiación de transformación digital para los procesos productivos de cereal arroz. Así mismo, se construyeron los artefactos de validación de la propuesta.

Finalmente, en la fase 4 de validación se aplican los artefactos de validación, se analizan los resultados y se construye el informe de evaluación del marco de apropiación de transformación digital en la cadena de valor de producción de cereal arroz.

4 PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Comentado [5]: Se crea en TDG2

4.1 Formulación de los procesos de la cadena de producción de cereal arroz

En este capítulo, se presenta el desarrollo del objetivo específico número 1, en el cual se definen los procesos agregan valor en la producción de cereal arroz, lo que permite

establecer un esquema que especifique las actividades primarias y de soporte que intervienen en transformación del arroz.

Para llevar a cabo el objetivo, se seleccionaron 3 documentos que contienen información estratégica de los procesos que inciden en la producción de arroz en Colombia. Para la selección se tuvo en cuenta criterios como: Fuente y propiedad intelectual, vigencia, actualidad y contribución al logro de los objetivos de este trabajo de grado.

Los documentos seleccionados fueron: Política comercial para el arroz desarrollado por la cámara Induarroz de la ANDI y elaborado por FEDESARROLLO, Línea base cadena productiva del cultivo de arroz de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) y el plan de ordenamiento productivo del arroz en Colombia 2020-2038 presentado por el ministerio de agricultura y desarrollo rural de Colombia.

4.2 Desarrollo del esquema de los procesos de la cadena de producción de cereal arroz

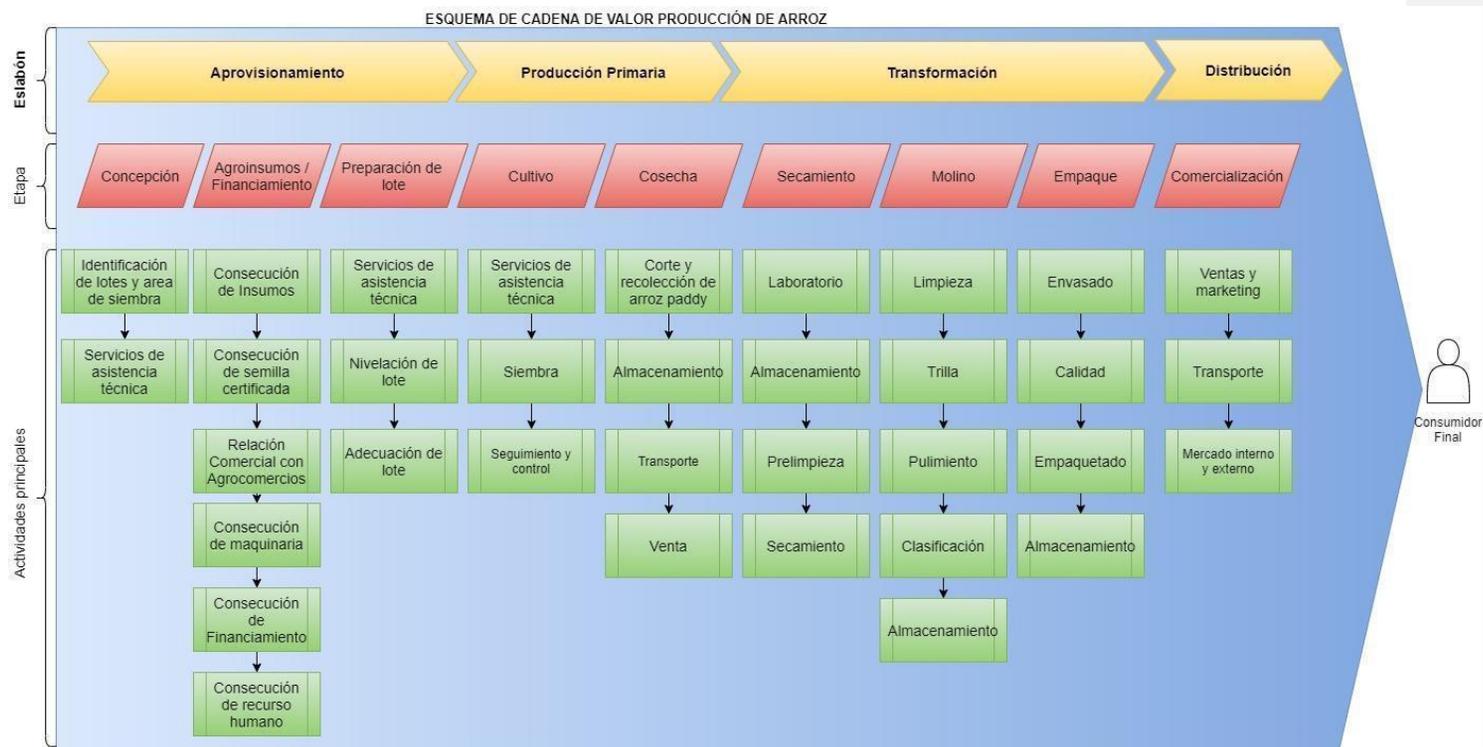
Para el desarrollo de este objetivo se identifica los principales eslabonamientos que conforman la cadena del arroz, se elabora el esquema general de la Figura 6 y se elabora el esquema detallado de la Figura 7, así como, se realiza un reconocimiento de los diferentes actores que intervienen en el desarrollo de las actividades de esta cadena como: producción, transformación y venta, representándolos en la Figura 8.

Figura 6. Cadena de valor producción de arroz.



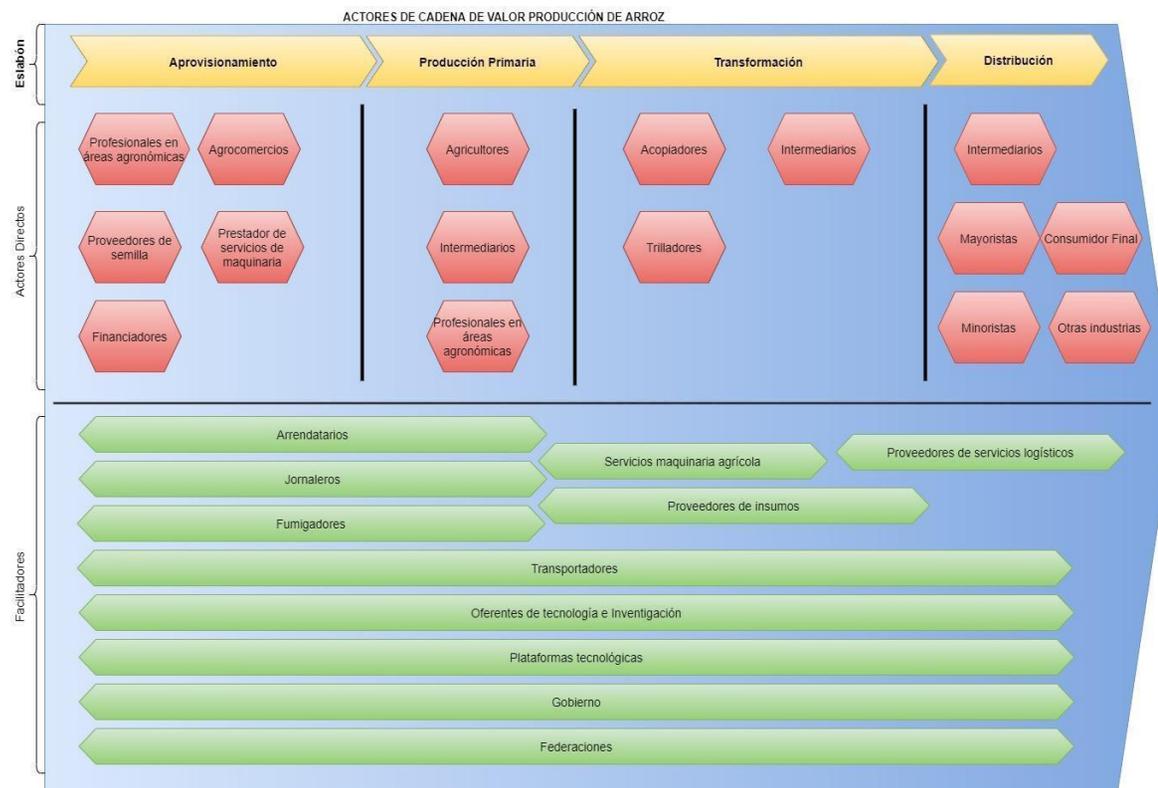
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Esquema de cadena de valor producción de arroz.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Esquema de actores cadena de valor producción de arroz



Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Actores de la cadena de valor del arroz.

En cada eslabón se encuentran actores que aportan servicios o productos a cada actividad desarrollada durante los diferentes procesos. Estos actores se resumen en la Tabla 1 mostrada a continuación.

Tabla 1. Actores de la cadena de valor del arroz.

Eslabón	Actor	Función
Aprovisionamiento	<ul style="list-style-type: none">- Profesionales en áreas agronómicas.- Agro comercios.- Proveedores de semillas.- Prestador de servicios de maquinaria.- Financiadores	<p>Son los encargados de asesorar al productor en el manejo de cultivo, brindar los insumos y servicios requeridos tales como fertilizantes, abonos, semillas, maquinaria, entre otros.</p> <p>La financiación puede ser realizada a través de entidades públicas, agrocomercios o los molinos; el beneficio de esta relación es que el molino asegura su materia prima y el agricultor asegura con ese crédito el recurso y quién le compre su arroz.</p>
Producción primaria	<ul style="list-style-type: none">- Agricultores.- Intermediarios- Profesionales en áreas agronómicas.	<p>Estos actores son los responsables económica y técnicamente de ejecutar las actividades tales como aplicación de insumos, manejo del agua, apoyo en la preparación, recolección y transporte, y en general toda la explotación agrícola cuya finalidad es la siembra de arroz.</p>
Transformadores	<ul style="list-style-type: none">- Acopladores.- Intermediarios.	<p>En este eslabón se encuentran los actores que realizan el manejo poscosecha,</p>

	- Trilladores.	limpieza, clasificación, empaque y en general la transformación hacia el producto final.
Distribución	- Intermediarios.	La función de estos actores consiste
	- Mayoristas.	técnicamente en mover el producto hasta
	- Consumidor final.	el mercado final, es decir los clientes y/o
	- Minoristas.	consumidores.
	- Otras industrias.	

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

4.3 Procesos de la cadena de valor

4.3.1 Eslabón de aprovisionamiento

En el eslabón de aprovisionamiento es en el cual se encuentran aquellos recursos o servicios necesarios para desarrollar las actividades pertinentes al proceso de cultivo (MinAgricultura, 2020b). En la Figura 9 se muestran las actividades que se desarrollan durante este proceso.

4.3.2 Eslabón de producción primaria

Como muestra la Figura 10, este segundo eslabón define las actividades relacionadas con la explotación agrícola antes de dirigirse a su procesamiento o transformación y comercialización (MinAgricultura, 2020b).

Figura 9. Eslabón de aprovisionamiento.

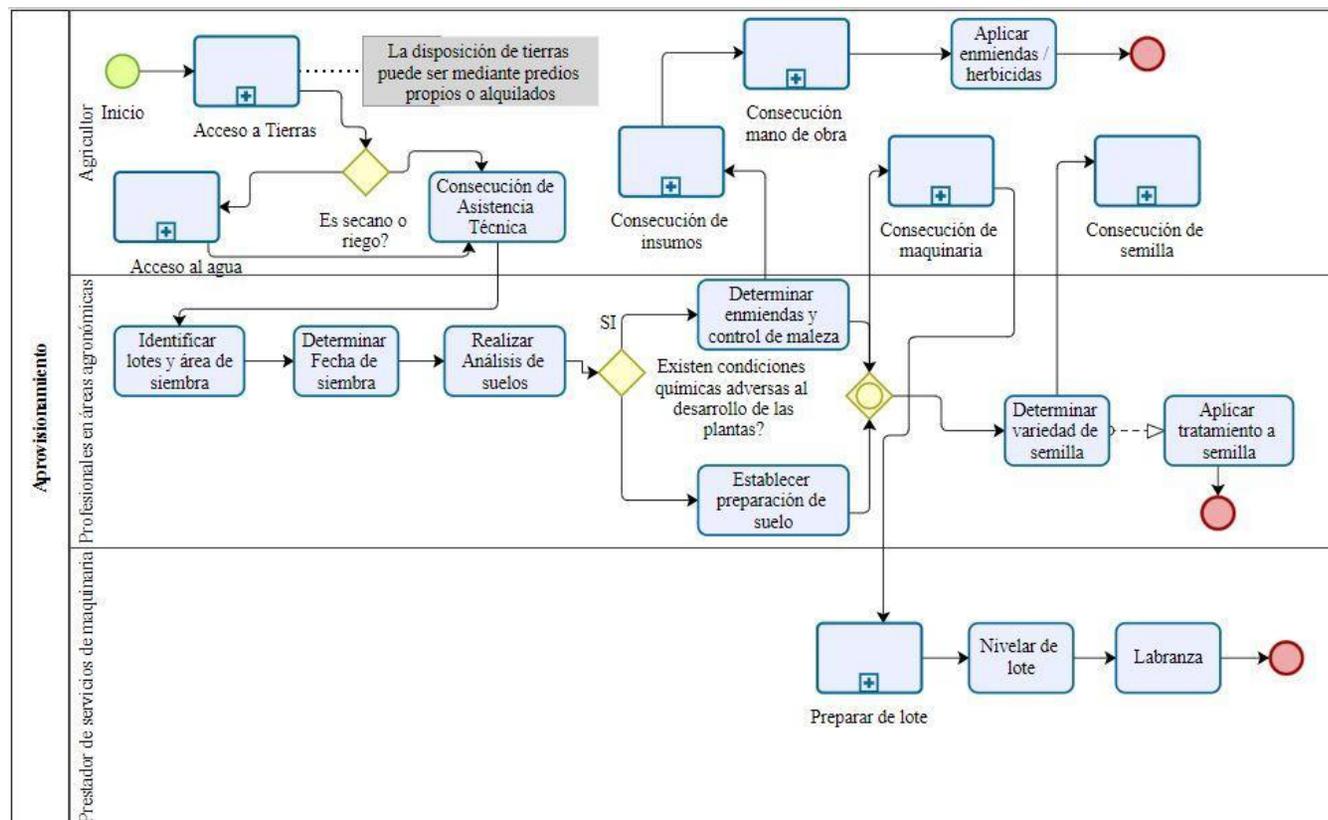
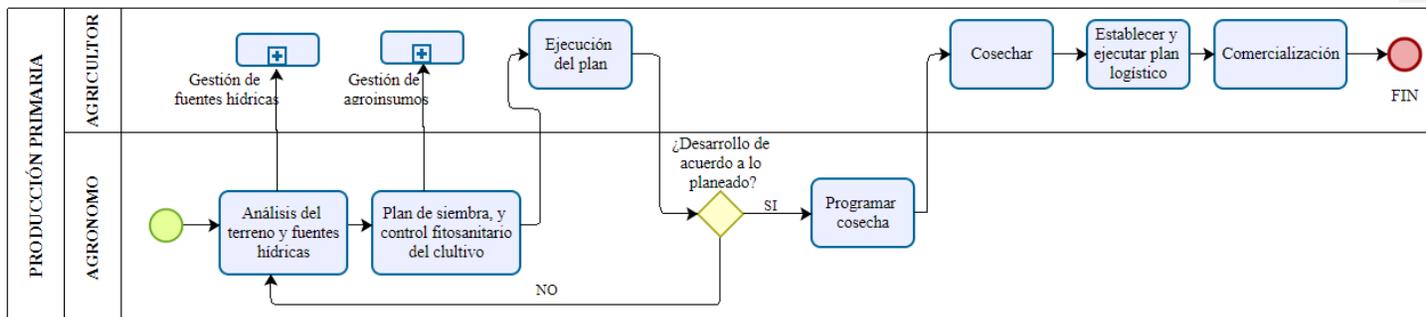


Figura 10. Eslabón de producción primaria.



Fuente: elaboración propia basado en la investigación

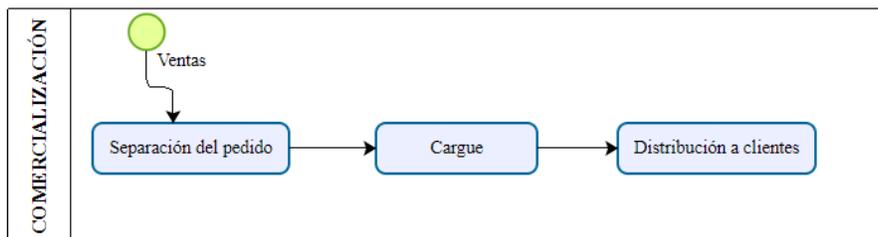
4.3.3 Eslabón de transformación.

Se define también como eslabón de agroindustria y está compuesto por un conjunto de actividades económicas que combinan el secamiento, procesamiento y transformación para producir arroz blanco (MinAgricultura, 2020b). En la Figura 12 se muestran las actividades desarrolladas durante esta fase.

4.3.4 Eslabón de comercialización.

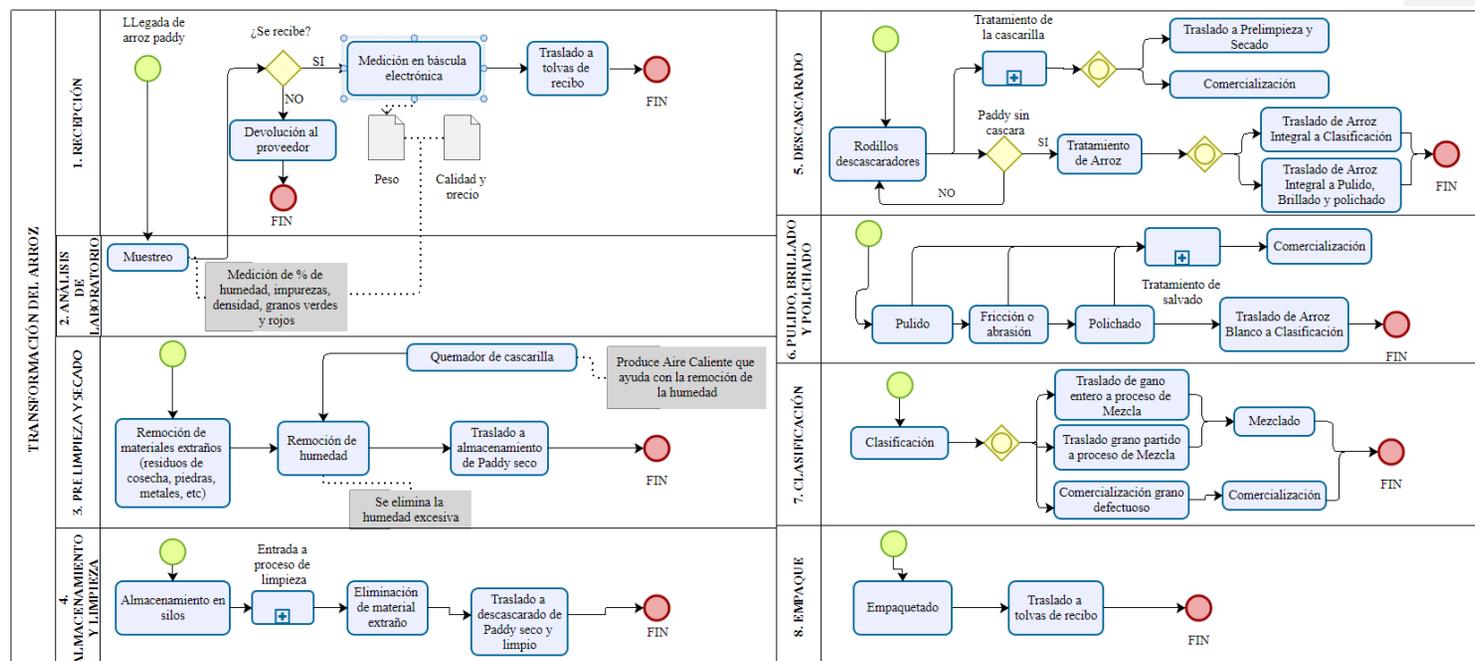
Como su nombre lo indica, en este eslabón se encuentran las actividades necesarias para llevar a cabo la venta y distribución del producto terminado. La Figura 11 muestra dichas actividades.

Figura 11. Eslabón de comercialización.



Fuente: elaboración propia basado en la investigación

Figura 12. Eslabón de transformación.



Fuente: elaboración propia basado en la investigación

4.3.5 Matriz FODA

Se realizó un análisis con la matriz FODA aprovechando las características de esta herramienta con el fin de identificar fortalezas, amenazas y oportunidades del sector, lo cual proporcionó una visión amplia de la situación, a través del conocimiento del contexto gremial y un diagnóstico de la cadena de valor.

Así como lo describe Vidal A. E. (Vidal, 2004) “es una herramienta de auditoría de la organización, para detectar tanto el impacto presente y futuro del entorno, como los problemas propios de la organización planteando un modelo inductivo en ellas”. La aplicación de esta se puede evidenciar en la Tabla 2 hasta las Tabla 6.

Tabla 2. Matriz FODA, Fortalezas de la cadena de valor.

#	Fortalezas
1	El cultivo de arroz tiene alta participación en el sector agropecuario (González, 2020)
2	En algunas zonas se presenta siembra durante todo el año (FEDEARROZ, 2017)
3	Experiencia de más de 70 años (MinAgricultura, 2020b).
4	Se pueden obtener subproductos (alcohol, harinas, cosméticos) (González, 2020)
5	El producto se consume durante todo el año y por parte de toda la población. (MinAgricultura, 2020b).
6	Alta capacidad para el control de plagas y enfermedades. (Entidades como el ICA, Fedearroz y Agrosavia, resistencia y enemigos naturales)
7	Incorporación de tecnología por parte de la industria.
8	Investigación e implementación de programas y estrategias gremiales.
9	Investigación para el mejoramiento de semilla (CIAT, Fedearroz).
10	Existe mayor posibilidad de acceso a la tecnología como celulares, tablets, internet, entre otras, que impulsan el aprendizaje a distancia.

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

Tabla 3. Matriz FODA, oportunidades de la cadena de valor.

Oportunidades

- 1 Aumentar el índice de exportaciones en el sector arrocero.
 - 2 Apoyo de organismos científicos para aumento de capacidad y rendimiento del cultivo.
 - 3 Aprovechamiento de subproductos
 - 4 El arroz es genérico; el precio es el activador de la compra.
 - 5 Proliferación de marcas propias.
 - 6 Apoyos gubernamentales para el crecimiento del sector arrocero
 - 7 El grado de transabilidad comercial del arroz en el mundo aumentará.
 - 8 Estabilidad futura de los precios internacionales del arroz.
 - 9 El consumo interno no está saturado y, en cambio, puede aumentar.
 - 10 Potencial para integrar nuevos usos para el consumo de arroz (80 % humano, 7 % animal, 14 % otros usos) a través de subproductos.
-

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

Tabla 4. Matriz FODA, debilidades de la cadena de valor.

Debilidades

- 1 Dificultad para estandarizar los rendimientos a nivel nacional, debido a heterogeneidad de las zonas arroceras
- 2 Existe una marcada estacionalidad en la producción, el 65 % del área anual se siembra en el primer semestre, lo que afecta los precios.
- 3 Escasa práctica de control integrado de plagas y enfermedades, que trae como consecuencia exceso de uso de plaguicidas químicos, toxicidad de suelos y aguas, afectación del ambiente, desequilibrio biológico, resistencia a los plaguicidas e incremento de costos.
- 4 La alta sensibilidad del cultivo del arroz ante fenómenos de variabilidad climática intra semestral e interanual (fenómenos de El Niño y La Niña), especialmente frente a las variables precipitación, temperatura y brillo solar.
- 5 El cultivo del arroz genera un importante impacto ambiental, principalmente asociado al

uso ineficiente de agroquímicos.

- 6 En el sistema de riego los rubros que más pesan son arriendo, fertilizantes y protección al cultivo, lo que en términos relativos les da relevancia a sistemas menos costosos en otras regiones del país.
- 7 El transporte en época de cosecha se dificulta por la marcada estacionalidad y por el tipo de vías (caso Casanare), mayores costos, daño en vías terciarias y secundarias.
- 8 Baja adopción de semillas certificadas
- 9 Limitada adopción de la tecnología disponible dada la baja cobertura y calidad del servicio de transferencia de conocimiento
- 10 Limitado acceso a tierras con riego y deficiencias en el manejo del recurso hídrico
- 11 El proceso de secamiento y trilla no es posible diferenciarlo según la variedad (mezcla de variedades); se pierden cualidades culinarias y de trilla cuando hay mezcla de variedades.
- 12 Débil capacidad de los organismos de control para ejercer la debida inspección, vigilancia y control sanitarios.
- 13 La baja transferencia tecnológica en el cultivo del arroz no permite el uso adecuado y racional de recursos, insumos agroquímicos, riego, semilla y el manejo adecuado de los suelos para su conservación y uso sostenible.
- 14 Multitud de tecnologías y grandes brechas (en el cultivo y en la agroindustria) entre los productores más atrasados y los más avanzados.
- 15 Bajo índice de producción y rendimiento debido a la informalidad en los procesos de cultivo.

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

Tabla 5. Matriz FODA, amenazas de la cadena de valor.

Amenazas

- 1 Desgravación arancelaria, contingentes crecientes y el aumento de las importaciones son inminentes y pondrán a competir al arroz colombiano con otros países. (Así como por el libre comercio de arroz al año 2027 con Ecuador y Perú y al 2031 con Estados Unidos y Mercosur.)

- 2 El cambio climático y el crecimiento del comercio internacional puede facilitar el ingreso al país de plagas y enfermedades exóticas.
- 3 Posición dominante en los canales de distribución (tienda a tienda) y comercialización de arroz blanco.
- 4 Continuar con modelos convencionales de producción y no realizar la transición a sistemas de producción sostenibles.
- 5 Poca articulación intersectorial (principalmente entre los sectores ambiental, minero-energético y agrícola), lo cual puede generar cuellos de botella en la planificación de las áreas con mayor aptitud para el cultivo del arroz y en general para el fortalecimiento de la cadena productiva.
- 6 Dificultades fiscales que deterioren la capacidad presupuestal para apoyar el sector arrocero.
- 7 Acciones legales de la CAN, la OMC y otras instancias de comercio que obligan a desmontar algunos de los instrumentos de política que se aplican.
- 8 El contrabando y la informalidad desestimulan la producción nacional
- 9 La demanda de arroz es poco sofisticada y el consumo de arroz per cápita es relativamente bajo
- 10 La pérdida de suelos y su degradación por prácticas inadecuadas en el cultivo del arroz ocasiona a su vez un impacto en el cambio climático debido a la liberación del carbono almacenado en el suelo.
- 11 Según el ministerio de educación, existen brechas a nivel educativo puesto que una persona en el área urbana cursa en promedio 6 años escolares y en el área urbana un promedio de 10 años.

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

Tabla 6. Estrategias análisis FODA.

Estrategias FO	Estrategias FA
<ul style="list-style-type: none"> ● Valerse de la experiencia del gremio para fortalecer el aprovechamiento de subproductos, abriendo de esta forma nuevos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Contribuir a la producción sostenible y al manejo integrado de plagas y enfermedades, mediante el uso de prácticas agronómicas

mercados.	que surgen como resultado de las investigaciones implementadas por las entidades involucradas en el gremio arrocero.
<ul style="list-style-type: none"> ● Aprovechar las investigaciones realizadas y la tecnología implementada por Entidades como el ICA, Fedearroz, Agrosavia, CIAT y molinos frente al mejoramiento de la semilla, control fitosanitario, para contribuir al aumento de rendimiento de los cultivos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Debido al alto consumo que presenta el arroz y sus subproductos, se pueden fortalecer los canales tradicionales y modernos, mejorando la distribución y comercialización.
<ul style="list-style-type: none"> ● Debido a la Alta participación en el sector agropecuario, se pueden obtener apoyos o beneficios gubernamentales que permitan el crecimiento y fortalecimiento del sector arrocero. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Aprovechar la masificación del acceso a las herramientas tecnológicas para extender el alcance de la transferencia de tecnología y conocimientos que permiten cerrar o minimizar brechas educativas y adopción de buenas prácticas.
<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollar estrategias de expansión aprovechando la proliferación de marcas propias y el alto índice de consumo de arroz a nivel nacional e internacional 	

Estrategias DA

Estrategias DO

<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer mecanismos que permitan reducir los efectos en los cultivos de arroz generados por los cambios climáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollar modelos de control para registrar la trazabilidad de la variedad de la semilla garantizando la calidad del arroz y subproductos, permitiendo alcanzar estándares internacionales y mejorar el índice de exportación nacional.
<ul style="list-style-type: none"> ● Planificar adecuadamente el uso de suelo y del manejo de agroquímicos mediante prácticas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Aprovechar los avances sectoriales de los organismos científicos que permiten el

adecuadas, reduciendo de esta manera los efectos ambientales.

- Hacer un análisis de los actores de la cadena de valor del arroz para construir un plan de formación que permita reducir las brechas de adopción de tecnología y nivel educativo, fortaleciendo los eslabones de la cadena productiva.
 - Proponer alianzas público-privadas que mejoren el acceso vial y al recurso hídrico, minimizando costos a los productores y reduzcan las dificultades presupuestales que presenta el sector arrocero.
 - Implementar un programa para realizar la transición a sistemas de producción sostenibles que garanticen el uso adecuado y racional de recursos, mediante la aplicación de herramientas tecnológicas que faciliten la comunicación y adopción de tecnología y buenas prácticas.
 - Utilizar los tratados con los países productores de arroz para fomentar la modernización de los cultivos y adquisición de tecnología.
- Aprovechar los apoyos gubernamentales para establecer estrategias conjuntas con el fin de mejorar los costos y tiempos utilizados en la cadena de suministro, además del acceso y manejo de los recursos hídricos.

mejoramiento de la semilla, aumentando la producción y rendimiento de los cultivos.

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

4.4 Esquema de dimensiones habilitadoras de transformación digital

En este capítulo, se definen las dimensiones habilitadoras de transformación digital para la cadena de valor en la producción de arroz, basado en los ámbitos relacionados en el Marco de transformación digital para el estado colombiano, el cual permite tener una evaluación del estado actual en referencia a procesos, cultura y tecnología que permite identificar y abordar los componentes más importantes que aprueben o ralenticen la transformación digital. En la Figura 13 se representan las dimensiones habilitadoras de transformación digital, que normalmente están presentes en cualquier proceso de transformación digital como lo menciona Ignacio Gavilán en su libro la carrera digital (Gavilán, 2019).

“Existen infinitas transformaciones digitales, que pueden impactar a diversas partes de la organización. Normalmente, afectarán a uno o varios de estos elementos: sistemas de información corporativos y gestión de la TI, puesto de trabajo, relación con el cliente, procesos de negocio, oferta de productos y servicios o modelos de negocio.”.

Así pues, lo sistemas de información corporativos y gestión de la TI para la dimensión habilitadora de tecnología, los puestos de trabajo, relación con el cliente para cultura - personas y finalmente procesos de negocio, oferta de productos y servicios o modelos de negocio para procesos.

4.4.1 Definición de las dimensiones habilitadoras de transformación digital en cadena de valor en producción de arroz

Figura 13. Dimensiones de la cadena de valor en la producción de arroz



Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.1 Dimensión Cultura-Personas.

Esta dimensión permite identificar a todos los actores de la cadena de valor en la producción de arroz y sus comportamientos en cada uno de los eslabones, cuáles son los factores que permiten o impiden un cambio cultural de transformación digital, teniendo en cuenta algunos puntos clave como rango etario, nivel de escolaridad, nivel de adopción nuevas prácticas.

En esta dimensión se puede resaltar la participación del arroz en Colombia, actividad que se desarrolla en 211 municipios de 23 departamentos del territorio colombiano, siendo el cultivo de arroz la tercera actividad agroindustrial más importante después del café y el maíz y con una participación cercana del 5% en el PIB agropecuario (FEDEARROZ, 2017).

Los retos para esta dimensión están enfocados al desarrollo de nuevas habilidades propias de las exigencias tecnológicas actuales, utilización de tecnología como herramienta para el aprendizaje, necesidad de carreras técnicas, tecnológicas y universitarias para los actores de la cadena de valor de la industria arrocera.

El último censo arrocero desarrollado por Fedearroz y el DANE, permite conocer que el 72.3% de los productores de arroz seco mecanizado superan los 40 años y que aproximadamente el 50% de ellos no tiene escolaridad superior a educación primaria, con solo el 8% de población universitaria. Las cifras para los productores de arroz de riego revelan que el 41% cuenta con un nivel primario, el 33% un nivel secundario y aproximadamente el 15% cuentan con educación a nivel universitaria. Lo anterior demuestra la existencia de brechas entre los dos tipos de siembras de arroz generando mayores desafíos para la adopción de transformación digital (FEDEARROZ, 2017).

Para el sector industrial, se cuenta con los datos aportados por la ANDI (2019), que permiten concluir que el talento digital es parte fundamental para los procesos de transformación digital a nivel de dimensión de personas y cultura, en este caso las cifras muestran que el 86,7% de los encuestados considera que la automatización se convierte en impulsador para elevar las habilidades de talento al interior de la organización, adicionalmente en la industria manufacturera se tiene habilidades suficientes para aplicar la modalidad de teletrabajo en un 35.4% , así mismo se muestra que el 40.7% de las empresas manufactureras cuenta con trabajadores con talento especializado en tecnologías como Big Data, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas y e-commerce frente a un 59,3% que respondió negativamente (ANDI, 2019).

4.4.1.2 Dimensión Tecnología.

Esta dimensión se basa en el uso de tecnologías actuales y emergentes con la finalidad de ofrecer soluciones a las personas que le permitan estar a la vanguardia, optimizando procesos, mejorando el uso de los recursos, aumentando la productividad y calidad de los productos, de una forma eficiente y controlada, además de brindar una fuente de información que les posibilite tomar decisiones basadas en datos reales. Los retos para esta dimensión se centran en la implementación de tecnología que responda correctamente a las necesidades de la cadena de producción de arroz, tecnologías que permitan desarrollar decisiones basadas en datos, además de ser flexibles y permitan la interconexión para crear ambientes y redes de colaboración.

Para los eslabones de aprovisionamiento y producción primaria es importante conocer las cifras de la Encuesta Nacional Agropecuaria para el segundo semestre de 2019, las cuales indican que el 82,3% de las unidades de producción con vivienda (1.216.340) cuentan con electricidad o planta eléctrica, el 65,5% (968.342) con señal de televisión, el 59,4% (877.692) con señal y receptor de radio comunitaria, el 9,3% (137.600) con bienes TIC (computadores, tabletas, dispositivos móviles, GPS, entre otros), el 2,4% tienen conexión y acceso a internet (36.115) y el 11,1% (163.703) no cuentan con tecnologías de información, comunicación ni conectividad (DANE, 2019).

Para la parte industrial se cuenta con el resultado de la encuesta de transformación digital de la ANDI (2019), donde se resalta la tendencia de la industria manufacturera sobre el conocimiento de tecnologías emergentes (computación en nube, analítica de datos, internet de las cosas, sensores, robótica, drones, etc.) que aportan al crecimiento y aumento de eficiencia. En este caso, más del 80% conoce las tecnologías pero aproximadamente el

50% de ellos la conoce y la usa, siendo los servicios en nube y la herramientas de inteligencias de negocios las más utilizadas (ANDI, 2019).

4.4.1.3 Dimensión Procesos.

Al igual que todas las organizaciones, la agricultura depende del éxito de la ejecución de sus procesos, por eso es de vital importancia estar en constante mejora para lograr mayor eficiencia en cada una de las actividades que los componen, estas mejoras se pueden resumir en una optimización de tiempos y recursos. El mayor reto para esta dimensión es lograr la automatización de los procesos, bien sea de forma completa o parcial, según Ignacio Gavilán (2019), la automatización parcial ocurre cuando se proporciona soporte informático a la realización de un proceso como respuesta a eventos, generación de consultas y alertas según condiciones. La automatización completa ocurre cuando todo el trabajo es realizado de forma automática como robotización, sistemas de autogestión de respuestas.

Según el DANE (2019), a nivel general del sector agro se realizó medición a las unidades de producción agropecuaria UPA, donde se encuentra que de un total de 2.085.423 UPA, solo aproximadamente el 5% introdujeron alguna innovación en sus procesos y cerca del 2% apenas inicia actividades dirigidas a introducir cambios o mejoras en sus procesos productivos, productos, comercialización o administración su actividad, y sus principales razones obedecen a mejorar la rentabilidad, resolver un problema técnico, implementar ideas de cambio al interior de organización y responder a las nuevas demandas del mercado (DANE, 2019).

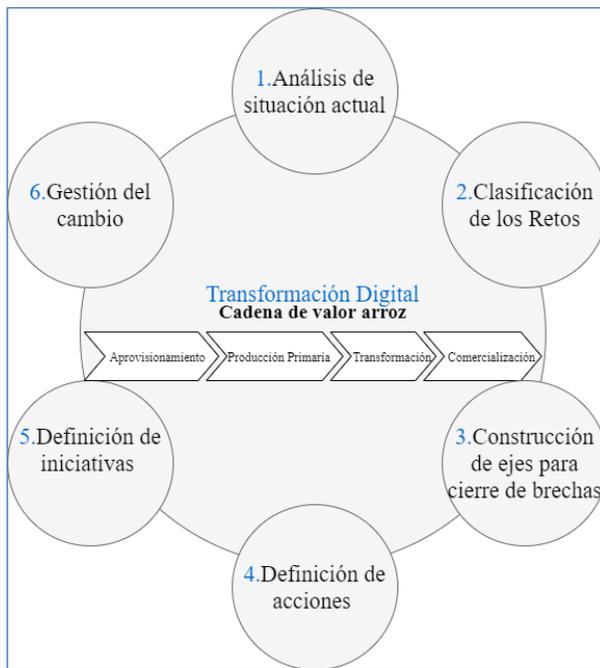
Para el sector industrial, las cifras mejoran un poco mostrando que para el año 2019 aproximadamente el 63.5% de las empresas encuestadas cuentan con estrategias de transformación digital en sus procesos, teniendo prioridad el siguiente orden: automatizar procesos, mejora de canales de comercialización y finalmente mejoras sobre el producto o servicios (ANDI, 2019).

5 DESARROLLO DE MARCO APROPIACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA CADENA DE VALOR EN PRODUCCIÓN DE CEREALES - APLICADO A PROCESO DE ARROZ.

En este capítulo, se aborda el desarrollo del objetivo específico dos (3), a partir de información recogida en los capítulos anteriores y la necesidad de crear un marco que sirva como hoja de ruta para adoptar la transformación digital. Para el desarrollo de la propuesta, se trabajó a través de seis dimensiones, los cuales brindan herramientas para avanzar en la búsqueda de la mejora de los niveles de productividad, calidad y competitividad de los

productos en el mercado, colocando como pilares los principales los eslabones de la cadena y las dimensiones para la transformación del capítulo cuatro, se usa como guía el marco de transformación digital para el estado colombiano para finalmente en el numeral 5.4 se define el marco de apropiación de transformación digital para la cadena de valor en la producción de cereal arroz. En la figura 14, se presenta el esquema de dimensiones mencionadas.

Figura 14. Esquema de dimensiones de transformación digital para la cadena de valor de arroz



Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

El marco de apropiación de transformación digital para la cadena de valor en la producción de arroz está compuesto por 6 dimensiones encadenadas que permiten llegar finalmente a ruta para transformación digital, inicia con un análisis de la situación actual en cada uno de los eslabones de la cadena de valor de la producción de arroz, descubriendo los actores, variables internas y externas que tienen impacto en productividad, eficiencia y generación de valor.

5.1 Análisis de situación actual.

Se refiere a realizar unos análisis previos que refleje la situación actual, los actores involucrados en el proceso, las actividades clave, es decir las que generan valor, si es posible valor numérico de costos, gastos, tiempos para cada uno de los eslabones de la cadena o del eslabón donde esté participando.

5.1.1 Clasificación de los Retos

Teniendo como premisa que un reto es un problema que limita el desarrollo óptimo de las operaciones y que puede convertirse en una oportunidad de mejora para generar valor en la cadena de producción de arroz, esta dimensión pretende identificar, todos los desafíos que se presenten, con un enfoque en la productividad, la calidad y la competitividad del producto en el mercado. Toma como insumo los artefactos generados en la dimensión de análisis actual y se registran los retos señalando en qué procesos o parte de la cadena tienen influencia, esto ayuda a priorizar las estrategias de la siguiente dimensión.

5.1.2 Construcción de ejes para cerrar brechas de la cadena de valor en producción de arroz

En esta dimensión se clasifican los retos de la dimensión anterior por afinidad de problemática, es decir se crean ejes que orientan el cierre de brechas para aquellos retos que

por su naturaleza tengan relación, estos ejes estratégico constituyen los ámbitos de actuación para la adopción de transformación digital, son construidos con las estrategias resultantes del análisis DOFA de la primer dimensión teniendo en cuenta que las estrategias defensivas (AF) buscan evitar que desmejore la situación detectada, las estrategias ofensivas (FO) buscan mejorar el estado actual de la cadena de valor, las estrategias de supervivencia(DA) buscan eliminar los aspectos que no generan valor perjudicando la eficiencia de los eslabones y finalmente las estrategias orientativas (DO) buscan transformar el estado actual eliminando debilidades y se creen nuevas fortalezas.

Adicionalmente a la construcción de ejes estratégicos se fijan objetivos que apunten a responder a los retos identificados brindando guía para desarrollar la transformación digital.

5.1.3 Definir acciones que respondan a los ejes para cerrar brechas

Para esta dimensión se busca responder a los ejes identificados a través de propuesta de líneas de acción. Son la respuesta a las brechas concebidas de tal forma que se pueda garantizar la integración y unificación de esfuerzos para contribuir al logro de los objetivos, convirtiéndose en los habilitadores del cambio.

5.1.4 Definición de iniciativas

En esta dimensión se listan las iniciativas que habilitan la transformación digital, luego de entender las amenazas y oportunidades que las tecnologías aportan a la generación de valor en la productividad, calidad y competitividad de producción de arroz.

Se busca que las iniciativas utilicen herramientas tecnológicas para construir la transformación digital a través de proyectos que faciliten el alcance de los objetivos. Es

necesario identificar las alternativas posibles que den respuesta a las necesidades identificadas en la cadena de valor.

5.1.5 Gestión del cambio

Finalmente, en esta dimensión se busca entregar las soluciones representadas en modelos de negocio que incluya las herramientas y capacidades digitales que tienen impacto en productividad, eficiencia y generación de valor. Se facilita un listado de tecnologías actuales aplicables la cadena de valor de arroz y se presentan artefactos para gestionar las brechas, así como para gestionar el equipo de transformación digital.

5.2 Diagnóstico inicial de marco

En esta sesión se realiza un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), esta herramienta permite representar por medio de una matriz el análisis del estado actual de la cadena de valor de arroz y sirve como soporte a las actividades del eje de situación actual.

En resumen, en el apartado de fortalezas se describen aquellas situaciones, actividades o acciones que son habilitadoras de ventaja y que agregan valor al proceso.

Las oportunidades son aspectos que podemos sacar provecho y son adaptables para generar valor al proceso.

Las debilidades buscan describir los aspectos que no funcionan muy bien y que requieren mejora y/o fortalecimiento.

Las amenazas, por el contrario, son aquellos riesgos y limitantes que impidan que el proceso se desarrolle generando desventaja competitiva.

Para completar el análisis previo, se recomienda tener referentes de punto de partida, en este caso es necesario un mapa de procesos de cada uno de los eslabones de la cadena de valor en la producción de arroz, el mapa de procesos brinda una descripción gráfica y estructurada de las actividades y procesos de negocio, sus relacionamientos y participación de diferentes actores y servirá para establecer la adopción de transformación digital y que realmente pueda impactar en la productividad.

En el listado de anexos se encuentra el formulario matriz de diagnóstico inicial, que es una herramienta diseñada para apoyar el diagnóstico de la cadena de valor en la producción de arroz. Es recomendable usarlo en el momento que se aborde el marco de transformación, pues contiene un cuestionario específico para los eslabones de aprovisionamiento y producción primaria, así como un cuestionario para los eslabones de transformación y comercialización. En la Figura 15, se muestra un ejemplo de aplicación de matriz de diagnóstico inicial para una industria molinera del valle del cauca, este formulario permite obtener un nivel aproximado en cada una de las dimensiones de procesos, cultura y tecnología.

Figura 15. Matriz de diagnóstico inicial

MATRIZ DE DIAGNOSTICO INICIAL				
Fecha	1/11/2021		Dimensión	Nivel de digitalización
Responsable	Harold Rengifo		Procesos	2.45
Zona arrocerá	Valle del cauca - Molino Blanquita		Cultura y personas	2.83
			Tecnología	3.05
Clasificación	Interacción	Mecanización	Inteligencia	Apropiación
Descripción	Relacion con otros actores	Operación del proceso	Análisis de datos	Habilidades y uso
Nivel				
1	Medios Físicos	Principalmente forma manual	Análisis humano	No tiene conocimiento / No usa
2	Herramientas digitales sin funciones, como herramientas	Documentos y datos digitalizados independientes	Análisis básico según datos digitalizados	Conocimientos y uso básico
3	Herramientas especializadas con funciones automatizadas	Flujos de trabajo automatizados e integrados con otras herramientas	analítica y datos en tiempo real	Conocimiento y uso avanzados
4	Herramientas y ambientes colaborativos	Procesos integrados y uso de herramientas con inteligencia	Sistemas predictivos	Dominio y conocimiento que generan valor
Eslabón	Brecha			Nivel
	¿Cómo se realiza el muestreo - análisis de laboratorio?			3
	¿Cómo se realiza el recibo de arroz paddy?			3
	¿Cómo se factura la compra de arroz paddy?			3
	¿Cómo se controla el almacenamiento, prelimpia y secado?			1
	¿Cómo se controla el descascarado y tratamiento arroz integral?			2
	¿Cómo se controla el pulido, brillado y polichado del arroz integral?			1
	¿Se lleva registro de la clasificación, selección y almacenamiento?			4
	¿Se utiliza tecnología para el empaquetado ?			3
	¿Se usan sistemas predictivos para el control de producción?			2
	¿Cómo se gestiona la calidad del producto?			2
	¿Se usan sistemas para el control de inventarios?			3
	¿El personal cuenta con habilidades digitales?			4

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

5.3 Retos, ejes para cerrar brechas, acciones e iniciativas.

Debido a la importancia que tiene el arroz en el sector agroindustrial del país, se debe evaluar la cadena productiva teniendo en cuenta los factores que la caracterizan y por ende influyen de manera directa. Después de la investigación realizada, se listan en la Tabla 7 los que se consideran los retos más relevantes para llegar a la transformación digital en el sector arrocerero. Una vez establecidos los retos, se procede con el planteamiento de los ejes estratégicos y sus respectivos objetivos que permitirán resolver las dificultades existentes, las cuales se pueden visualizar en la Tabla 8. Posteriormente, en la Tabla 9, se plantean las acciones que se consideran que se deben ejecutar para conseguir dichos objetivos. Finalmente, en la Tabla 10 se encuentran registradas las iniciativas soportadas por tecnología que responden a las necesidades identificadas en las actividades anteriores.

Tabla 7. Matriz de retos en la cadena de valor producción de arroz.

ID. Reto	Descripción	Eslabón de la cadena			
		Aprovisionamiento	Producción Primaria	Transformación	Comercialización
R1	<p>Uso eficiente de agua</p> <p>Se identifica necesidad urgente de uso eficiente del recurso hídrico y evitar riesgo de la sostenibilidad de la actividad arroceras. Representa uno de los principales problemas de competitividad debido a sus altos costos y la variabilidad de ciclos de lluvia.</p> <p>D-Personas y cultura: cambio cultural de los productores como sembrar más con menos agua, que busca disminuir la demanda de recurso hídrico y el uso de agroquímicos a soportada con herramientas tecnológicas.</p> <p>D-Procesos: inexistencia de registro de uso y comportamiento del recurso hídrico para la toma decisiones basados en los datos.</p> <p>D-Tecnología: desconocimiento o poco acceso a tecnología para el uso eficiente del recurso hídrico en las zonas arroceras y sistemas de información que permitan al productor seleccionar y usar adecuadamente los agroquímicos.</p>	X	X		
R2	<p>Uso eficiente del suelo</p> <p>Las prácticas inadecuadas del uso del suelo provocan degradación, salinización y</p>	X	X		

pérdida de fertilidad, así como alteraciones biogeoquímicas.

D-Personas y cultura: prácticas arraigadas de labranza convencionales en operarios de maquinaria, que impiden la ejecución de nuevas técnicas de labranza que usan tecnología, manejo de riego y uso controlado de agroquímicos.

D-Procesos: no todos los agricultores tienen mecanizadas la totalidad de las labores lo que impide implementar tecnologías de labranza vertical y agricultura de precisión.

D-Tecnología: solo la preparación de suelos y la recolección son las prácticas mecanizadas indispensables en el cultivo de arroz, pero buena parte de la preparación se hace con tecnologías tradicionales soportadas por el conocimiento y experiencia de los trabajadores.

R3	Satisfacer las necesidades del cultivo	<p>La aplicación de enmiendas y fertilizantes con fórmulas empíricas pueden resultar escasas o excedentarias, por tanto, afecta los costos del cultivo y sus rendimientos.</p> <p>D-Personas y cultura: el recurso humano dedicado a aplicar fertilizantes, abonos y enmiendas no posee habilidades en nuevas tecnologías, existe informalidad y altos niveles de rotación.</p> <p>D-Procesos: la aplicación de fertilizantes no siempre está soportada con datos resultado de análisis de suelos que determine los requerimientos en función de la demanda del cultivo y los contenidos del suelo.</p> <p>D-Tecnología: la aplicación de fertilizantes y enmiendas generalmente se hace mediante el voleo de los gránulos en el cultivo, de manera manual o usando boleadoras mecánicas, de mano o adaptadas al tractor. Es poca la práctica de fertilizantes basados</p>	X	X
----	--	---	---	---

en datos.

R4	Facilitar acciones para enfrentar variabilidad climática	<p>Se han presentado grandes pérdidas de productividad originadas por dificultades climáticas como la temperatura, la humedad, la radiación solar, la lluvia y el viento.</p> <p>D-Personas y cultura: la baja adopción de transferencia tecnológica en el cultivo del arroz no permite el uso adecuado y racional de recursos. Así como, no contemplar escenarios de cambio y variabilidad climáticos que lleven al establecimiento de la cadena de arroz.</p> <p>D-Procesos: existen pocos estudios de modelación agroclimática asociada a cultivos de arroz secano. Realizar actividades en el cultivo de arroz soportada en información climática histórica o modelada.</p> <p>D-Tecnología: continuar con modelos convencionales de producción y no realizar la transición a sistemas de producción sostenibles y predictivos. Ausencia o pocas posibilidades de conexión a internet.</p>	X	
R5	Manejo integrado de plagas, malezas y enfermedades	<p>Inadecuadas prácticas agronómicas e industriales favorecen la proliferación de plagas y/o enfermedades que pueden causar grandes pérdidas si no son adecuadamente controladas.</p> <p>D-Personas y cultura: mejoramiento del alcance de los sistemas oficiales de inspección, vigilancia y control como el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, así como el fortalecimiento de la gestión y comunicación del riesgo de plagas y enfermedades del cultivo de arroz.</p>	X	X

	<p>D-Procesos: limitado uso de información para detecciones y alertas tempranas. No se encuentran estudios que determinen el costo del control y daños causados por plagas.</p> <p>D-Tecnología: continuar herramientas actuales para la aplicación de plaguicidas y fumigación y la detección oportuna de enfermedades. Cierre de brechas para de monitoreo y seguimiento de plagas y enfermedades tanto en el cultivo como en molinos y silos.</p>			
R6	<p>Ampliar el alcance de transferencia y adopción de tecnología</p> <p>Es escasa la adopción de mecanismos de transferencia de tecnología, capacitación y asistencia técnica, así como la adopción de tecnologías; que en conjunto dificultan ampliar la implementación de conocimientos y técnicas a lo largo de la cadena y con ello la reducción de costos e incremento de productividad.</p> <p>D-Personas y cultura: poco acceso y difusión de tecnologías de información encaminadas a transferencia y apropiación de conocimientos y habilidades en tecnologías de valor para el cultivo. Así como el cierre de brecha del analfabetismo digital.</p> <p>D-Procesos: desconocimiento de la oferta actual de productos y servicios tecnológicos que pueden soportar las campañas de transferencia de conocimiento.</p> <p>D-Tecnología: adaptar tecnologías a maquinaria actual y fortalecimiento de los programas de transferencia tecnológica a través de herramientas de fácil acceso como celulares y Tablet.</p>	X	X	
R7	<p>Garantizar trazabilidad del arroz</p> <p>Es necesario establecer métodos de trazabilidad que permita identificar el origen del arroz y su paso a lo largo de la cadena.</p>	X	X	X

	<p>D-Personas y cultura: desarrollo de capacidades de los actores para el registro oportuno de las actividades, aplicaciones y tratamientos al arroz durante su ciclo productivo.</p> <p>D-Procesos: sistematización de las operaciones donde el arroz es tratado y transformado.</p> <p>D-Tecnología: aseguramiento de interoperabilidad de sistemas de trazabilidad durante la cadena productiva de arroz. Así como su infraestructura y acceso a internet.</p>				
R8	<p>Garantizar la calidad del arroz</p> <p>Se requiere ejecutar medidas fitosanitarias y prácticas de manufactura que garanticen la calidad y rendimiento del arroz.</p> <p>D-Personas y cultura: desarrollo de capacidades de los actores para el registro oportuno de las actividades, aplicaciones y tratamientos al arroz durante su ciclo productivo e identificación de los problemas fitosanitarios. Aumento de participación en programas de investigación.</p> <p>D-Procesos: sistematización de las operaciones donde el arroz es tratado y transformado.</p> <p>D-Tecnología: adaptar las tecnologías actuales a recursos de producción para asegurar la calidad a través de monitoreo de datos.</p>	X	X		
R9	<p>Articular la cadena de suministro</p> <p>Es necesario establecer métodos de trazabilidad que permita identificar el origen del arroz y su paso a lo largo de la cadena.</p> <p>D-Personas y cultura: grado de habilidades de los actores en herramientas tecnológicas para optimizar la comunicación, acceder a nuevos mercados y la</p>	X	X	X	X

integración con otros modelos de negocio, manejo de herramientas colaborativas.

D-Procesos: articulación entre los sistemas que ofrece el estado, interconexión para obtener datos en tiempo real o compartir información financiera y comportamiento de mercado.

D-Tecnología: aprovechamiento de la tecnología actual y de fácil acceso para articular las actividades dentro de la cadena productiva de arroz.

R10 Fortalecer participación de mercados	<p>Se requiere ejecutar medidas fitosanitarias y prácticas de manufactura que garanticen la calidad y rendimiento del arroz.</p> <p>D-Personas y cultura: habilidades para el marketing digital.</p> <p>D-Procesos: intercambio de información del negocio a través de redes de tecnologías de información para los procesos comerciales.</p> <p>D-Tecnología: reconocimiento de soluciones tecnológicas para ejecutar estrategias de marketing digital, comercio electrónico y trazabilidad de productos por medio de cadenas de suministros modernas.</p>	X	X
--	--	---	---

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

Tabla 8. Matriz de Ejes para cierre de brechas en la cadena de valor producción de arroz.

ID. Eje	Objetivo	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
E1 Sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Disminuir la incertidumbre en la disponibilidad de recurso hídrico a través de los datos. X 										
	<ul style="list-style-type: none"> ● Mejorar la disponibilidad de información que permita planificación oportuna del cultivo según los periodos de siembra. X X X X 	X	X	X	X						
	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer mecanismos que permitan reducir los efectos en los cultivos de arroz generados por los cambios climáticos. Usando como base la información histórica y si es posible en tiempo real. X X 	X			X	X					
	<ul style="list-style-type: none"> ● Planificar adecuadamente el uso de suelo y del manejo de agroquímicos mediante prácticas adecuadas, reduciendo de esta manera los efectos ambientales, integrando sistemas, modernizando y adaptando recursos para la preparación de tierra. X X 	X	X								
	<ul style="list-style-type: none"> ● Incrementar el nivel de implementación de buenas prácticas agrícolas, soportados por las TICS. X X X X 	X	X	X			X				
E2 Control fitosanitario y de calidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Promover el uso del control integrado de malezas que afectan el cultivo de arroz soportado en herramientas tecnológicas. X 										X

	<ul style="list-style-type: none"> Promover el uso del control integrado de plagas y enfermedades que afectan el cultivo de arroz y calidad en la transformación soportado por herramientas tecnológicas. 	X	X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer las capacidades en materia fitosanitaria en la cadena de producción de arroz, a través de mecanismos que faciliten el monitoreo, trazabilidad y control del arroz a lo largo de la cadena. 		X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> Mejora en la gestión para la inocuidad y trazabilidad del arroz, a través de mecanismos que faciliten el monitoreo, trazabilidad y control del arroz a lo largo de la cadena. 	X	X	X	X
E3 Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> Establecer alianzas público-privadas para fortalecimiento de investigación, desarrollo e innovación en la cadena de arroz y mecanismos que permitan la interacción y trabajo colaborativo. 	X	X		X
	<ul style="list-style-type: none"> Incrementar mecanismos de transferencia tecnológica, capacitación y extensión agropecuaria, aprovechando las herramientas actuales y de fácil acceso. 		X		
	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar la agricultura de precisión en la producción de arroz 		X		
	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar grado de cobertura y calidad de transferencia tecnológica para cerrar brechas del sector, usando diferentes medios para publicar 		X		

información oportuna y de valor para los actores de la cadena.

E4 Eficiencia productiva y de mercados	<ul style="list-style-type: none"> ● Aumentar la eficiencia en procesos producción de arroz soportada en sensores, monitores y sistemas de información. ● Aumentar la eficiencia en procesos de comercialización integrada con comercio electrónico y demás herramientas del comercio digital. ● Fortalecer mecanismo para planeación estratégica en el desarrollo competitivo de la cadena de arroz, calidad de información que se pueda registrar para crear tableros de control que soporten la toma de decisiones. ● Contribuir al desarrollo de nuevos mercados, canales digitales, comunicación con los clientes e integración con otros actores de la cadena. 	<p>X X X</p> <p>X X</p> <p>X X X X</p> <p>X X X</p>
--	--	---

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

Tabla 9. Matriz de acciones para cerrar brechas en la cadena de valor del arroz.

ID	Eje	Acciones
E1	Sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Ejecutar un plan de consecución, actualización y publicación de información focalizada, acorde con las

necesidades tanto del productor como de las diferentes zonas arroceras del país, que permita potencializar el uso de las buenas prácticas agrícolas en los primeros eslabones de la cadena de arroz.

- Implementar un observatorio de la cantidad de agua utilizada, servicio de manejo de datos hidrometeorológicos y de calidad del agua usada en los cultivos de arroz, así como el uso de suelos.

E2 Control fitosanitario y de calidad

- Impulsar metodologías para divulgar el uso de Buenas Prácticas de Manufactura BPM, adoptando los criterios de inocuidad y sistemas de calidad en la industria molinera según normativa internacional.
- Actualización, estandarización y divulgación de métodos de control fitosanitario para el cultivo del arroz acorde a normas internacionales.
- Monitoreo, seguimiento y registro de plagas y malezas en el cultivo de arroz.

- E3 Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica
- Realizar una encuesta de transformación digital, similar a la Encuesta de Transformación Digital adelantada por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), aplicada a la cadena de valor del arroz, para identificar brechas y barreras que impiden la transformación digital del sector.
 - Implementar programas de capacitación que permitan el acercamiento a la transformación digital de los diferentes actores de la cadena de valor del arroz, eliminando las brechas de conocimientos y habilidades digitales.
 - Ejecutar un plan de articulación de las iniciativas de diferentes entidades como Centros de Transformación Digital Empresarial, Centros de Excelencia en Big Data, acciones de Colombia Productiva y alianzas público-privadas establecidas.
 - Elaboración de catálogo con caracterización de profesionales con formación en I+D+i y áreas agronómicas en el territorio colombiano, así como de cursos de formación en áreas TIC y gestión agro para ampliar la oferta educativa en el territorio.
- E4 Eficiencia productiva y de mercados
- Implementar estrategias de fertilización acordes a las necesidades del cultivo para garantizar el crecimiento de plantas más fuertes que puedan resistir adversidades climáticas, ataque de plagas y enfermedades.
 - Monitoreo y evaluación del comportamiento del mercado internacional, así como de las importaciones de arroz, para que, en el marco de las condiciones establecidas en los acuerdos comerciales vigentes, se puedan identificar las medidas que garanticen la competitividad.
 - Desarrollo de una estrategia para el aumento de los rendimientos promedios nacionales, diferenciada por regiones y sistemas de producción junto con a la disminución de los costos de producción.
-

- Normalizar prácticas como análisis de suelos antes de establecer el cultivo, para conocer la estructura y necesidades del terreno, selección de semilla certificada adecuada para la zona de siembra, manejo agronómico, siembra mecanizada, y calibración de maquinaria, lo que garantiza reducir costos y ser más productivos.
- Implementación de alianzas empresariales y asociaciones, así como del desarrollo de procesos agroindustriales, que generen productos con mayor valor agregado.

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

Tabla 10. Matriz de iniciativas en la cadena de valor del arroz.

ID	Eje	Iniciativas
E1	Sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Aprovechar los sistemas información y datos de entidades o centros de investigación que no necesariamente tengan relación con cultivo de arroz, pero contienen información relevante para integrar acciones propias de este cultivo. ● Establecer alianzas con molinos y agrocomercios para levantar información de los productores de arroz a través de un portal web que permita el registro de datos claves para análisis y construcción de indicadores que faciliten la toma de decisiones frente al mejoramiento de la productividad sostenible. ● Utilización de sensores conectados a las bases meteorológicas del país que permita recolectar información actualizada que sirva como base para planes de riego en cada cultivo de las diferentes zonas arroceras. ● Nivelación georreferenciada, uso de sensores para conocer la nivelación de los terrenos y diseñar el plan de riego eficiente. ● Uso de técnicas de riego como el MIRI, riego de múltiples entradas que permita el uso eficiente del recurso. ● Uso de Drones para detección de estrés nutricional e hídrico en cultivos de arroz con base en imágenes aéreas de cámaras digitales de alta resolución, multiespectrales y termográficas.

-
- Sistemas de monitoreo de calidad y cantidad de agua utilizada, en tiempo real, que permita realizar predicciones oportunas y de acuerdo con las características regionales.
 - Acceso a tecnología (drones, satélite, nivelación con láser, entre otras) que permita hacer diagnósticos de donde se encuentran localizadas las áreas compactadas, la aplicación diferencial de laboreo.
 - Instalación de sensores inalámbricos en recursos y maquinaria actual para el monitoreo de datos de las labores ejecutadas y recolectar datos, especialmente climatológicos, de suelos, de la calidad de los productos y de los niveles de riego, etc.
 - Establecer planes de formación para reducir el analfabetismo digital y crear habilidades necesarias que permitan adoptar la transformación digital para los actores de la cadena de valor.
 - Implementar sistemas que permitan generar analítica de consumo de recurso hídrico durante las temporadas de siembra, esto servirá de soporte para construcción de modelos para proyectar consumos y reservas del recurso.
- E2 Control fitosanitario y de calidad
- Utilización de dispositivos dotados con sensores en el cultivo que permitirán hacer seguimiento en tiempo real el comportamiento de las condiciones ambientales.
 - Utilización de Drones que facilite identificar posibles cambios en desarrollo del cultivo permitiendo tomar acciones preventivas y correctivas que minimicen el riesgo de proliferación de enfermedades, malezas o plagas.
 - Implementar sistemas de información que permita tener seguimiento del arroz a lo largo de los procesos productivos.
 - Fortalecer el sistema de gestión de calidad de procesos productivos basados en la norma internacional Codex Alimentarius. y publicar a través de medios electrónicos para ampliar el alcance.
 - Uso de biosensores de alta sensibilidad que permita detectar residuos de plaguicidas en el arroz.

- | | | |
|----|---|--|
| E3 | Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica | <ul style="list-style-type: none"> ● Uso de sistemas de información, aplicaciones móviles que aprovechen las tecnologías de fácil acceso como celulares, tabletas y portátiles para gestión de las labores, registro y control de gastos. ● Uso de herramientas digitales para encuestar a los actores de la cadena de valor del arroz. ● Divulgar programas de capacitación a través de redes sociales, canales de streaming y demás plataformas que permitan ampliar cobertura de transferencia de conocimiento y tecnología. ● Servicio de divulgación para la adopción de buenas prácticas para la cadena de arroz y herramientas que permitan el acceso de los pequeños productores a la información, los insumos, los mercados, la financiación y la capacitación. ● Servicio de apoyo para el uso de herramientas tecnológicas que contribuyan con los procesos de transferencia de tecnologías para la cadena de arroz. |
| E4 | Eficiencia productiva y de mercados | <ul style="list-style-type: none"> ● Combinar los requerimientos nutricionales del cultivo con las formas de aplicación como Drones, maquinaria liviana. ● Uso de sensores e internet de las cosas en maquinaria agrícola y de transformación del arroz, lo cual permite gestionar de forma eficiente las actividades productivas del arroz. ● Programas informáticos que faciliten el monitoreo y evaluación del comportamiento del mercado internacional, así como de las importaciones de arroz. ● Apertura de nuevos canales virtuales para compra y venta de arroz. ● Aplicaciones móviles o portales de información que faciliten el acceso a dinámica de precios y ayudar a los productores a planificar sus procesos para una mejor cosecha y producción de los cultivos, esta puede ser calendarios de fertilidad, calendario de cultivo y datos meteorológicos, así como los insumos que se deben utilizar. ● Servicio de apoyo para la transferencia y/o implementación de metodologías de aumento de la productividad. |

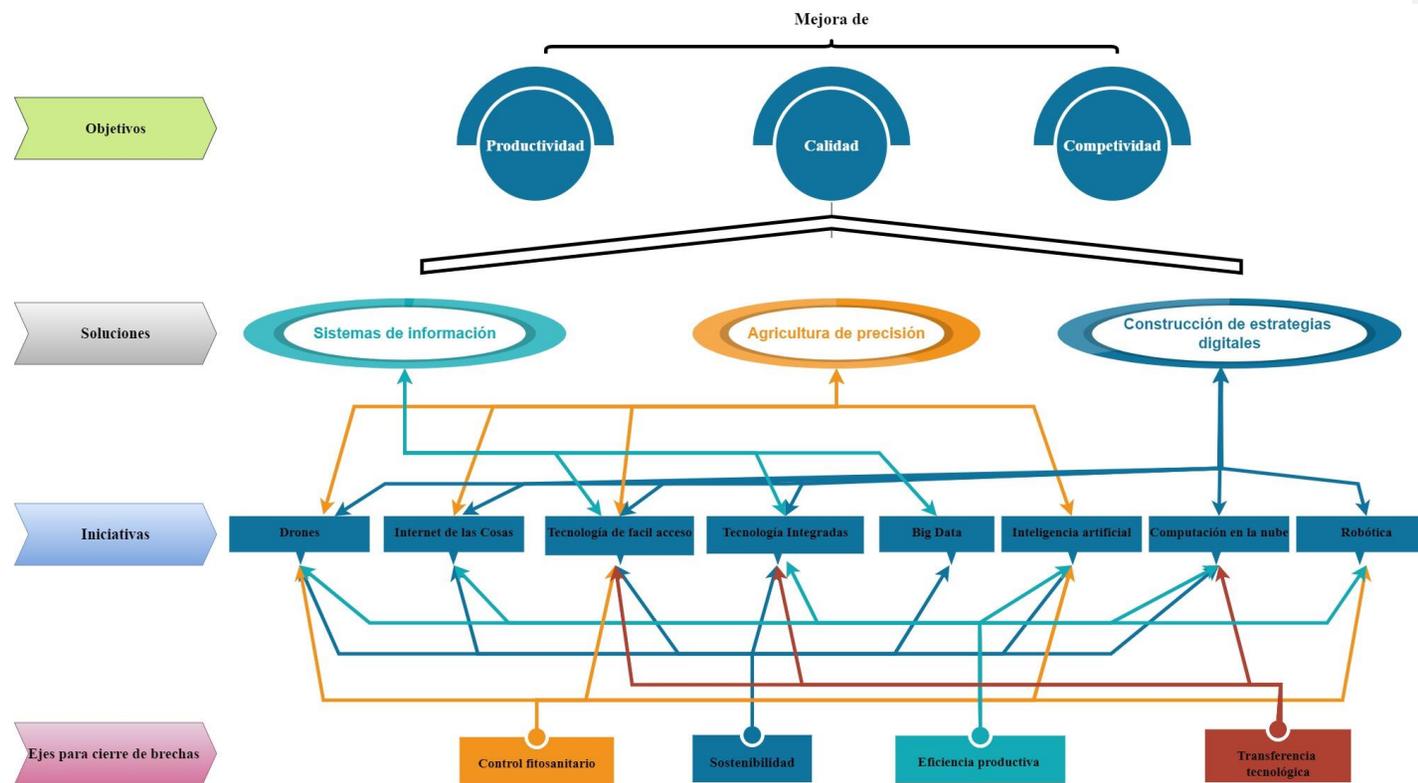
- Dar valor a herramientas digitales cotidianas, adoptar y adaptar tecnologías, construir redes de asociación y colaboración, y realizar una gestión estratégica de los cultivos para darles valor agregado.
- Uso de Drones equipados con sensores especiales pueden determinar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, e imágenes infrarrojas multiespectrales, permitiendo ver cambios en sus cultivos.
- Aprovechar el internet de las cosas junto con los PCL que tiene las máquinas de empaque para controlar la productividad, rendimientos y nivel de desperdicios.
- Habilitar servicios y tecnologías de fácil acceso como celulares y Tablets para establecer una transportadora digital donde se puedan publicar demanda y oferta de transporte durante la cosecha de arroz, como para producto terminado.

Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

5.4 Esquema modelo de negocio alto nivel

Para la gestión del cambio se toman los ejes para cerrar brechas diseñados anteriormente y se clasifican las tecnologías que pueden aportar valor en la consecución de los objetivos propuestos. La figura 16, muestra un ejemplo de esquema de negocio con las tecnologías aplicables.

Figura 16. Esquema de negocio alto nivel



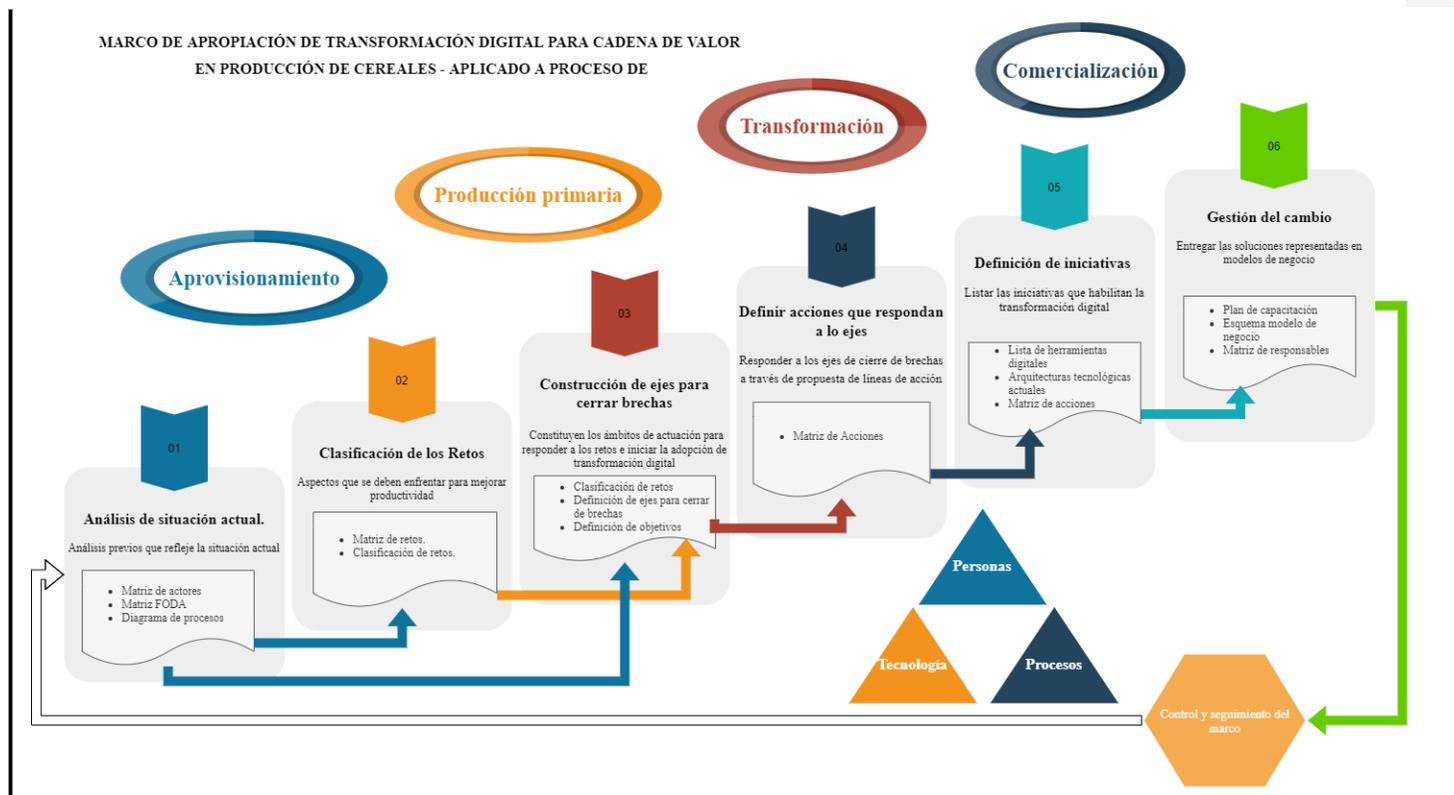
Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

5.5 Marco apropiación de transformación digital para cadena de valor en producción de cereales - aplicado a proceso de arroz

Como resultado de las actividades establecidas, se diseña el marco de apropiación de transformación digital para cadena de valor en producción de cereales - aplicado a proceso de arroz, el cual se muestra en la figura 17. El marco propone que la transformación ocurra en todos los eslabones de la cadena valor en la producción de arroz, con participación de los productores, los profesionales en áreas agronómicas, los proveedores de equipos y bienes intermedios, los distribuidores, los comerciantes, la industria procesadora, los proveedores de servicios en general y los consumidores. Esto significa que la transformación digital del sector arrocero tiene bastantes desafíos que se deben identificar y responder a lo largo de la aplicación del marco, para finalmente obtener las iniciativas que permitan lograr mantener la competitividad en el mercado con una industria más inteligente, interconectada, automatizada, flexible y productiva a través de un proceso de transformación en personas y procesos de negocio soportadas por las tecnologías.

En la parte final del marco se propone un proceso para control y seguimiento, que permite una hoja de ruta repetible y adaptable a las necesidades de cada productor o industria transformadora de arroz.

Figura 17. Marco de apropiación de transformación digital para la cadena de valor en producción de arroz



Fuente: elaboración propia basado en la investigación.

5.6 Validación del marco de transformación digital para la cadena de valor en producción de arroz

Teniendo en cuenta el alcance definido y las restricciones de tiempo, la validación del marco de transformación digital para la cadena de valor en producción de arroz se realiza a través de una medición cuantitativa. La validez consiste en determinar de manera general qué tan aplicable es el marco como herramienta que permita crear una hoja de ruta para adoptar y transformar la cadena de valor de producción de arroz.

Para la validación del marco, se utiliza el juicio de expertos que según Escobar Pérez & Cuervo Martínez (2008) es “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones. La Figura 18, muestra la metodología empleada para la validación.

Figura 18. Metodología de validación



Fuente: elaboración propia

5.6.1 Fase 1. Definición de perfil de expertos

Para la selección de los expertos que validaron este trabajo de grado, se realizó la definición del perfil con las siguientes características: Profesionales con maestría y/o especialización relacionada áreas agronómicas o industria procesadora de arroz, experiencia de más de 5 años cultivos o de industria molinera de arroz.

A continuación, se presenta el perfil profesional de los tres (3) expertos seleccionados.

Tabla 11. Perfil experto N° 1

Nombre: Yenny Johanna Fierro Ceballos

Perfil: ingeniera agrónoma, con más de 13 años de experiencia en el sector arrocero, de Colombia, ha ejecutado labores de asistencia técnica y comercial para los productores en zonas arroceras del Valle del Cauca, Tolima, Llanos orientales y Norte de Santander.

Formación:

Universidad del Tolima, Ingeniería agronómica (2003)

Universidad del Valle, Magister en administración de empresas (2018)

Experiencia Laboral:

Jefe de agronomía, Proalimentos SAS

Ingeniero agrónomo, Arrocera la Esmeralda SAS

Tabla 12. Perfil experto N° 2

Nombre: Mauricio Quijano Torres

Perfil: Ingeniero Agroindustrial con experiencia en administración, mejoramiento de procesos industriales y agroindustriales, ha realizado trabajos y estrategias para

fidelización agricultores, cuenta con vasta experiencia en actividades de cultivos de arroz, optimización de procesos de secado, almacenamiento, trilla de granos. Ha conformado equipos especializados en manejo, almacenaje, proceso y control de calidad de granos y es líder en procesos de mejora continua y generación de valor agregado en los procesos con técnica TOC.

Formación:

Universidad del Tolima Ingeniería Agroindustrial (2000).

Programa de Aseguramiento de la Calidad para Empresas de Manufactura, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC (2000).

Actualización en Muestreo y Determinación de la Calidad del Arroz, Estudios y Diseños Agroindustriales Ltda. (2000)

Experiencia Laboral:

Director Producción Nacional, GRUPO EXITO.

Función: ejecución del plan estratégico de marca propia en las plantas de granos Funza / Envigado, innovación y repotenciación líneas de producción, control de producción, implementación modelo costeo en ERP SAP.

Gerente General, AGROGOURMET SAS.

Función: ejecución del plan estratégico de innovación y desarrollo de nuevos productos, administración financiera, dirección general de ventas, control y programación de la producción agrícola.

Gerente Operativo, ARROZ CARIBE SAS

Función: gestión de compra de arroz paddy, comercialización, coordinación de los

procesos de producción, logística de despachos y facturación.

Director Operativo Agroindustria, ORGANIZACION PAJONALES S.A.

Función: gestión de compra de materia prima, materiales y repuestos, coordinación de los procesos de producción, logística de despachos y facturación.

Director de Producción, ARROCERA OLÍMPICA S.A

Función: coordinación de los procesos de producción y mantenimiento.

Tabla 13. Perfil experto N° 3

Nombre: Camilo Velásquez

Perfil: Ingeniero Agroindustrial, más de 20 años de experiencia en el sector agropecuario, con conocimientos en arroz, caña de azúcar, cebolla, papa entre otros, como en producción ganadera, porcícola y avícola. Conocimiento en el desarrollo y adopción de herramientas de agricultura de precisión.

Formación:

Universidad San Buenaventura Cali, Ingeniero agroindustrial (2007)

Universidad Nacional de la Plata Argentina, Magister scientist mecanización agraria (2014)

Experiencia Laboral:

Director de campo y cosecha, Arrocería la Esmeralda SAS

Ingeniero Comercial división de tecnología, Operadores del campo SA

Ingeniero de desarrollo Zona Norte de Argentina, Verion Agricultura.

Supervisor de riegos, Mayagüez SA.

Ingeniero practicante, Ingenio Manuelita.

Administrador de producción agropecuaria, Hacienda los cauchos.

5.6.2 Fase 2. Descripción de herramienta de validación

Se utiliza el modelo de agregación individual, el cual busca obtener la información de cada uno de los expertos, de manera individual, en espacio de tiempo y lugar diferentes, se ejecuta entrevista y se valida con encuesta donde se validan 3 criterios, realizando 3 preguntas por cada uno de los criterios y calificando cada una de las preguntas en una escala de números enteros de 1 a 4, donde 1 es el puntaje mínimo y 4 el puntaje máximo.

Los criterios para evaluar en la encuesta fueron:

1. **Marco a nivel de estructura:** Criterio que evalúa qué tan comprensible es el lenguaje utilizado, la presentación, seguimiento secuencial del marco.
2. **Alcance:** Criterio que evalúa la cobertura del problema planteado con el marco propuesto.
3. **Aplicación:** Criterio que evalúa si el marco propuesto es adaptable a la situación actual de la cadena de valor en la producción de arroz.

5.6.3 Fase 4. Ejecución de la Validación

Una vez seleccionados los 3 expertos y la herramienta para la validación, se lleva a cabo su ejecución, donde inicialmente para contextualizar a cada uno de los expertos, se expuso un resumen del desarrollo del trabajo de grado, en el siguiente orden:

1. Sustentación del Problema.
2. Presentación del Objetivo general y los objetivos específicos del trabajo de grado.

3. Presentación del marco de Transformación Digital.

4. Explicación del marco

Finalmente se presenta a cada experto los criterios a validar y se les realiza la encuesta con las preguntas del Formato de encuesta de validación a Juicio de Expertos. A continuación, en la figura 19 se presenta el formato de la encuesta realizada a los expertos.

Figura 19. Formato de validación de expertos

FORMATO DE VALIDACION					
Fecha					
Responsable					
Criterios	1- No cumple 2- Cumple con bajo nivel 3- Cumple con moderado nivel 4- Cumple con alto nivel				
		Calificación			
Estructura del marco		1	2	3	4
1 ¿El lenguaje utilizado permite la comprensión del marco?					
2 ¿El marco propuesto es sencillo, entendible y secuencialmente claro?					
3 ¿El desarrollo presenta de forma sencilla el objetivo del marco?					
Alcance					
4 ¿Considera que el marco propuesto responde al problema planteado?					
5 ¿Considera que el marco propuesto puede generar una ruta para la transformación digital de la cadena de valor en la producción de arroz?					
6 ¿Considera que la propuesta puede mejorar la productividad, la calidad y competitividad del arroz?					
Aplicación					
7 ¿El marco propuesto permite alcanzar los objetivos?					
8 ¿Considera que el marco propuesto puede aplicar en las diferentes zonas arroceras?					
9 ¿Considera la propuesta provee una base de transformación digital del sector arrocerero?					
Observaciones					

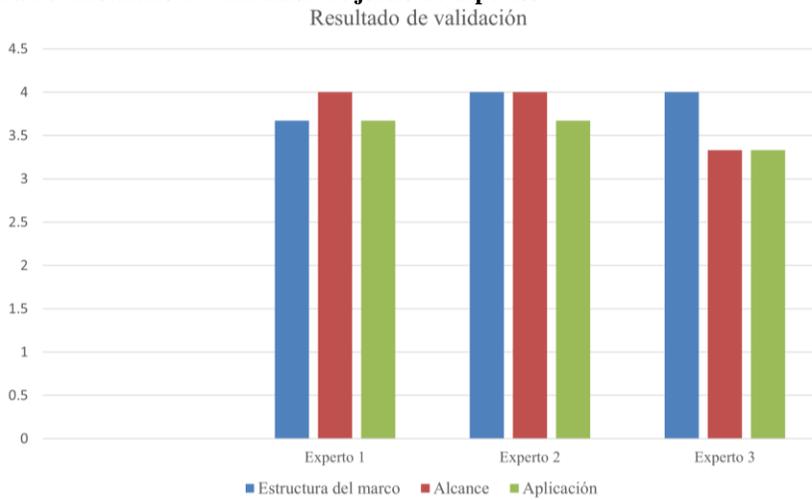
Fuente: Elaboración propia

6 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA VALIDACIÓN

El marco de transformación digital para la cadena de valor en producción de arroz fue validado a través Juicio de Expertos. Después de desarrollar la metodología descrita en la etapa de validación, de manera satisfactoria se concluyó el juicio de experto con tres (3) profesionales seleccionados para tal fin, observando que dentro de la escala de números enteros de 1 a 4, donde 1 es el puntaje mínimo para indicar que no se cumple y 4 el máximo

puntaje para indicar que se cumple con un alto nivel, en general la calificación de los expertos osciló entre 3 y 4 puntos, lo que demuestra la aprobación unánime para cada uno de los criterios de evaluación, tal como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Resultado de validación de juicio de expertos



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la figura 21 hasta la figura 23, se presentan las validaciones de cada uno de los expertos:

Figura 21. Validación Experto N° 1.

FORMATO DE VALIDACIÓN				
Fecha	2 de noviembre de 2021			
Responsable	Yenny Johanna Fierro Ceballos			
Criterios	1- No cumple			
	2- Cumple con bajo nivel			
	3- Cumple con moderado nivel			
	4- Cumple con alto nivel			
			Calificación	
Estructura del marco	1	2	3	4
1 ¿El lenguaje utilizado permite la comprensión del marco?				X
2 ¿El marco propuesto es sencillo, entendible y secuencialmente claro?			X	
3 ¿El desarrollo presenta de forma sencilla el objetivo del marco?				X
Alcance				
4 ¿Considera que el marco propuesto responde al problema planteado?				X
5 ¿Considera que el marco propuesto puede generar una ruta para la transformación digital de la cadena de valor en la producción de arroz?				X
6 ¿Considera que la propuesta puede mejorar la productividad, la calidad y competitividad del arroz?				X
Aplicación				
7 ¿El marco propuesto permite alcanzar los objetivos?				X
8 ¿Considera que el marco propuesto puede aplicar en las diferentes zonas arroceras?			X	
9 ¿Considera la propuesta provee una base de transformación digital del sector arrocerero?				X
Observaciones				
Considero que se requiere esfuerzo grande para aplicar el marco en su etapa inicial de diagnóstico, puesto que resulta ambicioso. Específicamente para la pregunta ocho (8), existen una marcada brecha entre las diferentes zonas arroceras, lo que puede dificultar la ejecución del marco en las diferentes etapas. Se sugiere especificar los encargados de ejecutar o aplicar el marco propuesto, el perfil, habilidades y responsabilidades.				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Validación Experto N° 2.

FORMATO DE VALIDACIÓN				
Fecha	8 de noviembre de 2021			
Responsable	MAURICIO QUIJANO TORRES			
Criterios	1- No cumple			
	2- Cumple con bajo nivel			
	3- Cumple con moderado nivel			
	4- Cumple con alto nivel			
			Calificación	
Estructura del marco	1	2	3	4
1 ¿El lenguaje utilizado permite la comprensión del marco?				X
2 ¿El marco propuesto es sencillo, entendible y secuencialmente claro?				X
3 ¿El desarrollo presenta de forma sencilla el objetivo del marco?				X
Alcance				
4 ¿Considera que el marco propuesto responde al problema planteado?				X
5 ¿Considera que el marco propuesto puede generar una ruta para la transformación digital de la cadena de valor en la producción de arroz?				X
6 ¿Considera que la propuesta puede mejorar la productividad, la calidad y competitividad del arroz?				X
Aplicación				
7 ¿El marco propuesto permite alcanzar los objetivos?				X
8 ¿Considera que el marco propuesto puede aplicar en las diferentes zonas arroceras?			X	
9 ¿Considera la propuesta provee una base de transformación digital del sector arrocerero?				X
Observaciones				
Es la primer trabajo que encuentro completo en el que se tienen en cuenta todos los actores y variables de la cadena				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Validación Experto N° 3.

FORMATO DE VALIDACION					
Fecha	5 de Noviembre de 2021				
Responsable	Camilo Velasquez				
Criterios	1- No cumple 2- Cumple con bajo nivel 3- Cumple con moderado nivel 4- Cumple con alto nivel				
		Calificación			
Estructura del marco		1	2	3	4
1 ¿El lenguaje utilizado permite la comprensión del marco?					X
2 ¿El marco propuesto es sencillo, entendible y secuencialmente claro?					X
3 ¿El desarrollo presenta de forma sencilla el objetivo del marco?					X
Alcance					
4 ¿Considera que el marco propuesto responde al problema planteado?					X
5 ¿Considera que el marco propuesto puede generar una ruta para la transformación digital de la cadena de valor en la producción de arroz?			X		
6 ¿Considera que la propuesta puede mejorar la productividad, la calidad y competitividad del arroz?			X		
Aplicación					
7 ¿El marco propuesto permite alcanzar los objetivos?					X
8 ¿Considera que el marco propuesto puede aplicar en las diferentes zonas arroceras?			X		
9 ¿Considera la propuesta provee una base de transformación digital del sector arrocerero?			X		
Observaciones					
El nivel sociocultural de nuestros agricultores, puede llegar a ser un limitante en el alcance de los objetivos La condición socioeconómica del sector agrícola, puede llegar a ser obstáculo en la adopción de tecnología.					

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, se identifica que, en cada uno de los criterios planteados en la encuesta, que hubo una pregunta en la que la calificación manifiesta recomendaciones por parte de los expertos, las cuales se describen a continuación:

En el criterio estructura del marco, el experto 1 indica que, pese a que el marco se plantea en lenguaje claro, permitiendo seguimiento secuencial adecuado y de manera sencilla, al principio no lograba comprender los objetivos de este, solo hasta el final que se presenta el marco completo.

En el criterio aplicación, los 3 expertos encuestados encuentran que el marco tiene opciones para aplicar en diferentes zonas arroceras. No obstante, debido a la alta variabilidad de productores tanto en tamaño como en poder de ejecución puede, restar probabilidades de aplicar el marco en sus diferentes etapas ya que requiere esfuerzo mayor.

Se evidencia que los 3 expertos coinciden en que la aplicación del marco en diferentes zonas arroceras puede tener un nivel de dificultad debido a las condiciones culturales y económicas de los actores en la producción primaria, adicionalmente, condiciones como escolaridad, rango de edad y otros temas tecnológicos como acceso a conectividad pueden requerir de otras iniciativas para completar la ejecución de este marco de manera efectiva.

7 CONCLUSIONES

La transformación digital no debe tomarse solo como un meta u objetivo al cual están obligadas las empresas a alcanzar, sino como una oportunidad que se presenta para optimizar sus procesos con ayuda de la innovación y el desarrollo ofrecidos por la tecnología, permitiéndoles ser rentables y estar a la vanguardia a nivel de competitividad del mercado global.

El marco de apropiación de transformación digital para cadena de valor en producción de cereales - aplicado a proceso de arroz, es una propuesta diseñada para entender e impulsar la transformación digital en los procesos productivos de arroz y entender las variables o componentes que se deben considerar a la hora de iniciar procesos de cambios en búsqueda de la mejora de productividad, la eficiencia y el control en cada uno de los eslabones de la cadena valor. Este marco, no busca obligar el uso de alguna herramienta digital específica, más bien se orienta a ser referente para impulsar los procesos de cambios según las necesidades puntuales de cada productor o zona arroceras.

El marco propuesto en este documento permite a los actores de la cadena de valor de producción de arroz, contar con una herramienta de fácil comprensión para trabajar de manera colaborativa la transformación de cultura y procesos apoyadas por tecnología para

responder a los retos del entorno cambiante, incremento de la demanda y de la nueva comercialización.

Una vez evaluado el marco a través de juicio de expertos en materia de producción primaria e industria arrocera, se considera que puede ser implementado para trabajos futuros que pretendan iniciar una transformación digital en alguno de los eslabones de la cadena de valor, ya la metodología permite ejecutar los ejes del marco en la cadena completa o eslabón individual. Adicionalmente, como lo sugiere uno de los expertos encuestados, este marco puede servir como apoyo a las iniciativas planteadas en el plan de ordenamiento productivo de arroz desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MinAgricultura.

El resultado de evaluación de juicio de expertos permite soportar el cumplimiento de los objetivos del proyecto a través el desarrollo del marco de apropiación.

Es significativo que para la ejecución del marco se cuente con un equipo conformado por productores del sector primario, personal del molino o industria transformadora, personal experto de áreas agronómicas y personal de gerencia de TI, como otros involucrados pueden estar representantes de gobierno y agrocomercios.

Es importante resaltar la participación del Estado en la transformación digital del sector agroindustrial, teniendo en cuenta que desde ahí parten los mecanismos o estrategias para generalizar los servicios digitales; estableciendo reformas gubernamentales con una visión más allá del periodo del gobierno de turno enfocadas a componentes como capacitación del recurso humano como factor principal para que propuestas como la del marco de este documento puedan aplicarse en todo el territorio nacional.

8 BIBLIOGRAFÍA

- ANDI. (2017). *ANDI | Estrategia para una nueva industrialización II*.
<http://proyectos.andi.com.co/Libro2/Paginas/index.html#cap1>
- ANDI. (2019). Informe de la Encuesta de Transformación Digital 2019. In *Vicepresidencia de Transformación Digital*.
- Calatayud, A., & Katz, R. (2019). Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina. *Cadena de Suministro 4.0: Mejores Prácticas Internacionales y Hoja de Ruta Para América Latina*.
<https://doi.org/10.18235/0001956>
- DANE. (2019). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). *Boletín Técnico, 1*, 1–38.
- DANE. (2020). *El sector agropecuario creció 6,8% e impulsó la economía colombiana en el primer trimestre de 2020*. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-creció-6,8-e-impulsó-la-economía-colombiana-en-el-primer-trimestre-de-2020-.aspx>
- De la Peña Aznar, J. (2015). *La gran oportunidad: Claves para liderar la transformación digital en las empresas y en la economía*.
- Del Val Roman, J. (2012). Industria 4.0. La Transformación Digital de la Industria Española. *Coddiinforme*, 120. <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
- FEDEARROZ. (2017). *IV CENSO NACIONAL ARROCERO 2016*.
- Fernández, M. (2020). *INDUSTRIA 4.0: Tecnologías y Gestión en la Transformación Digital de la Industria (Spanish Edition)*.

- Gavilán, I. G. R. (2019). *La Carrera Digital* (ExLibric (ed.); 1ª edición). www.exlibric.com
- González, A. (2020). *ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL ARROZ*. UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA (UPRA).
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. F. (2018). *DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADOPCIÓN DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL POR PARTE DE LAS EMPRESAS EN BOGOTÁ, APLICABLES A PYMES EN COLOMBIA*. 143.
- IDB. (2019). *CO-Q0017 - CO-T1488 - Resumen del proyecto.pdf* | IADB.
<https://www.iadb.org/es/projects/document/EZSHARE-558151040-3?project=CO-Q0017>
- Javeriana. (2017). *Tecnología de punta en el cultivo de arroz* | *Revista Pesquisa Javeriana*.
<https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/tecnologia-de-punta-en-el-cultivo-de-arroz/>
- MinAgricultura. (2020a). *MinAgricultura y Upa activan tablero en línea para entregar información sobre disponibilidad de productos agropecuarios*.
<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/MinAgricultura-y-Upa-activan-tablero-en-línea-para-entregar-información-sobre-disponibilidad-de-productos-agropecuarios.aspx>
- MinAgricultura. (2020b). *Plan de ordenamiento productivo del arroz en Colombia 2020-2038*. 420.
- MinTIC. (2020). *Marco de la Transformación Digital para el Estado Colombiano*. 86.
https://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-149178_recurso_1.pdf
- MinTIC, iNNpulsa Colombia, IDOM, & Tecnalía Colombia. (2019). *Modelo de madurez para la transformación digital*. *MinTic, Dirección de Transformación Digital*, 69.
https://centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

- OCDE-FAO. (2020). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029*. OECD.
<https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>
- OCDE. (2019). *Perfilando la transformación digital en América Latina - Mayor productividad para una vida mejor*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/4817d61b-es.pdf?expires=1594957103&id=id&accname=guest&checksum=43F38F71D9BADFD5BACF72450A66D94A>
- Porter, M. E. (1991). *Ventaja competitiva Creación y sostenibilidad de un rendimiento superior* (p. 278).
- Ramírez Zapata, C. (2020). *industria 4.0 en la ciudad de Medellín a partir de las capacidades productivas existentes y potenciales y la validación de un instrumento de diagnóstico empresarial*.
- Robben, X. (2018). *La cadena de valor de Michael Porter: Identifique y optimice su ventaja competitiva* (50Minutos.es (ed.)).
- SoftBank Corp. (2019). *La solución "e-kakashi" impulsada por inteligencia artificial de SoftBank Corp. para la agricultura sostenible adoptada para el proyecto de cultivo inteligente de arroz en Colombia | Comunicados de prensa | Noticias | Acerca de nosotros | SoftBank*.
https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2019/20191028_02/
- Sotomayor, O., Ramírez, E., & Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/65)*. 199.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/1/S2100283_es.pdf

UPRA. (2020). *UPRA*.

https://www.upra.gov.co/web/guest/busqueda?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Fsala-de-prensa%2Fnoticias%2F-%2Fasset_publisher%2FGEKyUuxHYSXZ%2Fconte

Vidal, E. (2004). *Diagnóstico Organizacional - Evaluación sistémica del desempeño empresarial en la era digital* (p. 310).

https://www.academia.edu/35999176/Libro_diagnostico_organizacional_elizabeth_vidal_arizabaleta

Weforum. (2021). *Strategic Intelligence*.

<https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb000001RIhBEAW?tab=publications>