



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ERP PARA LA
GESTIÓN INTEGRAL DEL INVENTARIO GANADERO Y
CONTROL DE COSTOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIA
INTERNACIONAL (INTERAGRO).**

SUSTENTADO POR:

**CARLOS EDUARDO ZAPATA CERRATO
SAMIR SALOMÓN ESCOTO**

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

**MÁSTER EN
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.

JULIO, 2026

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRÍGUEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL

JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANA FACULTAD DE POSTGRADO

ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ERP
PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL INVENTARIO
GANADERO Y CONTROL DE COSTOS EN LA
EMPRESA AGROINDUSTRIA INTERNACIONAL
(INTERAGRO)**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

MÁSTER EN

GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

ASESOR

JORGE RAUL MARADIAGA CHIRINOS

MIEMBROS DE LA TERNA:

**FUNEZ FUNEZ KEVIN EDUARDO
ELVIN OSMAN BOBADILLA SALINAS
ANTHONY STEVE BARAHONA
ESPINOZA**



FACULTAD DE POSTGRADO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ERP PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL INVENTARIO GANADERO Y CONTROL DE COSTOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIA INTERNACIONAL (INTERAGRO)

Carlos Eduardo Zapata Cerrato
Samir Salomón Escoto

Resumen

La investigación propone el diseño de un sistema de información de tipo ERP para la gestión integral del inventario ganadero y el control de costos operativos en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro), dedicada a la producción de ganado de doble propósito en Honduras, con el fin de superar las limitaciones de registros manuales y sistemas fragmentados que afectan la trazabilidad, la eficiencia y la toma de decisiones gerenciales. A partir de un análisis del contexto global, regional y nacional de la transformación digital agroindustrial, se identifican brechas de gestión y conocimiento relacionadas con la baja adopción de tecnologías de información, la infraestructura tecnológica rural limitada y la resistencia cultural al cambio. El marco teórico articula la Teoría de Sistemas de Información, el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) y el Modelo de Gestión del Cambio de Kotter, trazabilidad ganadera e indicadores de eficiencia productiva y económica, para sustentar el enfoque propuesto. Metodológicamente, se desarrolla un estudio con componentes exploratorio, descriptivo y propositivo, que emplea encuestas, entrevistas semiestructuradas y análisis documental para diagnosticar la situación actual de la gestión de inventarios, costos y requerimientos de información en Interagro. Con base en estos hallazgos, se diseña la propuesta de un ERP ganadero estructurado en módulos de inventario

y trazabilidad, producción y sanidad, costos biológicos y operativos, e inteligencia gerencial y tableros de control, acompañado de un cronograma, presupuesto y plan de implementación alineados con el contexto rural y la normativa nacional de trazabilidad, orientado a mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad del negocio.

Palabras claves: (Sistemas ERP; inventario ganadero; costos operativos; trazabilidad; transformación digital.)



GRADUATE SCHOOL

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ERP PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL INVENTARIO GANADERO Y CONTROL DE COSTOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIA INTERNACIONAL (INTERAGRO)

Carlos Eduardo Zapata Cerrato
Samir Salomón Escoto

Abstract

This study proposes the design of an Enterprise Resource Planning (ERP) information system to support the integrated management of livestock inventory and operating costs in Agroindustria Internacional (Interagro), a dual-purpose cattle company in Honduras, aiming to overcome the limitations of manual records and fragmented systems that hinder traceability, efficiency and managerial decision-making. Based on an analysis of the global, regional and national context of digital transformation in agribusiness, the research identifies management and knowledge gaps related to the low adoption of information technologies, rural infrastructure constraints and cultural resistance to change. The theoretical framework integrates Information Systems Theory, the Technology Acceptance Model (TAM) and Kotter's Change Management Model with key, livestock traceability and productive and economic performance indicators to support the proposed approach. Methodologically, the study follows an exploratory, descriptive and propositional design, using surveys, semi-structured interviews and documentary analysis to diagnose the current status of inventory management, cost control and information requirements in Interagro. Based on the empirical findings, the research presents the design of a livestock ERP solution structured into modules for inventory and traceability, production and animal health, biological and operating costs, and managerial intelligence and dashboards, together with an

implementation schedule, budget and project charter tailored to the rural context and national traceability regulations, in order to enhance profitability and business sustainability.

Palabras claves: (ERP systems; livestock inventory; operating costs; traceability; digital transformation.)

DEDICATORIA

Es mi deseo hacer una dedicatoria muy especial de este trabajo final de graduación a mi madre Ada Margarita Escoto Cárcamo, quien siempre ha sido mi mejor ejemplo en la vida, la persona que ha estado siempre a mi lado de manera incondicional, de la forma en que solo una madre amorosa podría hacerlo. Es gracias a ella que he llegado hasta aquí y soy la persona en la que me he convertido a lo largo de mis años de vida.

Gracias mamá por todo lo que has hecho y haces por mi hasta hoy.

Te amo mucho madre querida y te amare por siempre, hasta el día en que nos volvamos a ver cuando hayamos viajado a otro lugar, sé que así será.

A mi tía Sonia Leonor Escoto Cárcamo, quien desde el principio me animo a realizar mis estudios de maestría y siempre me ha dado buenos consejos que me han servido mucho hasta hoy. Por siempre ayudarme con pensamientos positivos a pesar de las circunstancias que se presentan y que a veces parecen no tener solución. Por todo eso y más gracias tía.

También quiero dedicar este trabajo final a mi novia Fátima Hortencia Toledo Martínez, quien ha sido una parte muy importante en esta etapa de mi vida y en mi crecimiento personal, alguien que me ha ayudado de una manera en que solo una Dama de Luz podría hacerlo, un ser humano único, con tanto amor y bondad en ella, que hacen desear que todos los seres humanos tuvieran esas mismas virtudes. El mundo sería un lugar mejor.

Mi linda Fati, siempre estarás presente en este logro personal.

- **Samir Salomón Escoto.**

Dedico este Trabajo Final de Graduación a mis padres y a mi hermano, cuyo amor, ejemplo y apoyo incondicional han sido el motor que me impulsó a llegar hasta este momento tan importante.

Asimismo, dedico este logro a mi novia, Nicolle Molina, por su compañía constante, su paciencia y su comprensión en los días más difíciles de este proceso, animándome siempre a dar lo mejor de mí.

Este trabajo es el resultado del esfuerzo compartido con quienes han creído en mí y han sido parte esencial de mi camino.

- **Carlos Eduardo Zapata Cerrato**

AGRADECIMIENTO

Quiero dar mis más sinceros y profundos agradecimientos a mis familiares más cercanos, a mi hijo Samir Adrián Salomón Sierra, quien ha sido una gran fuente de inspiración y de motivación a lo largo de los años para darme cuenta de que somos capaces de lograr muchas cosas, desde las más pequeñas, hasta las más grandes.

A mis amigos más cercanos, es especial a Héctor Hernán Ramírez Galo, quien siempre con sus buenos consejos y experiencia me ha ayudado a tener perspectivas más claras para poder lograr cumplir objetivos y metas.

A Allan Osman Chavarría, quien nos brindó su apoyo incondicional desde el principio y que fue muy importante para la culminación de este trabajo final.

A todos ellos y a quienes siempre me apoyaron y animaron a seguir adelante, gracias infinitas y mis mejores deseos para el futuro y que la vida siga dándoles grandes bendiciones.

- **Samir Salomón Escoto.**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en este camino académico y personal.

De manera muy especial, agradezco a Luis Guifarro y Ronald Polanco, quienes, aunque ya no se encuentren con nosotros terrenalmente, permanecen vivos en nuestra mente y en nuestro corazón. Su recuerdo y legado han sido una fuente constante de inspiración.

Asimismo, deseo agradecer sinceramente a mis amigos José Ponce, Kevin Francisco, Darío Ávila, Luis Cerrato y Carlos Ariel, por su apoyo incondicional, su compañía y por estar presentes en cada etapa de este proceso. Su amistad ha sido un pilar fundamental para alcanzar este logro.

A mi familia y a todos aquellos seres que me quieren, gracias por su amor, comprensión y respaldo constante, los cuales han sido esenciales para seguir adelante.

De igual forma, expreso mi agradecimiento a la familia Galindo Alonzo por su apoyo y consideración a lo largo de este proceso.

A todos ustedes, muchas gracias.

- **Carlos Eduardo Zapata Cerrato.**

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.1 INTRODUCCIÓN	8
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	9
1.2.1 Contexto global o internacional del problema	9
1.2.2 Contexto regional y nacional (Centroamérica y Honduras).....	10
1.2.3 Contexto específico de la organización Interagro.	11
1.2.4 Brechas de conocimiento y de gestión.	11
1.2.5 Limitaciones contextuales de la investigación	12
1.2.6 Limitación 1: Infraestructura rural limita el ERP.....	12
1.2.7 Limitación 2: Cultura rural genera resistencia	13
1.2.8 Relevancia de abordar el problema	16
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3.1 Enunciado del problema.....	17
1.3.2 Formulación del problema	17
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1 Pregunta general.....	18
1.4.2 Preguntas específicas.....	18
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	19
1.5.1 Objetivo general.....	19
1.5.2 Objetivos específicos.....	19

1.6 JUSTIFICACIÓN.....	20
1.6.1 Interés del gobierno.....	20
1.6.2 Interés de la institución.	21
1.6.3 Interés desde los organismos internacionales.....	21
1.6.4 Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	22
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	24
2.1 MACROENTORNO	24
2.1.1 Transformación digital en la agroindustria.....	24
2.1.2 Agricultura 4.0 y Digital Farming.....	26
2.1.3 Sistemas ERP en el sector agropecuario.....	27
2.1.4 Trazabilidad ganadera internacional e ISO 22005.	30
2.1.5 Gestión de inventarios agropecuarios.....	31
2.1.6 Control de costos en producción pecuaria	32
2.1.7 Sistemas de Información Gerencial (MIS).....	33
2.1.8 Business Intelligence aplicado a la agroindustria.....	33
2.1.9 Síntesis integradora del Macroentorno.....	34
2.2 MICROENTORNO.....	35
2.2.1 Ganadería hondureña: situación actual	35
2.2.2 SINART y trazabilidad nacional	36
2.2.3 PESA 2023–2043.	37
2.2.4 Infraestructura tecnológica rural en Honduras	38
2.2.5 Madurez digital agroindustrial	38
2.2.6 Costos de producción ganadera en Honduras	40
2.2.7 Cultura organizacional rural y resistencia al cambio.	41
2.2.8 Diagnóstico de procesos y nivel de sistematización de Interagro.	42

2.3	TEORÍAS DE SUSTENTO	45
2.3.1	Teoría de Sistemas de Información.	45
2.3.2	Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM).....	46
2.3.3	Modelo de Gestión del Cambio de Kotter	48
2.4	ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS	51
2.4.1	Metodología estratégica para sistemas de información.....	51
2.4.2	Metodología de implementación ERP.....	51
	Justificación específica SDLC para Interagro:	54
2.4.3	Metodología de procesos e indicadores de costos.....	56
2.5	ANTECEDENTES DE LAS METODOLOGÍAS	58
2.5.1	Antecedentes de los sistemas ERP.....	58
2.5.2	Antecedentes de la gestión de costos pecuarios	58
2.6	ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS	59
2.6.1	Análisis crítico de la planificación estratégica en SI.....	59
2.6.2	Análisis crítico de la metodología ERP.....	60
2.6.3	Justificación del enfoque ERP	60
2.6.4	Profundización crítica: Riesgos ERP en baja madurez digital	61
2.6.5	Conclusión comparativa final	62
2.6.6	Análisis crítico de la metodología de procesos e indicadores de costo.	62
2.7	HERRAMIENTAS.....	63
2.7.1	Herramientas de la planificación estratégica.....	63
2.7.2	Herramientas de la metodología de análisis y diseño de SI.	64
2.7.3	Herramientas de la metodología ERP	68
2.7.4	Herramientas de la metodología de costos.....	68
2.8	CONCEPTUALIZACIÓN	69

2.9	MARCO LEGAL	73
2.9.1	Marco legal internacional.....	73
2.9.2	Marco legal nacional.....	73
CAPÍTULO III – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		75
3.1	ENFOQUE DEL ESTUDIO.....	75
3.2	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	75
3.2.1	Componente exploratorio.....	76
3.2.2	Componente descriptivo.....	76
3.2.3	Componente propositivo	77
3.3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN, POBLACIÓN Y MUESTRA	77
3.3.1	Diseño de investigación	77
3.3.2	Población.....	78
3.3.3	Técnicas de muestreo	79
3.3.4	Muestra.....	79
3.4	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	80
3.5	HIPÓTESIS.....	81
3.5.1	Hipótesis general (H1)	81
3.5.2	Hipótesis específicas	82
3.5.3	Operacionalización y medición de las hipótesis específicas	82
3.6	ESQUEMA DE VARIABLES	85
3.6.1	Variables dependientes	87
3.6.2	Variables independientes	87
3.6.3	Relación entre las variables.....	87
3.7	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	88
3.7.1	V1 – Gestión actual del inventario ganadero (OE1)	88

3.7.2	V2 – Control de costos operativos (OE2)	91
3.7.3	V3 – Requerimientos de información del sistema ERP (OE3).	93
3.7.4	V4 – Herramientas y recursos para el diseño del ERP (OE4).....	95
3.7.5	V5 – Indicadores de eficiencia productiva y económica (OE5)	96
3.7.6	V6 – Reportes gerenciales para decisiones (OE6)	98
3.8	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PLAN DE ANÁLISIS	100
3.8.1	Técnica 1: Encuesta.....	100
3.8.2	Técnica 2: Entrevista semiestructurada.....	103
3.8.3	Técnica 3: Análisis documental	105
3.8.4	Integración y triangulación de datos	107
3.9	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	108
3.9.1	Fuentes primarias	108
3.9.2	Fuentes secundarias.....	109
3.10	Matriz Metodológica	110
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS		112
4.1	PROCESO ACTUAL.....	112
4.2	RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	114
4.2.1	Objetivo 1 – Gestión de inventario y trazabilidad.....	114
4.2.2	Objetivo 2 – Limitaciones en el control de costos operativos.....	121
4.2.3	Objetivo 3 – Requerimientos de información del sistema ERP	126
4.2.4	Objetivo 4 – Herramientas para el diseño del sistema ERP.....	141
4.2.5	Objetivo 5 – Indicadores económicos y productivos requeridos	142
4.2.6	Objetivo 6 – Necesidades de información gerencial y reportes	146
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		152
5.1	CONCLUSIONES	152

5.2	RECOMENDACIONES	154
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD		157
6.1	DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ERP PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL INVENTARIO GANADERO Y CONTROL DE COSTOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL INTERNACIONAL (INTERAGRO).	157
6.1.1	Introducción.	157
6.1.2	Planteamiento del problema.....	157
6.1.3	Proceso actual (diagrama de flujo AS-IS).....	159
6.1.4	Mapa del Proceso actual	161
6.1.5	Modelo TO-BE del proceso de gestión de inventario y costos	162
6.2	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	164
6.2.1	Análisis comparativo: solución de mercado vs. solución a la medida.	165
6.2.2	Gestión de la Integración.	169
6.2.3	Integración Costos y Producción para Romper la Ceguera Financiera.....	181
6.2.4	Superación del Desfase Informativo y la Obligación Trimestral	182
6.2.5	Mitigación Climática y la Ineficiencia Logística del Campo.....	183
6.3	ALCANCE.....	185
6.3.1	Módulo de Inventario Ganadero y Trazabilidad	186
6.3.2	Módulo de Producción y Sanidad	188
6.3.3	Módulo de Costos Biológicos y Operativos.....	189
6.3.4	Módulo de Inteligencia Gerencial y Dashboards	190
6.4	MODELO DE DATOS (ESQUEMA RELACIONAL ESENCIAL)	198
6.5	MEDIDAS DE CONTROL E INDICADORES DEL SISTEMA.....	201
6.6	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	203
6.7	PRESUPUESTO	207
Bibliografía		210

ANEXOS.....	217
-------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Mapa conceptual de la transformación digital en la agroindustria	26
Figura 2 Evolución digital en la agroindustria.....	27
Figura 3 Arquitectura general del sistema ERP propuesto para Interagro.	30
Figura 4 Aplicación de Business Intelligence en la agroindustria	35
Figura 5 Flujograma del proceso actual en Interagro	43
Figura 6 Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM).....	48
Figura 7 Los ocho pasos del modelo de gestión del cambio de Kotter.....	49
Figura 8 Ciclo de vida de desarrollo de sistemas (SDLC) según Laudon y Laudon	52
Figura 9 Formato de análisis FODA aplicado a la agroindustria	64
Figura 10 Variables de estudio.....	85
Figura 11 Matriz de Objetivos, variables e instrumentos.....	112
Figura 12 Diagrama de flujo del proceso actual	113
Figura 13 Mapa de proceso SIPOC del proceso actual	114
Figura 14 Existencia de registros individual por animal en interagro	117
Figura 15 Frecuencia de actualización del inventario ganadero en Interagro.....	119
Figura 16 Rubros de costos registrados actualmente en Interagro.....	124
Figura 17 Indicadores económicos priorizados por la dirección de Interagro.....	144
Figura 18 Reportes considerados necesarios por los directivos de Interagro.	148
Figura 19 FODA	150
Figura 20 Proceso actual (diagrama de flujo AS IS).....	160
Figura 21 Mapa proceso actual de gestión de información productiva	161
Figura 22 Diagrama de flujo TO-BE	163
Figura 23 Módulo de Inventario Ganadero y Trazabilidad.....	188
Figura 24 Módulo de Producción y Sanidad	189
Figura 25 Módulo de Costos Biológicos y Operativos	190
Figura 26 Módulo de Inteligencia Gerencial y Dashboards	191
Figura 27 Módulo de Inteligencia Gerencial y Dashboards	191
Figura 28 Reporte global de desempeño productivo y económico del hato	192
Figura 29 Dashboard de análisis de potreros y ocupación de pasturas.....	193
Figura 30 Dashboard de inventario de insumos veterinarios y alertas de stock.	194

Figura 31 Prototipo de reporte económico global del sistema ganadero.	195
Figura 32 Reporte de rentabilidad por animal con proyección a cinco años	196
Figura 33 Prototipo de reporte de producción lechera individual por animal	197
Figura 34 Prototipo de ficha animal con historial sanitario y productivo.....	197
Figura 35 Dashboard de recursos humanos y costos laborales	198
Figura 36 Diagrama Entidad Relación.....	199
Figura 37 Cronograma de Implementación	206

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Modelo de Kotter en Interagro.....	15
Tabla 2 Madurez digital cuantificada.....	39
Tabla 3 Cuadro comparativo situación actual vs deseada.....	43
Tabla 4 Comparación SDLC vs Ágil	53
Tabla 5 Comparación global de metodologías	55
Tabla 6 Comparativo de metodologías evaluadas.....	57
Tabla 7 Herramientas de análisis y diseño de sistemas de información.....	66
Tabla 8 Vinculación directa de herramientas Fases SDLC	67
Tabla 9 Conceptualización de términos clave de la investigación	70
Tabla 10 Marco legal internacional.....	73
Tabla 11 Marco legal nacional	73
Tabla 12 La muestra se estructura en dos grupos según el instrumento a aplicar.....	80
Tabla 13 Criterios de inclusión y exclusión.	80
Tabla 14 unidades de medida por hipótesis	84
Tabla 15 alineación: Objetivos - Variables - Qué se mide	85
Tabla 16 Gestión actual del inventario ganadero.....	89
Tabla 17 Control de costos operativos	91
Tabla 18 Requerimientos de información del sistema ERP.....	93
Tabla 19 Herramientas y recursos para el diseño del ERP	95
Tabla 20 Indicadores de eficiencia productiva y económica	97
Tabla 21 Información gerencial y reportes para la toma de decisiones	98
Tabla 22 Cuestionario estructurado.....	101
Tabla 23 Guía de entrevista semiestructurada.....	103
Tabla 24 Ficha de análisis documental	105
Tabla 25 Articulación completa de Integración y triangulación de datos	108
Tabla 26 Matriz Metodológica.....	110
Tabla 27 Síntesis hallazgos ficha análisis documental DOC-PROD-001	116
Tabla 28 Síntesis y análisis de respuestas de las entrevistas realizadas	128
Tabla 29 Clasificación de requerimientos del sistema ERP SGG-Interagro	138
Tabla 30 Indicadores económicos propuestos para el sistema ERP.....	145

Tabla 31 Matriz Comparativa de Mercado	167
Tabla 32 Acta de constitución del proyecto	169
Tabla 33 Elementos clave del acta de constitución del proyecto ERP	172
Tabla 34 Alcance, entregables, supuestos y restricciones	175
Tabla 35 Supuestos y restricciones del proyecto	176
Tabla 36 Interesados clave y riesgos iniciales.....	177
Tabla 37 Presupuesto preliminar por rubros del proyecto ERP	179
Tabla 38 Aprobación del proyecto.	180
Tabla 39 Definición de llaves primarias y foráneas	200
Tabla 40 Diccionario de datos	200
Tabla 41 Indicadores clave de rendimiento (KPIs) del sistema ERP	201
Tabla 42 Medidas de Control e Indicadores del Sistema	203
Tabla 43 Tabla de evaluación financiera.....	208
Tabla 44 Presupuesto (Análisis Financiero de la Propuesta)	208

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación desarrolla el diseño de un sistema de información de tipo ERP para la gestión integral del inventario ganadero y el control de costos operativos en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro), dedicada a la producción de ganado de doble propósito en el contexto agroindustrial hondureño. El estudio parte del reconocimiento de que la empresa administra actualmente información productiva, sanitaria y financiera mediante registros manuales y herramientas ofimáticas aisladas, situación que limita la trazabilidad del hato, dificulta el cálculo preciso de los costos por animal y restringe la toma de decisiones gerenciales basada en datos confiables y oportunos. En este marco, el Capítulo I plantea el contexto global, regional, nacional y organizacional del problema, define el enunciado y formulación de la situación de investigación, establece las preguntas generales y específicas, así como los objetivos y la justificación del proyecto, considerando la alineación con políticas públicas, marcos regulatorios de trazabilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El Capítulo II presenta el marco teórico, donde se analizan las tendencias de transformación digital en la agroindustria, la Agricultura 4.0 y la gestión de sistemas ERP en el sector agropecuario, además de la situación de la ganadería hondureña y de Interagro, integrando como teorías de sustento la Teoría de Sistemas de Información, el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) y el Modelo de Gestión del Cambio de Kotter, junto con la conceptualización de términos clave y el marco legal aplicable. El Capítulo III describe la metodología de la investigación, exponiendo el enfoque y alcance del estudio, el diseño de investigación, la población y muestra, las hipótesis, el esquema y la operacionalización de variables, así como las técnicas, instrumentos y plan de análisis de datos empleados para recolectar y triangular la información mediante encuestas, entrevistas semiestructuradas y análisis documental.

En el Capítulo IV se presentan los resultados y análisis derivados del diagnóstico de la gestión actual del inventario ganadero, el control de costos operativos, los requerimientos de información, los indicadores productivos y económicos, y las necesidades de reportes gerenciales de Interagro, incorporando un análisis FODA que sintetiza las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa frente a la implementación de un

sistema ERP. El Capítulo V formula las conclusiones y recomendaciones del estudio, articulando los hallazgos con los objetivos específicos, las variables planteadas y las teorías de sustento, y proponiendo lineamientos para la modernización de la gestión ganadera y la toma de decisiones estratégicas. Finalmente, el Capítulo VI desarrolla la aplicabilidad de la propuesta, detallando el diseño funcional del sistema ERP para Interagro, su alcance en términos de módulos, modelo de datos, indicadores de control, cronograma, presupuesto y elementos de gestión de proyectos, con el propósito de ofrecer una base técnica y metodológica para una futura implementación en el contexto rural hondureño.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

1.2.1 Contexto global o internacional del problema.

A nivel global, el sector agroindustrial ha experimentado una transformación progresiva impulsada por la adopción de tecnologías de información y sistemas digitales orientados a mejorar la productividad, la trazabilidad y la sostenibilidad de las operaciones. En particular, la gestión del inventario ganadero y el control de costos se han convertido en áreas críticas para garantizar la competitividad de las empresas dedicadas a la producción pecuaria, debido al aumento de los costos de insumos, las exigencias sanitarias internacionales y la necesidad de optimizar la toma de decisiones basada en datos (Nations, 2019).

Diversos estudios y organismos internacionales han señalado que la implementación de sistemas de información agropecuarios permite centralizar datos productivos, sanitarios y financieros, facilitando el control individual del ganado, el seguimiento del rendimiento productivo y la evaluación precisa de los costos operativos (Laudon & Laudon, 2020). Sin embargo, a pesar de estos avances, muchas empresas del sector, especialmente las de tamaño pequeño y mediano, continúan operando con registros manuales o sistemas fragmentados, lo que limita el aprovechamiento estratégico de la información (OBrien & Marakas, 2016).

En este contexto, la digitalización del sector agroindustrial se reconoce como un factor clave para mejorar la eficiencia operativa, reducir riesgos económicos y fortalecer la sostenibilidad del negocio, especialmente en actividades como la ganadería de doble propósito, donde la gestión integrada de la información resulta fundamental (FAO & BID, 2019).

1.2.2 Contexto regional y nacional (Centroamérica y Honduras).

En Centroamérica y particularmente en Honduras, la ganadería representa una actividad económica relevante para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria. El sector agropecuario hondureño representa aproximadamente el 12.9 % del Producto Interno Bruto (PIB), genera el 35.6% del valor total de las exportaciones del país y emplea al 35% de la población económicamente activa (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019).

No obstante, el sector enfrenta múltiples desafíos relacionados con la limitada adopción de tecnologías de información, la informalidad en los registros productivos y la escasa sistematización de los costos operativos.

En el ámbito nacional, el sector agropecuario se encuentra en una etapa inicial de adopción de soluciones digitales. Solo algunos actores grandes y mejor capitalizados han incorporado sistemas tecnológicos especializados, mientras que la mayoría de los productores continúa dependiendo de herramientas básicas como aplicaciones de mensajería y registros tradicionales para gestionar su producción.

Esta situación refleja brechas importantes en la modernización y sistematización de la información productiva, financiera y de trazabilidad del ganado, lo que limita la capacidad del sector para aprovechar plenamente los beneficios de la agricultura digital. (Strategic Impact Advisors, 2022) subraya que, aunque existen condiciones favorables como la cobertura de red y la penetración de teléfonos inteligentes, todavía se requiere consolidar un ecosistema de servicios digitales más robusto que apoye de forma directa a productores y empresas agroindustriales en Honduras.

Asimismo, la falta de información consolidada limita la capacidad de las organizaciones para responder de manera eficiente a cambios del mercado, exigencias regulatorias y procesos de planificación estratégica. Aunque existen iniciativas públicas y privadas orientadas a promover la modernización tecnológica del sector agropecuario, como el programa de trazabilidad Trazar Agro del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, 2023), persisten brechas significativas en cuanto a la implementación efectiva de sistemas de información integrales que apoyen la gestión administrativa y productiva, especialmente en empresas agroindustriales de carácter tradicional (Comisión Económica para América Latina

y el Caribe, 2025).

1.2.3 Contexto específico de la organización Interagro.

Agroindustria Internacional (Interagro) es una empresa dedicada a la producción de ganado de doble propósito, cuya operación requiere un control preciso del inventario ganadero, los costos operativos y la producción. No obstante, la empresa gestiona actualmente esta información de forma dispersa y mayoritariamente manual, lo que genera dificultades para consolidar datos relevantes como la identificación individual del ganado, el historial veterinario, el control de peso, la producción de leche y los costos asociados a la alimentación y operación.

Esta situación impacta directamente en la eficiencia operativa de la empresa, ya que la ausencia de un sistema de información centralizado limita la disponibilidad de datos confiables y oportunos para la toma de decisiones estratégicas. Además, la falta de trazabilidad integral del ganado incrementa el riesgo de errores administrativos, pérdidas económicas y dificultades en el control productivo y financiero.

Si bien se han realizado esfuerzos puntuales para organizar la información mediante registros internos, estos no han logrado resolver de manera integral la problemática, debido a la ausencia de una solución tecnológica diseñada específicamente para las necesidades operativas y de gestión de Interagro. Estas limitaciones constituyen el núcleo del problema de investigación que se aborda en este estudio, al evidenciar la necesidad de un sistema de información integrado que permita a la empresa gestionar de forma eficiente su inventario ganadero y el control de sus costos operativos.

1.2.4 Brechas de conocimiento y de gestión.

A partir del análisis del contexto global, regional y organizacional, se identifican brechas relevantes tanto a nivel de gestión como de conocimiento. Entre ellas destaca la falta de estudios aplicados que aborden la implementación de sistemas de información integrales para la gestión ganadera en empresas agroindustriales hondureñas, considerando simultáneamente la trazabilidad productiva y el control de costos.

Asimismo, se evidencia una limitada utilización de metodologías estructuradas para el levantamiento de requerimientos de información y el diseño de soluciones tecnológicas alineadas a los procesos reales del negocio.

Estas brechas dificultan la adopción efectiva de tecnologías de información que respondan a las necesidades específicas del sector y de la empresa objeto de estudio.

La propuesta de este estudio busca precisamente cerrar parte de estas brechas, mediante el análisis de la situación actual de Interagro y el diseño de un sistema de información integral orientado a mejorar la gestión del inventario ganadero y el control de costos operativos, articulando los requerimientos de información con los procesos productivos y administrativos de la organización.

1.2.5 Limitaciones contextuales de la investigación

Además de las consideraciones éticas, esta investigación enfrenta dos limitaciones contextuales importantes derivadas de la realidad del sector agroindustrial rural hondureño, que deben considerarse al interpretar los hallazgos y evaluar la viabilidad de la propuesta del sistema ERP. Estas limitaciones no invalidan el estudio, sino que contextualizan la solución y justifican decisiones metodológicas específicas adoptadas en el diseño de instrumentos y en la operacionalización de variables.

1.2.6 Limitación 1: Infraestructura rural limita el ERP

La infraestructura tecnológica disponible en las zonas rurales de Honduras condiciona directamente la arquitectura, funcionalidades y modelo de despliegue del sistema ERP para Interagro. Honduras presenta brechas significativas en el acceso a tecnologías digitales en el área rural: solo el 41.3% de la población rural cuenta con acceso a internet, en comparación con el 65.3% en la zona urbana (INE Estadísticas, 2024). Asimismo, el acceso a computadoras en el área rural es de apenas 13%, con aproximadamente 54,800 hogares rurales con equipos de cómputo (El Herald, 2024). El (IICA, 2023) señala que al menos 2.9 millones de pobladores rurales viven con conectividad limitada en Honduras.

Estas limitaciones estructurales imponen restricciones técnicas específicas al sistema propuesto:

1. **Conectividad intermitente:** El ERP debe diseñarse con capacidades de operación offline/online, permitiendo que los usuarios en las fincas registren

datos sin conexión permanente a internet y sincronicen la información cuando la conectividad esté disponible.

2. **Infraestructura de hardware:** La falta de equipos de cómputo en las unidades productivas rurales exige considerar interfaces móviles (tablets, smartphones) como alternativa más viable que estaciones de trabajo de escritorio, aprovechando la mayor penetración de telefonía celular (88.3% a nivel nacional, (INE Estadísticas, 2024).
3. **Ancho de banda limitado:** El sistema debe optimizar el uso de datos, evitando interfaces pesadas, videos o gráficos de alta resolución que consuman excesivo ancho de banda. Los reportes deben poder generarse y consultarse localmente sin requerir transferencias masivas de datos.
4. **Servidores y hospedaje:** La limitada infraestructura de centros de datos en zonas rurales favorece un modelo de despliegue en la nube (cloud computing) con sincronización periódica, en lugar de servidores locales que requieran mantenimiento especializado in situ.
5. **Escalabilidad gradual:** Dada la variabilidad de la conectividad entre las distintas fincas de Interagro, el sistema debe permitir una implementación por fases, comenzando por las unidades con mejor infraestructura tecnológica.

(Strategic Impact Advisors, 2022), subraya que, aunque existen condiciones favorables como la cobertura de red y la penetración de smartphones, todavía se requiere consolidar un ecosistema de servicios digitales más robusto. La teoría de Sistemas de Información de (Laudon & Laudon, 2020) señala que la dimensión tecnológica debe considerar las limitaciones de infraestructura y adaptarse a ellas, pues un sistema que no considera el contexto tecnológico real está condenado al fracaso operativo.

1.2.7 Limitación 2: Cultura rural genera resistencia

La cultura organizacional predominante en empresas agropecuarias rurales constituye un factor crítico que puede facilitar o inhibir la adopción efectiva del sistema ERP, independientemente de su calidad técnica. La investigación sobre cultura organizacional en empresas agropecuarias resalta "una cultura organizacional estable, con énfasis en el liderazgo y los procesos decisorios orientados al mantenimiento del statu quo, y una

inclinación hacia actividades organizacionales de las cuales ha dependido su continuidad productiva" (Dialnet, 2020).

La resistencia al cambio en el sector rural tiene raíces profundas que van más allá de las limitaciones materiales, involucrando valores, identidad, capital social y modos de vida enraizados en la autosuficiencia y la tradición. (Almanza Junco & Aponte, 2023) señalan que la poca adopción de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario se explica no solo por factores económicos, sino por "una cultura arraigada en el respeto a las creencias, costumbres y prácticas tradicionales".

La presencia de esta cultura organizacional tradicionalista genera riesgos específicos para la implementación del ERP en Interagro:

6. **Desconfianza hacia la tecnología:** El personal operativo puede percibir el sistema como una herramienta de control o vigilancia en lugar de apoyo, generando resistencia pasiva (no uso del sistema, registros incompletos).
7. **Preferencia por métodos tradicionales:** Los empleados con años de experiencia pueden considerar que sus registros manuales y su "conocimiento de campo" son superiores al sistema digital, subutilizando las funcionalidades del ERP.
8. **Baja percepción de utilidad:** Si el personal no comprende claramente cómo el ERP facilita su trabajo diario (reducción de duplicidad, reportes automáticos, alertas sanitarias), la utilidad percibida será baja, afectando la intención de uso según el Modelo TAM.
9. **Competencias digitales limitadas:** Según señala (Bendaña, 2023) en el sector agro las competencias digitales incluyen desde el uso de software de gestión hasta el manejo de tecnologías IoT, y los líderes tienen un papel crucial en la gestión de estas competencias. La falta de alfabetización digital en el personal operativo puede convertirse en una barrera infranqueable si no se acompaña con capacitación efectiva.
10. **Falta de patrocinio gerencial:** Sin el compromiso visible de la alta dirección y los mandos medios, la implementación del ERP puede percibirse como "un proyecto más" sin relevancia estratégica.

Para abordar este riesgo, la investigación adopta como marco de referencia el Modelo de Gestión del Cambio de Kotter, que ha demostrado su utilidad en procesos de transformación digital. Mayo (2026) señala que el 70% de las iniciativas de cambio en las organizaciones fracasan, reforzando la importancia de aplicar un modelo estructurado. Las ocho etapas de Kotter deben adaptarse al contexto de Interagro:

Tabla 1 Modelo de Kotter en Interagro

Etapas de Kotter	Aplicación en Interagro
1. Crear sentido de urgencia	Presentar a la gerencia y al personal clave las pérdidas económicas derivadas de la gestión manual: errores en registros, duplicidad de esfuerzos, imposibilidad de calcular costos reales por animal.
2. Formar coalición guía	Integrar un equipo de implementación con líderes operativos respetados (capataces, encargados de finca) y personal administrativo que "patrocine" el cambio ante sus compañeros.
3. Desarrollar visión clara	Comunicar cómo será la empresa digitalizada: "cada animal con su historial completo en el celular", "reportes de costos en minutos, no en semanas".
4. Comunicar la visión	Realizar talleres participativos donde el personal operativo vea demostraciones del sistema y exprese sus necesidades, generando apropiación.
5. Eliminar obstáculos	Capacitar intensivamente al personal, proporcionar equipos (tablets) y resolver problemas técnicos rápidamente para evitar frustración.
6. Generar victorias tempranas	Implementar primero un módulo piloto (por ejemplo, registro de vacunaciones) en una finca, demostrar resultados tangibles y replicar.
7. Consolidar mejoras	Usar los éxitos iniciales para expandir a otros módulos (costos, reproducción), ajustando el sistema según feedback de usuarios.
8. Anclar en la cultura	Integrar el uso del ERP en los procedimientos operativos estándar, vincular incentivos al registro correcto de datos, reconocer públicamente a usuarios ejemplares.

El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) de Davis, establece que la intención de uso de una tecnología está determinada por dos factores: utilidad percibida (¿esto me facilita el trabajo?) y facilidad de uso percibida (¿puedo aprender a usarlo fácilmente?). En el contexto de Interagro, donde la cultura organizacional rural y las competencias digitales limitadas afectan ambas percepciones, el diseño del ERP debe maximizar la utilidad tangible

(interfaces que ahorren tiempo, eliminen duplicidad, generen alertas útiles) y minimizar la complejidad (interfaces intuitivas, menús en español, iconografía clara, flujos simplificados).

(IICA, 2023) señala que "la cultura organizacional, entendida desde las creencias, valores y principios, es pieza clave para facilitar o inhibir la adopción de tecnologías en la producción: no basta con la implementación de elementos tecnológicos si no existe una cultura que favorezca su aceptación". Por ello, la gestión del cambio no es un "complemento" de la implementación técnica, sino un componente central del proyecto.

1.2.8 Relevancia de abordar el problema.

Abordar esta problemática resulta fundamental, ya que la implementación de un sistema de información para la gestión integral del inventario ganadero y el control de costos puede generar impactos significativos en la eficiencia operativa, la sostenibilidad financiera y la competitividad de la empresa Agroindustria Internacional (Interagro). Contar con información centralizada y confiable permite mejorar la toma de decisiones, optimizar el uso de los recursos y reducir riesgos asociados a la falta de control administrativo y productivo, especialmente en organizaciones que manejan grandes volúmenes de información operativa (Laudon & Laudon, 2020).

En el sector agroindustrial, la adecuada gestión de la información productiva, sanitaria y financiera es un elemento clave para garantizar la sostenibilidad de las empresas ganaderas. La digitalización de los procesos relacionados con el inventario ganadero y el control de costos contribuye a mejorar la trazabilidad del ganado, optimizar el uso de insumos y fortalecer el control sanitario, aspectos esenciales para la competitividad del sector (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).

Adicionalmente, la adopción de tecnologías digitales en la agricultura y la ganadería permite fortalecer la gestión empresarial y promover una toma de decisiones basada en datos, lo cual resulta especialmente relevante en empresas que aún operan con registros manuales o sistemas fragmentados.

El uso de sistemas de información facilita la transformación digital del sector agroindustrial, contribuyendo a una gestión más eficiente, sostenible y orientada a resultados (Nations, 2019).

Desde una perspectiva académica y práctica, esta investigación aporta valor al proponer una solución tecnológica aplicable a empresas del sector agroindustrial hondureño, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión de tecnologías de la información y promoviendo procesos de innovación y modernización en un sector estratégico para el desarrollo económico del país. En este sentido, la investigación se alinea con los enfoques internacionales que promueven la innovación tecnológica como un medio para mejorar la productividad, la sostenibilidad y la competitividad de las organizaciones (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Enunciado del problema.

Agroindustria Internacional (Interagro), empresa dedicada a la producción de ganado de doble propósito, enfrenta dificultades significativas en la gestión de su inventario ganadero y en el control de los costos operativos, debido a la ausencia de un sistema de información integrado que centralice y procese de manera eficiente los datos productivos, sanitarios y financieros de la organización.

1.3.2 Formulación del problema.

Actualmente, la información relacionada con la identificación individual del ganado, historial veterinario, control de peso, producción de leche, costos de alimentación y gastos operativos se gestiona de forma dispersa y predominantemente manual, mediante registros físicos y herramientas ofimáticas aisladas. Esta situación genera inconsistencias en los datos, retrasa el acceso a información confiable y limita la capacidad de la empresa para analizar su desempeño productivo y financiero de manera oportuna. La falta de integración y sistematización de la información impide a Interagro contar con indicadores precisos que respalden la toma de decisiones estratégicas, tales como la evaluación real de costos por animal, la rentabilidad de la producción y el seguimiento eficiente del estado sanitario del ganado.

Como consecuencia, la empresa se expone a riesgos administrativos y económicos, tales como errores en el control del inventario, incremento de costos no controlados y dificultades para planificar mejoras operativas basadas en datos objetivos.

Adicionalmente, la inexistencia de una solución tecnológica adaptada a los procesos reales de la empresa limita las posibilidades de modernización y transformación digital de la gestión ganadera, afectando la eficiencia operativa y la competitividad de Interagro en un entorno agroindustrial cada vez más exigente.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En este contexto, surge la necesidad de analizar la situación actual de la gestión del inventario ganadero y del control de costos operativos en Interagro, con el propósito de proponer la implementación de un sistema de información que permita integrar, sistematizar y optimizar estos procesos, contribuyendo así a una gestión más eficiente, transparente y orientada a la toma de decisiones basada en información confiable.

1.4.1 Pregunta general.

¿De qué manera la propuesta de un sistema de información de tipo ERP puede mejorar la gestión integral del inventario ganadero y el control de los costos operativos en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro)?

1.4.2 Preguntas específicas.

1. ¿Cómo se gestiona actualmente la información relacionada con el inventario ganadero, la trazabilidad de los animales y los registros sanitarios en las unidades productivas y administrativas considerando los procedimientos, formatos y sistemas utilizados en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro)?

2. ¿Cuáles son las principales limitaciones y dificultades en el control de los costos operativos asociados al manejo del ganado (alimentación, personal, productos veterinarios, combustibles y mantenimiento) en las diferentes áreas operativas según los registros contables y de producción disponibles en la empresa de Agroindustria Internacional (Interagro)?

3. ¿Qué información productiva, sanitaria y financiera se requiere registrar y sistematizar para llevar un control eficiente del ganado de doble proposito en términos de variables como peso, producción de leche, eventos reproductivos y costos por animal en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro)?

4. ¿De qué manera la falta de integración de la información generada en las áreas de producción, sanidad y administración afecta la calidad y oportunidad de la toma de decisiones

estratégicas relacionadas con la rentabilidad, el control de costos y la planificación productiva en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro)?

5. ¿Qué características y funcionalidades específicas debe incorporar un sistema de información de tipo ERP para responder de manera medible a las necesidades de gestión del inventario ganadero y del control de costos operativos en términos de módulos, procesos a registrar y reportes a generar en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro)?

6. ¿Qué indicadores productivos y económicos, así como qué tipos de reportes gerenciales, son necesarios definir y calcular para apoyar la toma de decisiones sobre costos, producción, reproducción y rentabilidad del hato ganadero, utilizando la información que genere el sistema propuesto para la empresa Agroindustria Internacional (Interagro)?

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 Objetivo general.

Proponer un sistema de información de tipo ERP orientado a la gestión integral del inventario ganadero y el control de costos operativos que permita integrar la información productiva, económica y reproductiva del hato, con el fin de apoyar la toma de decisiones gerenciales y contribuir a la sostenibilidad del negocio en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro).

1.5.2 Objetivos específicos.

1. Analizar la gestión actual de la información relacionada con el inventario ganadero, la trazabilidad de los animales y los registros sanitarios, identificando sus principales características y procedimientos en Agroindustria Internacional (Interagro).

2. Identificar las principales limitaciones y dificultades en el control de los costos operativos asociados al manejo del ganado de doble propósito, considerando rubros como alimentación, mano de obra, productos veterinarios, combustibles y mantenimiento en Interagro.

3. Determinar los requerimientos de información productiva, sanitaria y financiera necesarios para un control eficiente del ganado de doble propósito, incorporando variables como peso, producción de leche, reproducción, tratamientos veterinarios y costos por animal en Agroindustria Internacional (Interagro).

4. Identificar y seleccionar las herramientas metodológicas, técnicas de levantamiento de información y recursos tecnológicos necesarios para diseñar la propuesta de sistema de información de tipo ERP que integre la trazabilidad individual del animal y el control de costos por unidad de producción en Agroindustria Internacional (Interagro).

5. Analizar los indicadores económicos y productivos que la empresa requiere para la propuesta (como costo por animal, costo por litro de leche, margen de contribución, punto de equilibrio y otros), definiendo su forma de cálculo y su utilidad para evaluar rentabilidad, productividad y control de costos en Interagro.

6. Analizar las necesidades de información gerencial de la empresa para definir los reportes sobre costos, producción, reproducción y rentabilidad que deben generarse, estableciendo su contenido, periodicidad, nivel de detalle y responsables, de manera que permitan contar con los reportes necesarios para la toma de decisiones estratégicas en Agroindustria Internacional (Interagro).

1.6 JUSTIFICACIÓN

1.6.1 Interés del gobierno.

La presente investigación resulta relevante desde la perspectiva gubernamental, debido a que el sector agroindustrial constituye una actividad estratégica para el desarrollo económico, la seguridad alimentaria y la generación de empleo en Honduras. En este contexto, el Gobierno de Honduras ha establecido la Política de Estado del Sector Agroalimentario de Honduras (PESAH) 2023-2043, que busca reducir la pobreza rural, transformar el sector agroalimentario nacional y promover la digitalización de los procesos productivos con un enfoque territorial y sostenible (Secretaría de Agricultura y Ganadería IICA, 2024).

Asimismo, mediante el Decreto Ejecutivo PCM-032-2018 y el Acuerdo CD-SENASA-001-2020, se implementó el Sistema Nacional de Rastreabilidad o Trazabilidad y Registro Agropecuario, Acuícola y Pesquero (SINART), el cual exige el registro obligatorio de todas las personas y establecimientos dedicados a actividades agropecuarias, así como la trazabilidad individual de animales, productos y subproductos de origen agropecuario.

Esta normativa establece que las empresas agroindustriales deben contar con sistemas de información que permitan mantener un inventario ganadero actualizado y garantizar la

trazabilidad del ganado a nivel nacional. (Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, 2020).

La modernización de los procesos productivos y administrativos mediante el uso de tecnologías de la información contribuye a fortalecer la competitividad del sector ganadero, promoviendo una gestión más eficiente y sostenible de los recursos, en línea con las prioridades nacionales establecidas en la PESA y el marco regulatorio de trazabilidad vigente.

1.6.2 Interés de la institución.

Desde la perspectiva institucional, esta investigación aporta valor directo a la empresa Agroindustria Internacional (Interagro), al proponer una solución tecnológica orientada a resolver problemáticas reales relacionadas con la gestión de la información productiva, sanitaria y financiera del hato ganadero. La propuesta de un sistema de información integrado permitirá a la empresa contar con datos confiables y oportunos para la toma de decisiones estratégicas, mejorar el control de costos y optimizar la eficiencia operativa.

Adicionalmente, la investigación permitirá a Interagro identificar oportunidades de mejora en sus procesos internos, reducir riesgos administrativos y económicos, y sentar las bases para un proceso de transformación digital que fortalezca la sostenibilidad y competitividad de la empresa en el sector agroindustrial.

1.6.3 Interés desde los organismos internacionales.

A nivel internacional, diversos organismos promueven la incorporación de tecnologías de la información y la digitalización de los procesos productivos como un medio para mejorar la eficiencia, la trazabilidad y la sostenibilidad del sector agropecuario. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha impulsado en Honduras la creación de la Plataforma Nacional de Ganadería Sostenible (PNGS), lanzada oficialmente en julio de 2021, con el objetivo de promover una estructura de gobernanza nacional orientada al desarrollo sostenible de la actividad ganadera, mejorando la productividad, la gestión del conocimiento, la conservación del ambiente y la mitigación del cambio climático. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021).

Asimismo, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la FAO han colaborado en Honduras para evaluar el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el sector agrícola, promoviendo inversiones que permitan incorporar soluciones digitales en la pequeña agricultura y fortalecer la competitividad de las cadenas productivas mediante sistemas de información que mejoren la toma de decisiones y la eficiencia operativa. (FAO & BID, 2019).

En este sentido, la investigación se alinea con los enfoques internacionales que impulsan el uso de sistemas de información para fortalecer la gestión empresarial, optimizar el uso de recursos y mejorar la seguridad alimentaria. La propuesta contribuye al cumplimiento de lineamientos internacionales orientados al desarrollo sostenible del sector agroindustrial, al fomentar prácticas de gestión basadas en información confiable, control de costos y mejora continua de los procesos productivos.

1.6.4 Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La investigación se encuentra alineada con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas, entre los que destacan:

ODS 2: Hambre Cero, al contribuir al fortalecimiento de la producción agropecuaria mediante una gestión más eficiente del inventario ganadero y de los procesos productivos, lo que permite mejorar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, facilitando el acceso a información oportuna para la toma de decisiones y promoviendo sistemas alimentarios sostenibles. (Naciones Unidas, 2015).

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, al promover la sostenibilidad y competitividad de la empresa agroindustrial mediante la modernización de sus procesos de gestión, favoreciendo la generación de empleo, el crecimiento económico local y el fortalecimiento de las capacidades productivas del sector ganadero hondureño (Naciones Unidas, 2015).

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, al impulsar la adopción de tecnologías de la información e innovación en los procesos de gestión del sector ganadero, contribuyendo a la transformación digital de la agroindustria y al desarrollo de infraestructuras tecnológicas que fortalezcan la competitividad del sector (Naciones Unidas, 2015).

De esta manera, la investigación no solo aporta beneficios a nivel institucional, sino que también contribuye al desarrollo económico y social, en concordancia con los compromisos internacionales de desarrollo sostenible.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.1 MACROENTORNO

2.1.1 Transformación digital en la agroindustria.

La transformación digital en el sector agroindustrial constituye uno de los fenómenos más significativos de las últimas dos décadas, impulsado por la convergencia de tecnologías emergentes que están redefiniendo los modelos de producción, gestión y comercialización agropecuaria a escala global. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha señalado que la incorporación de tecnologías del paradigma 4.0 puede ayudar a agregar valor y diversificar la producción en el sector agroalimentario, mediante la aplicación de plataformas digitales, sensores, Internet de las Cosas (IoT), robótica, drones, Big Data, Cloud Computing, Inteligencia Artificial y Blockchain.

La transformación digital aplicada a la agroindustria se conoce comúnmente como Agroindustria 4.0, un concepto derivado de la Cuarta Revolución Industrial que integra tecnologías como la inteligencia artificial, el IoT, el big data, la robótica y la automatización de procesos, ofreciendo una oportunidad única para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad del sector (Gallardo, Cobos; Sánchez, Zamora, 2025). No obstante, uno de los mayores retos que enfrenta la agroindustria es la lenta adopción de tecnologías avanzadas, lo que afecta su productividad y competitividad en los mercados internacionales. De acuerdo con datos de la (FAO tecnologías digitales, 2019), solo un 25% de las agroindustrias en países en desarrollo ha implementado tecnologías digitales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO tecnologías digitales, 2019) ha reconocido que las tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales representan un catalizador fundamental para la productividad, la inclusión y la sostenibilidad del sector. El acceso a la tecnología digital puede ofrecer ventajas considerables a los pequeños agricultores y otros negocios rurales al proporcionar vinculaciones con los mercados, información climática y financiera, y herramientas para la toma de decisiones. En este sentido, la digitalización no se limita a la incorporación de hardware o software, sino que implica una transformación integral de los procesos productivos, administrativos y gerenciales que requiere un enfoque sistémico.

Análisis crítico. El macroentorno digital agroindustrial se configura como un catalizador de la transformación 4.0, al integrar tecnologías como IoT, Big Data y sistemas ERP para optimizar las cadenas de valor agropecuarias (FAO tecnologías digitales, 2019). Entre las principales fortalezas de este entorno se identifican la mejora en la trazabilidad conforme a estándares como la ISO 22005, la reducción estimada de costos operativos entre un 20% y 30% mediante análisis predictivo, y su alineación con los ODS 2 y 9, lo que refuerza su pertinencia estratégica para sistemas de doble propósito como el de Interagro.

No obstante, persisten debilidades significativas. La brecha digital entre el ámbito urbano y rural en Honduras, donde el 88.3% de los hogares tiene acceso a telefonía celular pero solo el 13% del área rural cuenta con computadoras (INE Estadísticas, 2024), limita la adopción plena de estas tecnologías. La dependencia de conectividad estable, que en zonas rurales apenas alcanza el 41.3%, y los costos iniciales que excluyen a las pymes (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019), representan obstáculos concretos.

Para Interagro, el macroentorno valida la necesidad de un sistema ERP alineado con los requerimientos del SINART y la PESAH, pero con una arquitectura híbrida que permita operación offline. A diferencia de un enfoque de Agricultura 4.0 basado en sensores, una implementación gradual —iniciando con el módulo de inventario y posteriormente incorporando costos— mitiga los riesgos asociados al entorno rural. Desde una perspectiva metodológica, este análisis justifica el enfoque mixto cuantitativo (KPI) y cualitativo (percepción de utilidad según TAM), priorizando el diagnóstico de las variables V1 y V2.

Ejemplo mapa conceptual transformación digital en la agroindustria.



Figura 1 Mapa conceptual de la transformación digital en la agroindustria

Nota: Elaboración propia con base en (autor/fuente del marco Industria 4.0 consultado).

2.1.2 Agricultura 4.0 y Digital Farming.

La Agricultura 4.0 representa la aplicación concreta de los principios de la Industria 4.0 al sector agropecuario, caracterizada por la integración de tecnologías de precisión, conectividad, automatización y análisis de datos en los procesos productivos del campo. En la agroindustria 4.0, los empresarios agrícolas utilizan dispositivos como sensores, sistemas de información geográfica, drones, robots y maquinaria autónoma para optimizar la producción, apoyándose en soluciones de análisis de datos e inteligencia artificial para tomar decisiones basadas en evidencia y predecir tendencias del mercado (Thomson Reuters, 2023).

Un componente específico de la Agricultura 4.0 es el *Precision Livestock Farming* (ganadería de precisión), que se refiere a la aplicación de tecnologías digitales sensores, IoT, inteligencia artificial y plataformas de analítica de datos a la producción animal. Este enfoque permite equipar cada instalación ganadera con sensores ambientales

que miden temperatura, humedad, calidad del aire y otros parámetros; los datos se recopilan en tiempo real y se envían a software que los analiza y los traduce en índices prácticos de soporte a la toma de decisiones. La ganadería de precisión no reemplaza la experiencia del productor, sino que le proporciona herramientas para tomar decisiones más rápidas y precisas, mejorando el bienestar animal, la rentabilidad y reduciendo el impacto ambiental (Morrone, Dimauro, & Gambella, 2022).

A nivel internacional, países como Kazajistán han implementado transformaciones digitales en ganadería mediante plataformas que integran el control de movimientos pecuarios, servicios veterinarios, vacunaciones, exportaciones e importaciones en un solo sistema digital, incorporando tecnologías de IA para monitorear el ganado y prevenir enfermedades. Estas experiencias evidencian la tendencia global hacia la trazabilidad digital completa del ciclo ganadero (Enbekshi QazaQ, 2025).

Ejemplo ilustrativo de la evolución digital de la agroindustria.

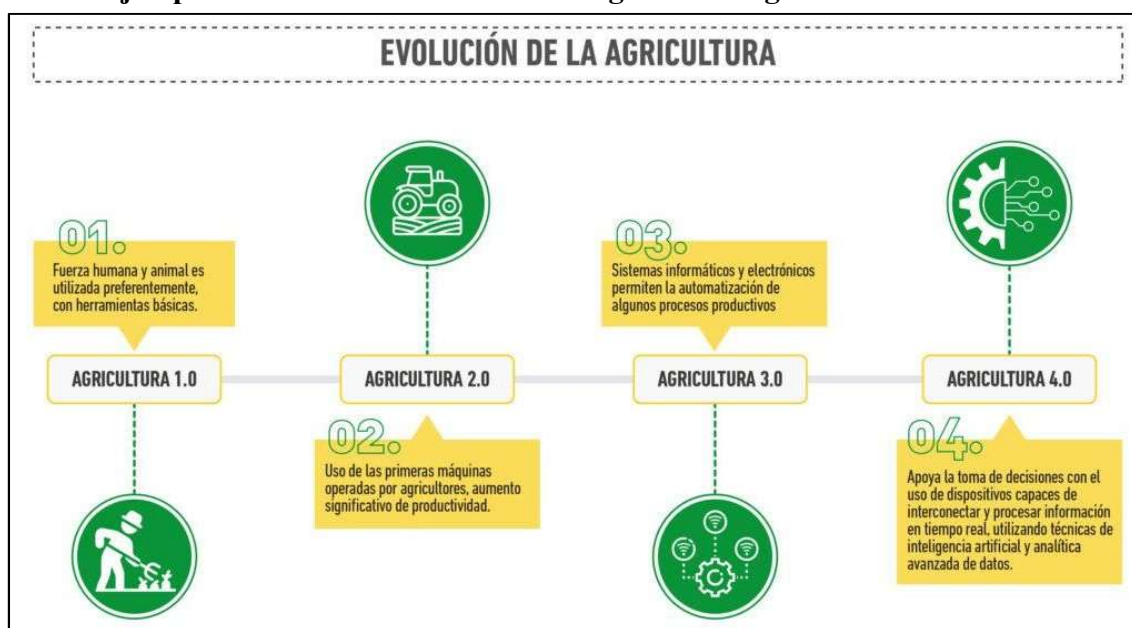


Figura 2 Evolución digital en la agroindustria

Nota: Elaboración propia con base en (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019).

2.1.3 Sistemas ERP en el sector agropecuario.

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) aplicados al sector agropecuario constituyen plataformas integradas que centralizan la información de producción, inventarios, costos, finanzas y comercialización en una sola base de datos

(Laudon & Laudon, 2020). Según investigaciones recientes sobre ERP en agroindustria, estos sistemas permiten automatizar procesos, mejorar la coordinación entre departamentos y fortalecer la trazabilidad operativa desde la producción hasta la distribución (LACCEI, 2025). En el contexto ganadero, los ERP especializados integran módulos de gestión de hatos, control sanitario, seguimiento reproductivo, trazabilidad individual por animal y control de costos por unidad de producción (Escuela Agrícola Panamericana Zamorano , 2023).

La adopción de ERP en el sector agropecuario latinoamericano ha permitido a las empresas integrar procesos productivos, mejorar el seguimiento de inventarios y generar reportes de análisis en tiempo real mediante módulos de Business Intelligence (Universidad de América, 2024). Estas plataformas facilitan el cumplimiento de requisitos de trazabilidad, especialmente en contextos de exportación, al documentar el historial completo de cada unidad productiva desde el origen hasta su comercialización.

Un ERP especializado en el sector agro ofrece una visión integrada de las operaciones y está cambiando la forma en que las explotaciones planifican sus ciclos productivos, toman decisiones y acceden a nuevos mercados. Pasar de registros manuales o herramientas inconexas a una plataforma digital unificada permite a los responsables avanzar hacia un modelo de explotación inteligente, más rentable, eficiente y resiliente. (Seidor, 2025).

Los sistemas ERP especializados para el sector agropecuario presentan ventajas significativas documentadas en la literatura académica (LACCEI, 2025); (Laudon & Laudon, 2020)

- Integración de datos: Centralización de información productiva, sanitaria, financiera y comercial en una base única, eliminando duplicidad de registros.
- Automatización de procesos: Reducción de tareas manuales repetitivas (captura de datos, generación de reportes, cálculo de indicadores), liberando tiempo para análisis estratégico.
- Trazabilidad completa: Registro del historial individual por animal (nacimiento, movimientos, tratamientos, producción, eventos reproductivos), cumpliendo requisitos normativos como ISO 22005.
- Análisis en tiempo real: Módulos de Business Intelligence que permiten visualizar KPI productivos y económicos para la toma de decisiones gerenciales oportunas.

Por otra parte, la implementación de ERP en empresas agropecuarias enfrenta desafíos técnicos y organizacionales. Desde el punto de vista técnico, requieren parametrizaciones complejas para adaptarse a las particularidades de cada sistema productivo, así como infraestructura de conectividad que puede ser limitada en zonas rurales (Universidad de América, 2024).

Desde el punto de vista organizacional, su adopción implica cambios en los procesos de trabajo y resistencia al cambio por parte del personal acostumbrado a registros manuales, lo cual requiere programas de capacitación sostenidos y acompañamiento del nivel gerencial para garantizar el uso efectivo del sistema (LACCEI, 2025).

Para Interagro, la aplicabilidad de un sistema ERP se concentra en dos módulos prioritarios: la gestión individual del inventario ganadero y el control de costos operativos. Estos dos rubros representan los ejes críticos de la gestión, considerando que la alimentación constituye aproximadamente el 40% de los costos totales y la mano de obra el 25% (PRONAGRO, 2022). A diferencia de sistemas ERP genéricos como SAP, que requieren adaptaciones costosas, las plataformas agro-específicas como Calipso ERP o ERPagro incorporan nativamente funcionalidades para gestión por UAB y generación automática de reportes de trazabilidad conforme al SINART, lo que reduce significativamente los tiempos y costos de implementación.

Desde una perspectiva comparativa, los sistemas ERP resultan superiores a los sistemas de información gerencial (MIS) fragmentados que operan en silos funcionales, al eliminar la duplicación de datos, reducir errores de transcripción y facilitar la consolidación de información para la toma de decisiones estratégicas. Para esta investigación, el análisis de las capacidades de los ERP agropecuarios operacionaliza las variables V3 (requerimientos de información) y V4 (herramientas metodológicas), y contribuye a validar la hipótesis h1a, que postula una reducción estimada del 70% en los errores de registro mediante la automatización de procesos.

Ejemplo arquitectura general sistema ERP para Interagro.

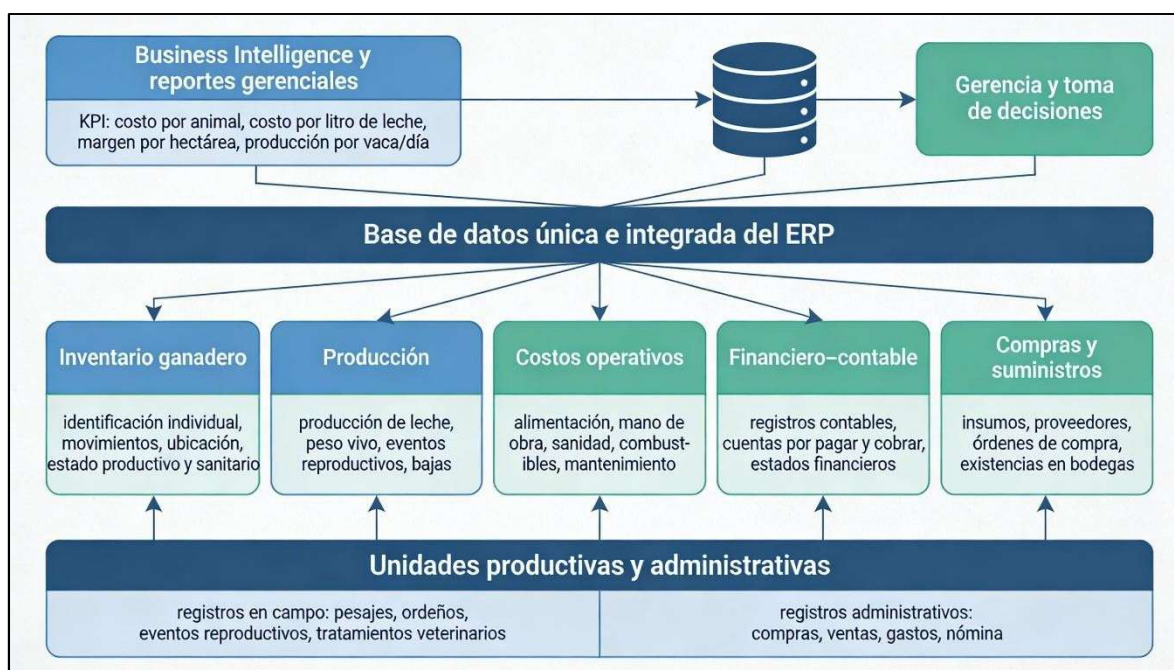


Figura 3 Arquitectura general del sistema ERP propuesto para Interagro.

Nota: Elaboración propia.

2.1.4 Trazabilidad ganadera internacional e ISO 22005.

La trazabilidad ganadera se ha convertido en un requisito fundamental para garantizar la seguridad alimentaria, facilitar el comercio internacional y fortalecer la confianza del consumidor. La norma internacional (ISO 22005), titulada *Trazabilidad en la cadena de alimentos para alimentación humana y animal Principios generales y requisitos básicos para el diseño e implementación del sistema*, proporciona los principios y especifica los requisitos básicos para el diseño y la implementación de un sistema de trazabilidad de la cadena alimentaria. Esta norma puede ser aplicada por una organización que esté actuando en cualquier etapa de la cadena alimentaria.

La ISO 22005 define la trazabilidad como la capacidad de reconstruir la historia de un producto o servicio para conocer exactamente su origen, camino y destino, permitiendo en caso de contaminación la retirada segura de los lotes afectados y la detección y corrección de la causa del problema. El sistema de trazabilidad es una herramienta técnica para ayudar a una organización a determinar la historia o la ubicación de un producto o sus componentes

pertinentes, siendo su complejidad dependiente de las características del producto y los objetivos que la organización desee alcanzar (ISO 22005).

Entre los beneficios de implementar la ISO 22005 se destacan: la superación de barreras técnicas impuestas por el mercado, el aseguramiento del cumplimiento de la legislación alimentaria, la minimización de riesgos asociados a crisis alimentarias, la disminución de costos y optimización en tiempos de respuesta, y el aumento de la confianza de consumidores y demás partes interesadas. Esta norma es lo suficientemente flexible para permitir que las organizaciones conformen un sistema de rastreabilidad como una herramienta técnica que les ayude a cumplir objetivos definidos. Cabe señalar que la ISO 22005 por sí misma es insuficiente para lograr la inocuidad de los alimentos, por lo que puede integrarse con sistemas de gestión más amplios como ISO 22000, FSSC 22000 o ISO 9001 (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018); (ISO 22005).

2.1.5 Gestión de inventarios agropecuarios.

La gestión de inventarios en el sector agropecuario constituye un proceso estratégico que va más allá del simple conteo de existencias; implica el seguimiento sistemático de las materias primas, insumos, animales y productos terminados que se encuentran en una unidad productiva. Un sistema de inventario eficiente es clave para el éxito de una operación agrícola, ya que hace accesibles los patrones de producción, permite supervisar las actividades estacionalmente, planificar capacidades de producción, reducir el desperdicio de recursos y mejorar la organización del stock (Tribal, 2023).

En la gestión ganadera, el inventario incluye la identificación individual de cada animal, su historial sanitario, movimientos entre potreros, eventos reproductivos, registros de pesaje y producción. Organizar y mantener un inventario de insumos genera un ahorro significativo para los productores, pues les permite conocer con exactitud qué productos tienen en existencia, en qué cantidades y cuándo es necesario reabastecerse, evitando compras innecesarias y reduciendo costos al eliminar duplicaciones y desperdicios (Contexto Ganadero, 2024).

La literatura señala que el control de inventario se realiza con la finalidad de desarrollar pronósticos de ventas o presupuesto, para determinar los costos de inventarios, compras, recepción, almacenaje, producción, embarque y contabilidad. Un inventario mal gestionado en una empresa conllevaría a la quiebra de esta, debido a la desorganización y las

malas decisiones derivadas de carencias o excesos de bienes. En el ámbito ganadero, esta gestión se complejiza por la naturaleza biológica del inventario, que requiere el seguimiento de variables como peso, estado sanitario, etapa reproductiva y costos asociados a cada animal (Dialnet, 2020).

2.1.6 Control de costos en producción pecuaria.

El control de costos en la producción pecuaria representa un pilar fundamental para la sostenibilidad económica de las empresas ganaderas. En el sector agropecuario, los costos se distribuyen entre alimentación, mano de obra, productos veterinarios, combustibles, mantenimiento y otros rubros operativos que deben ser monitoreados y asignados de manera precisa a cada unidad productiva. La estrategia para asociar correctamente los costos en ganadería implica el manejo de estructuras de inventarios segmentados en proceso por cada etapa fisiológica definida prenatal, crianza, levante y engorde y la conversión de los inventarios en Unidades Animales Bovinas (UAB) para garantizar una mejor distribución de los costos de producción (Agroinformática, 2019).

El problema histórico en el sector ganadero no ha sido la falta de datos, sino la dificultad para transformarlos en decisiones concretas. Costos por lote, rendimientos, desvíos productivos, márgenes brutos, logística y comercialización existen como información disponible, pero rara vez se analizan de forma integrada y en tiempo oportuno. Las empresas que logran sostener resultados consistentes son aquellas que ordenan su operación sobre sistemas de gestión robustos y capas analíticas que permiten entender lo que está sucediendo en el momento en que ocurre (Morrone, Dimauro, & Gambella, 2022).

Los estudios comparativos de costos ganaderos demuestran que las explotaciones de doble propósito son más costosas en promedio que las de cría cuando se analizan los costos por unidad animal y por hectárea productiva. El suministro de alimentación suplementaria, como ensilaje o heno durante la época seca, es una práctica rentable que mejora la relación ingresos-costos y el beneficio neto por vaca, especialmente en sistemas de doble propósito en Centroamérica (Schoonhoven & Holmann, 2025). Esta realidad subraya la necesidad de sistemas de información que permitan calcular, monitorear y optimizar los costos por animal, por etapa productiva y por rubro de gasto (CORFOGA, 2025).

2.1.7 Sistemas de Información Gerencial (MIS).

Los Sistemas de Información Gerencial (MIS, por sus siglas en inglés *Management Information Systems*) constituyen el marco conceptual y operacional sobre el cual se fundamenta la propuesta de esta investigación. (Laudon & Laudon, 2020), en su obra *Sistemas de Información Gerencial: Administración de la Empresa Digital*, definen los sistemas de información como una de las principales herramientas de que disponen los gerentes de negocios para lograr la excelencia operacional, desarrollar nuevos productos y servicios, mejorar la decisiones gerenciales y obtener una ventaja competitiva.

El modelo de Laudon y Laudon establece que un sistema de información se compone de tres dimensiones fundamentales: organización, administración y tecnología, las cuales interactúan para recoger, procesar, almacenar y distribuir información que apoya las decisiones gerenciales, la coordinación y el control organizacional. Según este enfoque, los sistemas de información no son meramente herramientas tecnológicas, sino soluciones organizacionales y de gestión que responden a los desafíos planteados por el entorno empresarial (Laudon & Laudon, 2020).

(OBrien & Marakas, 2016), en su obra *Management Information Systems*, complementan esta perspectiva señalando que los sistemas de información permiten a las organizaciones centralizar datos productivos, sanitarios y financieros, facilitando el control operacional, el seguimiento del rendimiento y la evaluación precisa de los costos (como se citó en el Capítulo I de esta investigación). La aplicación de los MIS al sector agropecuario implica la adaptación de estos principios generales a las particularidades del negocio ganadero, donde la información productiva, sanitaria, reproductiva y financiera debe integrarse para ofrecer una visión holística de la operación.

2.1.8 Business Intelligence aplicado a la agroindustria.

Vinculado estrechamente con los sistemas de información gerencial, el Business Intelligence (BI) representa la capa analítica que transforma los datos consolidados en conocimiento accionable. La BI se define como el proceso de analizar los datos acumulados en una empresa para extraer conocimiento que apoye la toma de decisiones estratégicas. BI apoya a los tomadores de decisiones con la información correcta, en el momento y lugar correcto, lo que les permite tomar mejores decisiones de negocios (Técnico Agrícola, 2024).

En la agroindustria, donde los márgenes pueden ser tan variables como el clima, la capacidad para gestionar y analizar eficazmente los enormes volúmenes de datos generados tanto internamente por las operaciones como externamente por las dinámicas del mercado es crucial. La BI empodera a los agro empresarios para tomar decisiones estratégicas basadas en evidencia, desde la optimización de la producción hasta la predicción de la demanda del mercado y la gestión efectiva de la cadena de suministro. (Almeida, Arias, & Vargas, 2024)

La integración entre un ERP agroindustrial y herramientas de Business Intelligence deja de ser una mejora tecnológica para convertirse en una decisión estratégica. Un tablero de control bien diseñado permite ver, en una misma pantalla, el costo real de una campaña, el impacto de un desvío climático, la eficiencia del uso de insumos o la rentabilidad por unidad de negocio. Los resultados de estudios realizados en asociaciones de producción agrícola revelan que los productores generalmente no están familiarizados con las técnicas de BI, lo que limita que sus niveles de producción sean óptimos y eficientes, y que la falta de capital y conocimiento en el ámbito tecnológico restringe sus posibilidades de incrementar sus beneficios (Almeida, Arias, & Vargas, 2024); (Morrone, Dimauro, & Gambella, 2022).

2.1.9 Síntesis integradora del Macroentorno.

El análisis del macroentorno revela 4 brechas críticas que justifican la necesidad del ERP en Interagro:

- **Brecha digitalización:** 75% PYMES agroindustriales sin sistematización (FAO tecnologías digitales, 2019). Interagro: 0% digital, registros manuales dispersos.
- **Brecha ERP:** 85% grandes agroindustrias usan ERP especializado (ANDE, 2023). Interagro: Excel aislado, sin integración inventario-costos.
- **Brecha Trazabilidad:** Agricultura 4.0 exige Precision Livestock Farming (IICA, 2023). Interagro: control manual por potrero, sin ID individual.
- **Brecha de Costos:** Centros de costo biológicos por etapa/UAB (Agroinformática, 2019). Interagro: costos globales sin desglose por animal.

El análisis del macroentorno permite concluir que la transformación digital en el sector agroindustrial constituye una necesidad estratégica para la sostenibilidad y competitividad de las PYMES. En el caso de Interagro, la implementación de un sistema ERP representa una solución concreta y pertinente frente a las brechas identificadas, especialmente en el control del inventario ganadero, la gestión de costos y otras limitaciones

operativas. En este sentido, el ERP se posiciona como una herramienta alineada tanto con las exigencias del entorno como con las necesidades específicas de la empresa, contribuyendo a la optimización de procesos y al fortalecimiento de las decisiones gerenciales.

Ejemplo de aplicación de Business Intelligence en la agroindustria.

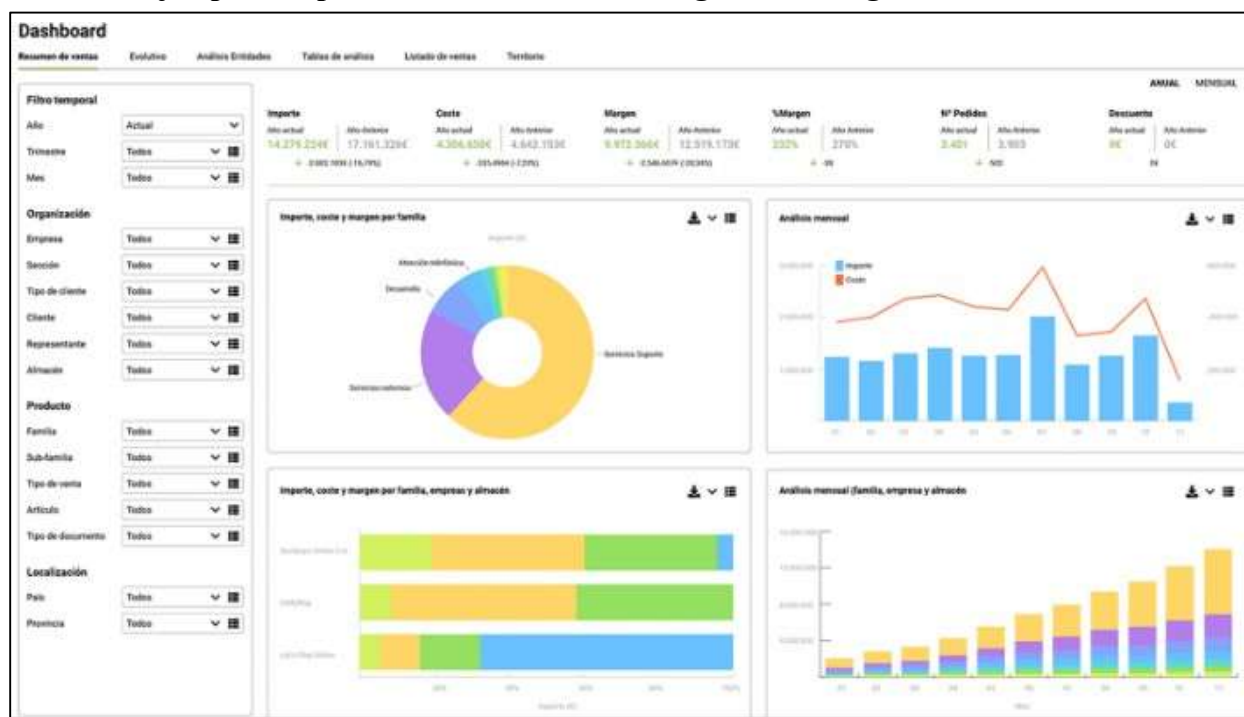


Figura 4 Aplicación de Business Intelligence en la agroindustria

Nota: Elaboración propia con base en ejemplo ilustrativo de dashboard BI de referencia consultada

2.2 MICROENTORNO

Una vez examinadas las tendencias globales que configuran el entorno digital agroindustrial, corresponde analizar las condiciones específicas del contexto hondureño y de Interagro que determinarán la viabilidad y el alcance de la implementación del sistema ERP.

2.2.1 Ganadería hondureña: situación actual.

La ganadería constituye una actividad económica de importancia estratégica para Honduras. El sector agropecuario hondureño representa aproximadamente el 12.9% del Producto Interno Bruto (PIB), genera el 35.6% del valor total de las exportaciones del país y emplea al 35% de la población económicamente activa (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019). Un 44% de la población de Honduras (de 9.6 millones de habitantes) vive en zonas

rurales, y el 35% del empleo proviene de la actividad agrícola, ganadera, silvícola y acuícola (Secretaría de Agricultura y Ganadería IICA, 2024).

En el subsector bovino-lácteo, Honduras cuenta con aproximadamente 65,000 fincas en producción, con un área promedio por finca de 25.55 hectáreas. Las principales zonas productoras se ubican en las regiones Centro Occidental (Intibucá, Comayagua y La Paz) y en Olancho. La producción nacional estimada oscila entre 600 y 700 millones de litros de leche al año, con un rendimiento productivo promedio de 3.75 litros/vaca/día en invierno y 3.33 litros/vaca/día en verano. Estas cifras evidencian un bajo rendimiento productivo comparado con estándares internacionales, situación atribuible a limitaciones genéticas, alimentarias y de gestión (PRONAGRO, 2022).

Los hatos de doble propósito, como los que maneja Interagro, agrupan la mayoría de los vacunos en Centroamérica y producen simultáneamente carne y leche. La eficiencia productiva y reproductiva de estos hatos continúa siendo baja, atribuida históricamente a la pobre persistencia de la lactancia, el limitado potencial genético y la alimentación deficiente (Ruiz, Vélez y Kaegi, citados en estudios de Zamorano). Esta realidad confirma la necesidad de sistemas de información que permitan monitorear indicadores productivos y económicos de forma sistemática (Ruiz & Vélez).

2.2.2 SINART y trazabilidad nacional.

El Sistema Nacional de Rastreabilidad o Trazabilidad y Registro Agropecuario, Acuícola y Pesquero (SINART) fue creado mediante el Decreto Ejecutivo PCM-032-2018 y reglamentado a través del Acuerdo CD-SENASA-001-2020. El SINART está adscrito al Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA) y tiene como objetivo mejorar la admisibilidad y acceso a mercados, fortalecer la vigilancia epidemiológica, el seguimiento, la inocuidad y el control sanitario de los productos agropecuarios (Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, 2020).

El programa de trazabilidad "Trazar Agro", operado por SAG-SENASA con apoyo del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA, 2023), comprende tres zonas de implementación en todo el territorio nacional. La primera zona cuenta con siete puestos de control de movilización habilitados en Goascorán, Rincones, Pavana, Limones, Planes, Pespire y Ojo de Agua. Actualmente se tienen contemplados los rubros bovinos,

porcinos, equinos y acuícolas (camarón de cultivo), con planes de integrar la industria avícola y la palma africana (Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, 2023).

El marco normativo del SINART establece que no se podrán movilizar animales, productos y subproductos de origen agropecuario cuyo origen y destino no haya sido debidamente identificado y registrado en el sistema, utilizando la Guía Única de Movilización y Control Sanitario (GUIASA) como instrumento de control (SENASA C.D.-N6-2018, 2018).

En mayo de 2023, SAG, SENASA, OIRSA y la Secretaría de Seguridad firmaron un convenio de cooperación interinstitucional para reforzar el control de movimiento en los puestos del SINART, incorporando a la Policía Nacional como parte del equipo técnico encargado del control de movilizaciones. Este avance normativo e institucional crea un marco favorable para que empresas como Interagro integren sus sistemas internos de información con los requerimientos nacionales de trazabilidad (SAG–SENASA–OIRSA–Seguridad, 2023).

2.2.3 PESAH 2023–2043.

La Política de Estado del Sector Agroalimentario de Honduras (PESAH) 2023–2043 fue presentada oficialmente en diciembre de 2023 por la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), con el apoyo técnico del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (Secretaría de Agricultura y Ganadería IICA, 2024). Esta política constituye una hoja de ruta a largo plazo para el desarrollo sostenible del sector agroalimentario hondureño.

Los objetivos estratégicos de la PESAH comprenden la gestión del conocimiento, la institucionalidad y gobernanza, el financiamiento, la comercialización y el desarrollo de agro logística, orientados a las prioridades del contexto local y regional. La política se centra en el productor desde una visión integral que busca priorizar la diversificación productiva, fomentar el financiamiento inclusivo y promover la digitalización de los procesos productivos con un enfoque territorial y sostenible (PESAH-2023-2043, 2023).

La PESAH 2023–2043 representa un compromiso gubernamental con la transformación del sector agroalimentario, creando un entorno propicio para la adopción de tecnologías de información en las empresas agroindustriales. La política fue elaborada con la participación de 480 actores de 53 cadenas agroalimentarias, la academia, ONG y

organismos internacionales. Para empresas como Interagro, la PESAH ofrece un marco de referencia institucional que valida y respalda las iniciativas de modernización tecnológica orientadas a mejorar la productividad y competitividad del sector (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, 2025).

2.2.4 Infraestructura tecnológica rural en Honduras.

La infraestructura tecnológica en las zonas rurales de Honduras presenta brechas significativas que condicionan la adopción de soluciones digitales en el sector agropecuario. Según datos del (Instituto Nacional de Estadísticas INE, 2025), el 88.3% de los hogares hondureños tienen acceso a telefonía celular, pero el acceso a computadoras es de solo el 16.1% a nivel nacional, con un 87% correspondiente al área urbana y apenas un 13% al área rural (aproximadamente 54,800 hogares) (El Herald, 2024).

En cuanto al acceso a internet, la diferencia entre la zona urbana y rural es notable: en el contexto urbano el acceso es de 65.3%, mientras que en la rural apenas alcanza un 41.3%. Esto significa que más de dos millones de personas de cinco años y más en la zona rural no tienen acceso a internet (INE Estadísticas, 2024). El informe "Conectividad rural en América Latina y el Caribe" del (IICA, 2023) señala que al menos 2.9 millones de pobladores rurales viven con conectividad limitada en Honduras.

Esta brecha digital plantea desafíos concretos para la implementación de sistemas ERP en empresas agroindustriales rurales, ya que requieren infraestructura de telecomunicaciones, servidores, equipos de cómputo y capacitación del personal. No obstante, la creciente penetración de teléfonos inteligentes y la mejora gradual de la cobertura de red representan condiciones favorables que, como señala (Strategic Impact Advisors, 2022), todavía requieren consolidar un ecosistema de servicios digitales más robusto.

2.2.5 Madurez digital agroindustrial.

La madurez digital se refiere al grado de preparación y capacidad de una organización para aprovechar de manera eficiente las tecnologías digitales en sus procesos productivos, administrativos y comerciales. A nivel internacional, los Modelos de Madurez Digital (MMD) se han convertido en herramientas fundamentales de diagnóstico que permiten a las empresas conocer su nivel de madurez digital y obtener recomendaciones de mejora para impulsar la digitalización de su negocio (Andalucía Agrotech Digital Innovation Hub, 2024).

El Modelo de Madurez Digital del sector agroalimentario, desarrollado por Andalucía Agrotech,, establece seis ejes clave que toda empresa debe abordar para llevar a cabo efectivamente su proceso de digitalización. Los Capability Maturity Models (CMM) son marcos de trabajo que permiten evaluar el nivel de desarrollo de las capacidades de una organización en un área determinada, proporcionando un camino estructurado de mejora continua (Jesus Vazquez Hernandez, 2025). Estos modelos definen típicamente cinco niveles de madurez: inicial, repetible, definido, gestionado y optimizado (Hansali, Elrhanimi, & El Abbadi, 2022).

En el contexto hondureño, las empresas agroindustriales como Interagro se encuentran generalmente en etapas iniciales de madurez digital, donde la gestión se realiza de forma predominantemente manual, con registros físicos y herramientas ofimáticas aisladas. El diagnóstico del nivel de sistematización actual de Interagro, descrito en el Capítulo I, evidencia que la empresa carece de un sistema integrado de información y depende de registros dispersos. Este bajo nivel de madurez digital no es exclusivo de Interagro; refleja una situación generalizada en el sector ganadero hondureño, donde la transformación digital avanza de forma incipiente y asimétrica.

El nivel de madurez digital de Interagro se evaluó utilizando el *Modelo de Madurez Digital del Sector Agroalimentario* (Andalucía Agrotech Digital Innovation Hub, 2024), que define 5 niveles: 1-Inicial, 2-Repetible, 3-Definido, 4-Gestionado, 5-Optimizado.

Tabla 2 Madurez digital cuantificada

Dimensión	Nivel actual	Evidencia
Infraestructura TI	Nivel 1 (Inicial)	Sin servidor, 2 PC administrativas, conectividad móvil intermitente.
Digitalización procesos	Nivel 1 (Inicial)	15% registros digitalizados, sin workflows automatizados.
Trazabilidad	Nivel 1 (Inicial)	0% trazabilidad individual, control por lote visual.
Integración datos	Nivel 1 (Inicial)	Sistemas aislados (Excel, papel, sin integración).

Dimensión	Nivel actual	Evidencia
Cultura digital	Nivel 1-2	Personal con competencias digitales básicas, resistencia moderada al cambio.
Analítica de datos	Nivel 1 (Inicial)	Sin dashboards, reportes manuales retrospectivos.
Promedio general	Nivel 1.2 (Inicial)	Empresa en etapa pre-digital.

Nota: Elaboración propia con base en diagnóstico interno de Interagro (2026).

El diagnóstico técnico revela que Interagro se encuentra en **Nivel 1.2 de madurez digital (Inicial)**, caracterizado por: (a) fragmentación de información en 4 sistemas inconexos, (b) 0% trazabilidad individual del animal, (c) tiempo de respuesta gerencial de 45-90 días, (d) 85% de registros manuales susceptibles a errores de transcripción y (e) falta de integración entre áreas productivas y administrativas.

Esta situación confirma la necesidad crítica del sistema ERP propuesto, que resolverá la fragmentación actual mediante la centralización de datos, la trazabilidad individual en tiempo real y la integración completa entre módulos de inventario, costos, producción y sanidad.

2.2.6 Costos de producción ganadera en Honduras.

Los costos de producción en la ganadería hondureña de doble propósito constituyen un área crítica que requiere sistemas de información especializados para su adecuado control y análisis. La producción ganadera de doble propósito involucra costos distribuidos en alimentación (pastos, suplementos, sales minerales), mano de obra, productos veterinarios, combustibles, mantenimiento de infraestructura, servicios reproductivos y gastos administrativos. Estudios realizados en Honduras demuestran que la rentabilidad de los hatos de doble propósito en departamentos como Olancho puede alcanzar un 106% sobre los costos directos, aunque con amplia variabilidad entre fincas dependiendo de las prácticas de manejo y la eficiencia operativa (Ruiz & Vélez).

La Universidad Nacional de Agricultura de Honduras ha desarrollado investigaciones para calcular los costos de producción por cruces de ganado vacuno de doble propósito, determinando los ingresos y márgenes de rentabilidad en diversos cruces para identificar los más rentables. Estos estudios confirman que el cálculo preciso de costos por animal, por

etapa productiva y por rubro constituye una necesidad fundamental para la gestión eficiente de las empresas ganaderas hondureñas (UNAG, 2018).

La Secretaría de Agricultura y Ganadería, a través del Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario (PRONAGRO), ha documentado los índices de eficiencia bioeconómica de fincas ganaderas hondureñas, incluyendo indicadores como producción por hectárea por año, producción por vaca por día, costos por litro y utilidad neta por hectárea. La información disponible evidencia que las fincas con mejores sistemas de registro y control de costos alcanzan márgenes de rentabilidad significativamente superiores, lo que justifica la implementación de herramientas tecnológicas como un ERP para la gestión integral de estos datos (PRONAGRO, 2022).

2.2.7 Cultura organizacional rural y resistencia al cambio.

La cultura organizacional en empresas agropecuarias juega un papel determinante en la adopción de tecnologías digitales y en la implementación de sistemas de información. La investigación sobre cultura organizacional en empresas agropecuarias resalta una cultura organizacional estable, con énfasis en el liderazgo y los procesos decisorios orientados al mantenimiento del statu quo, y una inclinación hacia actividades organizacionales de las cuales ha dependido su continuidad productiva y adaptación a los factores del entorno (Dialnet, 2020).

La resistencia al cambio en el sector rural tiene raíces profundas que van más allá de las limitaciones materiales, involucrando valores, identidad, capital social y modos de vida enraizados en la autosuficiencia y la tradición. (Almanza Junco & Aponte, 2023) señalan que la poca adopción de tecnologías 4.0 en el sector agropecuario se explica no solo por factores económicos, sino por una cultura arraigada en el respeto a las creencias, costumbres y prácticas tradicionales. La cultura organizacional, entendida desde las creencias, valores y principios, es pieza clave para facilitar o inhibir la adopción de tecnologías en la producción; no basta con la implementación de elementos tecnológicos si no existe una cultura que favorezca su aceptación. (IICA, 2023).

Para la implementación exitosa de un sistema ERP en Interagro, es fundamental considerar la dimensión cultural y las competencias digitales del personal. En el sector agro, las competencias digitales incluyen desde el uso de software de gestión agropecuaria hasta el manejo de la automatización de sensores, IoT y drones. Los líderes tienen un papel crucial

en la gestión de las competencias digitales, y quienes pueden abordar estos aspectos estarán bien posicionados para conducir la transformación digital de sus organizaciones (Bendaña, 2023).

2.2.8 Diagnóstico de procesos y nivel de sistematización de Interagro.

Interagro, cuyo perfil se describió en la sección 1.2.3 gestiona actualmente su información de forma dispersa y predominantemente manual. Como se documentó en el Capítulo I, la información relacionada con la identificación individual del ganado, historial veterinario, control de peso, producción de leche, costos de alimentación y gastos operativos se administra mediante registros físicos y herramientas ofimáticas aisladas, lo que genera inconsistencias en los datos, retrasa el acceso a información confiable y limita la capacidad de la empresa para analizar su desempeño productivo y financiero de manera oportuna.

La ausencia de un sistema de información centralizado impide a Interagro contar con indicadores precisos que respalden la toma de decisiones estratégicas, tales como la evaluación real de costos por animal, la rentabilidad de la producción y el seguimiento eficiente del estado sanitario del ganado. Si bien se han realizado esfuerzos puntuales para organizar la información mediante registros internos, estos no han logrado resolver de manera integral la problemática. Esta situación refleja lo que la literatura describe como una etapa inicial de madurez digital, donde los procesos dependen fuertemente de la experiencia individual del personal y carecen de estandarización y automatización.

Flujograma del proceso actual en Interagro.

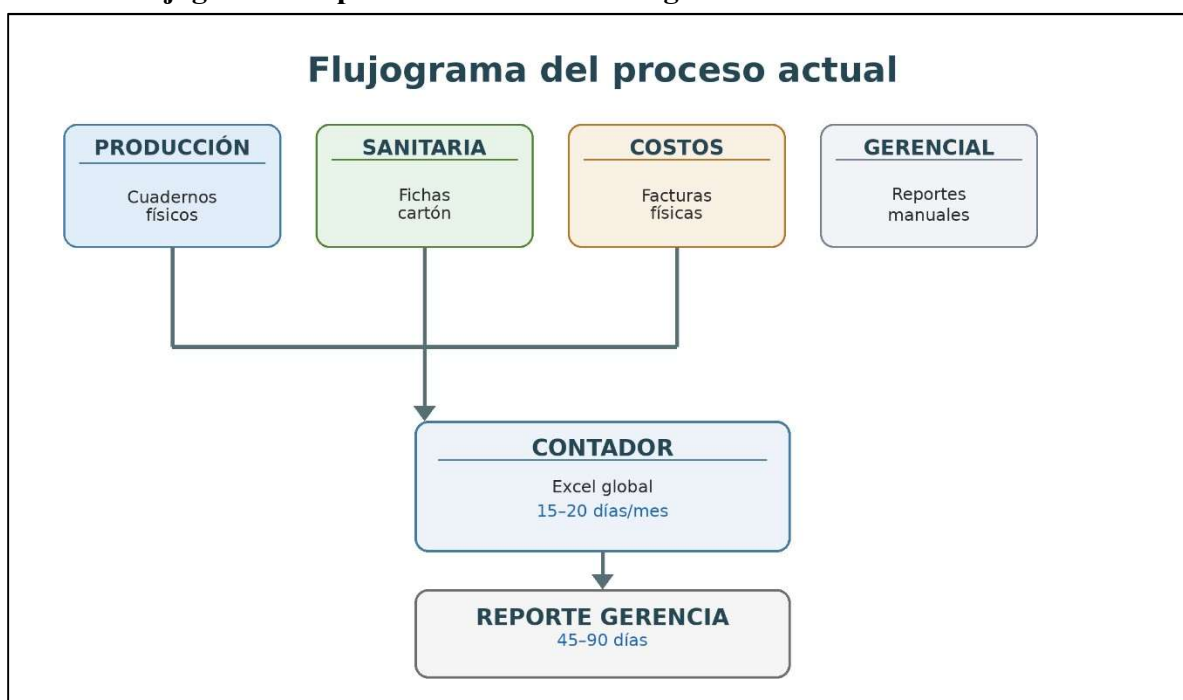


Figura 5 Flujograma del proceso actual en Interagro

Nota: Elaboración propia con base en observación directa y entrevistas realizadas en Interagro (2026)..

Tabla 3 Cuadro comparativo situación actual vs deseada

Aspecto del Microentorno	Situación Actual (Diagnóstico Cap. I)	Situación Deseada (ERP Propuesto)	Brecha Identificada	Acciones del Sistema ERP
2.2.1 Ganadería hondureña	Rendimiento bajo (3.75 L/vaca/día invierno), 65,000 fincas con 25.55 ha promedio, hatos doble propósito ineficientes	Indicadores productivos optimizados (KPI por animal/lote), rendimiento >5 L/vaca/día	Baja sistematización de datos productivos (peso, leche, reproducción)	Módulo producción: registro diario peso/leche, alertas rendimiento, dashboard KPI
2.2.2 SINART y trazabilidad	Registros manuales GUIASA, cumplimiento parcial, sin integración interna	Trazabilidad automática individual (ID animal + movimientos), GUIASA digital	Falta de registro individual histórico y movimientos sistemáticos	Módulo trazabilidad: ID único/animal, historial completo, exportación

Aspecto del Microentorno	Situación Actual (Diagnóstico Cap. I)	Situación Deseada (ERP Propuesto)	Brecha Identificada	Acciones del Sistema ERP
				GUIASA automática
2.2.3 PESAHA 2023-2043	Sin alineación digital con política estatal de transformación agroalimentaria	Cumplimiento ODS/PESAHA mediante indicadores sostenibilidad y digitalización	Ausencia de reportes institucionales y métricas ODS	Reportes PESAHA/ODS: producción/hectárea, costos sostenibles, impacto ambiental
2.2.4 Infraestructura tecnológica rural	Registros manuales + ofimática aislada, conectividad rural limitada (41.3%)	ERP web/offline sincronizado, acceso móvil desde fincas	Dependencia total de papel y Excel disperso	Plataforma híbrida (web + app móvil), sincronización offline, interfaces intuitivas
2.2.5 Madurez digital agroindustrial	Nivel inicial: procesos manuales, sin integración de datos	Nivel definido/gestionado: ERP integrado con BI y reportes automáticos	Madurez digital inicial (CMM nivel 1)	Evolución CMM: integración datos, automatización procesos, analítica predictiva
2.2.6 Costos de producción ganadera	Costos dispersos (alimentación 40%, mano obra 25%), sin desglose por animal	Costos por animal/UAB/litro, margen contribución real-time	Sin control granular costos por lote/etapa productiva	Módulo costos: centros costo biológicos, conversión UAB, alertas desvíos
2.2.7 Cultura organizacional rural	Resistencia al cambio, competencias digitales limitadas, statu quo	Cultura digital: TAM alto (utilidad/facilidad uso), Kotter 8 pasos	Baja aceptación tecnológica, miedo a complejidad	Capacitación integrada, victorias rápidas (módulos piloto), interfaces simples
2.2.8 Diagnóstico	Gestión dispersa: fichas físicas, Excel aislados, sin centralización	ERP integral: inventario + costos + reportes unificados	Procesos fragmentados, datos	Centralización datos: base única verdad, workflows

Aspecto del Microentorno	Situación Actual (Diagnóstico Cap. I)	Situación Deseada (ERP Propuesto)	Brecha Identificada	Acciones del Sistema ERP
procesos Interagro			inconsistentes/ duplicados	automatizados, auditoría

Nota: Elaboración propia.

2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

El diagnóstico del macroentorno y del microentorno ha evidenciado tanto la pertinencia como los desafíos de implementar un sistema ERP en Interagro. Para fundamentar teóricamente el diseño de esta solución, se recurre a tres marcos conceptuales complementarios que abordan, respectivamente, la dimensión tecnológica, la aceptación por parte de los usuarios y la gestión del cambio organizacional.

2.3.1 Teoría de Sistemas de Información.

La Teoría de Sistemas de Información, desarrollada extensamente por Kenneth C. Laudon y Jane P. Laudon en sus múltiples ediciones de *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (Kenneth & Jane, 2004), constituye el fundamento teórico principal de esta investigación. Esta teoría plantea que los sistemas de información son soluciones organizacionales y de gestión, basadas en tecnología de información, que responden a los desafíos y problemas planteados por el entorno empresarial.

Fundamentos del modelo (Laudon & Laudon, 2020) conceptualiza los sistemas de información a través de tres dimensiones interrelacionadas: (a) la dimensión organizacional, que incluye la estructura jerárquica, los procesos de negocio, la cultura organizacional y las políticas internas; (b) la dimensión administrativa, que comprende la estrategia, el liderazgo y el comportamiento gerencial; y (c) la dimensión tecnológica, que abarca el hardware, software, bases de datos, telecomunicaciones y la arquitectura de TI. La interacción de estas tres dimensiones determina la efectividad del sistema de información.

Tipos de sistemas. Laudon y Laudon clasifican los sistemas de información según su nivel organizacional: sistemas de procesamiento de transacciones (TPS) para el nivel operativo, sistemas de información gerencial (MIS) para el nivel administrativo medio, sistemas de soporte a la toma de decisiones (DSS) para la gerencia media y alta, y sistemas de información ejecutiva (EIS) para la alta dirección. Los sistemas ERP se enmarcan como

sistemas empresariales que integran los procesos de negocio de múltiples áreas funcionales en una plataforma unificada.

Conexión con la investigación. La Teoría de Sistemas de Información de Laudon y Laudon proporciona el marco conceptual para comprender cómo un sistema ERP puede integrar la información productiva, sanitaria y financiera de Interagro, transformando datos dispersos en información estructurada que apoye la gestión integral del inventario ganadero y el control de costos. El modelo de las tres dimensiones (organización, administración y tecnología) resulta particularmente útil para analizar los factores críticos que deben considerarse en el diseño y la implementación del sistema propuesto, dado que el éxito del ERP no depende únicamente de la solución tecnológica, sino de su alineación con los procesos organizacionales y las capacidades gerenciales de la empresa.

Limitaciones. Si bien la Teoría de Sistemas de Información ofrece un marco integral y ampliamente validado, su formulación general no aborda de manera específica las particularidades del sector agropecuario ni los desafíos propios de contextos rurales con limitaciones de infraestructura tecnológica. Estas limitaciones hacen necesario complementarla con teorías que aborden la adopción tecnológica y la gestión del cambio organizacional.

2.3.2 Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM).

El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM, *Technology Acceptance Model*), desarrollado por Fred Davis en 1989 (Davis, 1989), es una de las teorías más influyentes en el campo de los sistemas de información para explicar y predecir la aceptación y uso de nuevas tecnologías por parte de los usuarios. El TAM establece que cuando los usuarios se enfrentan con una tecnología nueva, existen un conjunto de factores que influyen en su decisión sobre cómo y cuándo la utilizarán.

Variables centrales del modelo. El TAM identifica dos constructos principales que determinan la intención de uso de una tecnología: (a) la utilidad percibida (PU, *Perceived Usefulness*), definida por Davis como "el grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular mejorará su rendimiento en el trabajo"; y (b) la facilidad percibida de uso (PEOU, *Perceived Ease of Use*), definida como "el grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular se liberará del esfuerzo". Adicionalmente, se reconoce el

constructor de disfrute percibido (PD), referido al grado en que una persona encuentra placentera la actividad al utilizar la tecnología (Davis, 1989).

Evolución del modelo. El modelo TAM ha sido estudiado y expandido continuamente. Las principales actualizaciones incluyen TAM 2, que incorpora procesos de influencia social y cognitivos instrumentales, y la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT), que integra constructos de múltiples modelos. También se ha propuesto TAM 3 en el contexto de comercio electrónico, con la inclusión de los efectos de la confianza y del riesgo percibido. El TAM está basado en la Teoría de la Acción Razonada (TRA) de Ajzen y Fishbein (Ajzen, 2025), y proporciona una base teórica para comprender y evaluar la aceptación de los usuarios hacia las nuevas tecnologías, habiéndose probado en numerosas investigaciones ante diversos contextos (Davis, 1989).

Conexión con la investigación. El TAM resulta esencial para esta investigación porque permite analizar y prever los factores que influirán en la aceptación del sistema ERP propuesto por parte del personal de Interagro. Dado que la empresa opera en un contexto rural donde la cultura organizacional tiende a la estabilidad y resistencia al cambio, comprender la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida del sistema ERP por parte de los usuarios es fundamental para diseñar una solución que sea efectivamente adoptada. El TAM orientará la definición de funcionalidades del sistema que maximicen la percepción de utilidad (mejora tangible del trabajo diario) y minimicen la complejidad de uso (interfaces intuitivas, procesos simplificados), aspectos determinantes para el éxito de la implementación en un entorno con competencias digitales limitadas.

Limitaciones. El TAM ha sido criticado por centrarse excesivamente en variables individuales de percepción, sin considerar de manera suficiente los factores organizacionales, culturales y contextuales que influyen en la adopción tecnológica. En el contexto de Interagro, donde las limitaciones de infraestructura, la cultura organizacional rural y las competencias digitales del personal juegan un papel determinante, el TAM debe complementarse con modelos que aborden la gestión del cambio organizacional.

Ejemplo del modelo TAM.

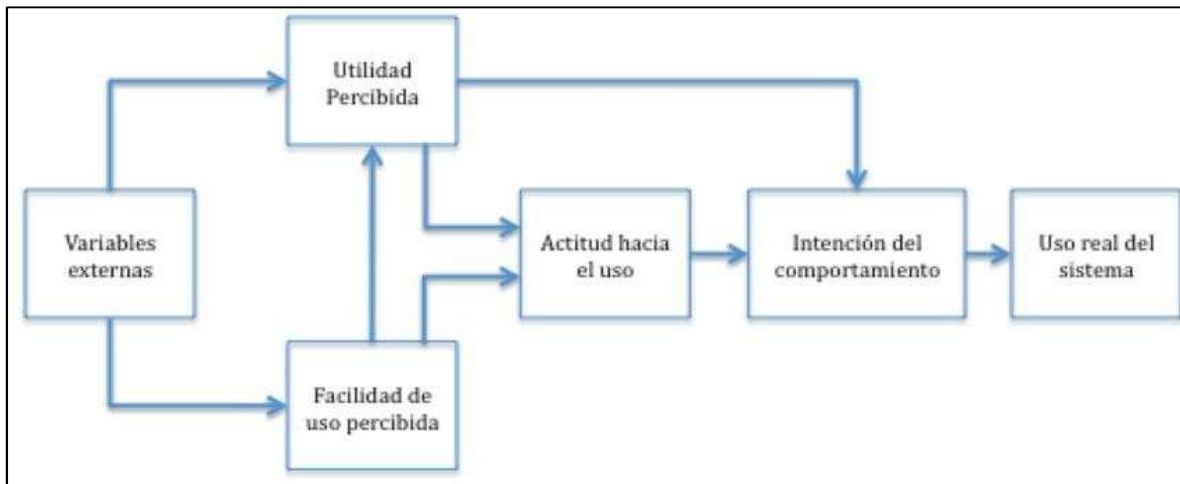


Figura 6 Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

Nota: Elaboración propia con base en Davis (1989), adaptado por (Laudon & Laudon, 2020).

2.3.3 Modelo de Gestión del Cambio de Kotter.

El Modelo de Gestión del Cambio, desarrollado por el Dr. John P. Kotter, profesor emérito de la Harvard Business School, constituye uno de los marcos más reconocidos y ampliamente utilizados para guiar procesos de transformación organizacional. Kotter desarrolló este modelo después de observar a numerosos ejecutivos y organizaciones antes, durante y después del proceso de transformar o ejecutar sus estrategias. El modelo ha sido respaldado por publicaciones de renombre, incluyendo *Harvard Business Review*, que destaca la importancia de una gestión del cambio eficaz para el éxito empresarial (Kotter, 2024).

Ejemplo de una ilustración de los 8 pasos de Kotter.



Figura 7 Los ocho pasos del modelo de gestión del cambio de Kotter

Nota: Elaboración propia con base en Kotter.

Los ocho pasos del modelo. El modelo de Kotter desglosa el liderazgo del cambio organizacional en ocho pasos secuenciales:

1. **Crear un sentido de urgencia:** Identificar problemas actuales o futuros que puedan poner en riesgo la organización y compartir esa información con los empleados para fomentar la motivación inicial necesaria.
2. **Formar una coalición poderosa:** Identificar a los líderes y partes interesadas clave para el cambio y solicitar su apoyo, creando un equipo diverso que funcione de manera constante y pública.

3. **Crear una visión para el cambio:** Desarrollar una visión clara y comprensible que guíe los esfuerzos de cambio y que pueda comunicarse efectivamente a todos los niveles de la organización.
4. **Comunicar la visión:** Difundir la visión de cambio de manera amplia y constante, utilizando todos los canales disponibles y asegurando que el mensaje sea coherente.
5. **Eliminar obstáculos:** Identificar y remover las barreras estructurales, culturales o procedimentales que impidan avanzar hacia la visión establecida.
6. **Generar victorias a corto plazo:** Planificar y lograr mejoras visibles y rápidas que demuestren que el cambio está funcionando y mantengan el impulso.
7. **Consolidar las mejoras:** Usar la credibilidad generada por las victorias tempranas para impulsar cambios más profundos en los sistemas, estructuras y políticas.
8. **Anclar los cambios en la cultura:** Integrar los nuevos enfoques en la cultura organizacional para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Relevancia para la investigación. El dato de que el 70% de las iniciativas de cambio en las organizaciones fracasan refuerza la importancia de aplicar un modelo estructurado como el de Kotter en la implementación de un sistema ERP en Interagro. El modelo ofrece herramientas prácticas para abordar la resistencia al cambio, la cultura organizacional rural y las limitaciones de competencias digitales identificadas en el microentorno de la investigación. Para Interagro, esto implica: generar urgencia mostrando las pérdidas derivadas de la gestión manual, formar una coalición con líderes operativos y administrativos de la empresa, desarrollar una visión clara de la empresa digitalizada, comunicar los beneficios del ERP, capacitar al personal para eliminar obstáculos, demostrar resultados rápidos con módulos piloto, y finalmente integrar el sistema en la cultura organizacional (Mayo, 2026).

Limitaciones. El modelo de Kotter ha sido criticado por su naturaleza secuencial y lineal, que puede no adaptarse completamente a contextos donde los cambios son más dinámicos y no siguen un orden estricto. Además, el modelo fue concebido originalmente para grandes organizaciones corporativas, lo que requiere adaptaciones cuando se aplica a empresas agroindustriales rurales de menor escala. No obstante, los principios fundamentales

del modelo siguen siendo aplicables y han demostrado su utilidad en procesos de transformación digital en diversos sectores.

2.4 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS

2.4.1 Metodología estratégica para sistemas de información.

La planificación estratégica es una metodología de gestión que permite definir la dirección de una organización mediante el establecimiento de objetivos de largo plazo, el análisis del entorno y la identificación de acciones concretas para alcanzar dichos objetivos. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019) Aplicada al ámbito de los sistemas de información, este enfoque busca asegurar que las soluciones tecnológicas propuestas se encuentren alineadas con la misión, la visión y las prioridades estratégicas de la empresa, evitando inversiones aisladas que no responden a necesidades reales del negocio. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025).

Desde esta perspectiva, la metodología de planificación estratégica implica analizar el entorno interno y externo de la organización, identificar brechas de gestión y de información, y definir objetivos específicos que el sistema de información debe apoyar. (Secretaría de Agricultura y Ganadería IICA, 2024) En el caso del presente estudio, esta metodología permite vincular la propuesta del sistema ERP con los desafíos identificados en el sector agroindustrial hondureño y con las políticas nacionales que promueven la modernización tecnológica y la trazabilidad en la ganadería. (Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, 2020) No obstante, la planificación estratégica por sí sola no detalla los procedimientos técnicos para el levantamiento de requerimientos ni para el diseño funcional del sistema, por lo que se complementa con una metodología específica de análisis y diseño de sistemas de información. (Laudon & Laudon, 2020).

2.4.2 Metodología de implementación ERP.

La implementación de un sistema ERP sigue metodologías estructuradas que varían según el proveedor y la complejidad del proyecto, entre las que destacan marcos como ASAP (Accelerated SAP), Sure Step de Microsoft y metodologías propias de cada fabricante. En el contexto de esta investigación, se adopta un enfoque metodológico basado en el ciclo de vida de los sistemas de información (*Systems Development Life Cycle*, SDLC) descrito por

(Laudon & Laudon, 2020), adaptado a las necesidades específicas del sector agropecuario y a la realidad operativa de Agroindustria Internacional (Interagro).

Este enfoque comprende las siguientes fases: (a) análisis de la situación actual y levantamiento de requerimientos, en la que se diagnostican los procesos existentes en Interagro y se identifican las necesidades de información productiva, sanitaria y financiera; (b) diseño del sistema, donde se definen los módulos funcionales, los flujos de información, las interfaces de usuario y la estructura de la base de datos; (c) desarrollo o selección y parametrización de la solución tecnológica; (d) pruebas y validación con usuarios clave para asegurar la calidad y pertinencia de los registros y reportes; (e) implementación y capacitación del personal en el uso de los módulos priorizados; y (f) mantenimiento y mejora continua del sistema, incorporando ajustes derivados de la experiencia de uso y de cambios en el entorno. La metodología se adapta al contexto de una empresa agroindustrial hondureña, considerando las limitaciones de infraestructura tecnológica, la disponibilidad de conectividad y las necesidades de formación del personal en el manejo de sistemas de información (Laudon & Laudon, 2020).

Ejemplo de ilustración del SDLC de Laudon y Laudon.

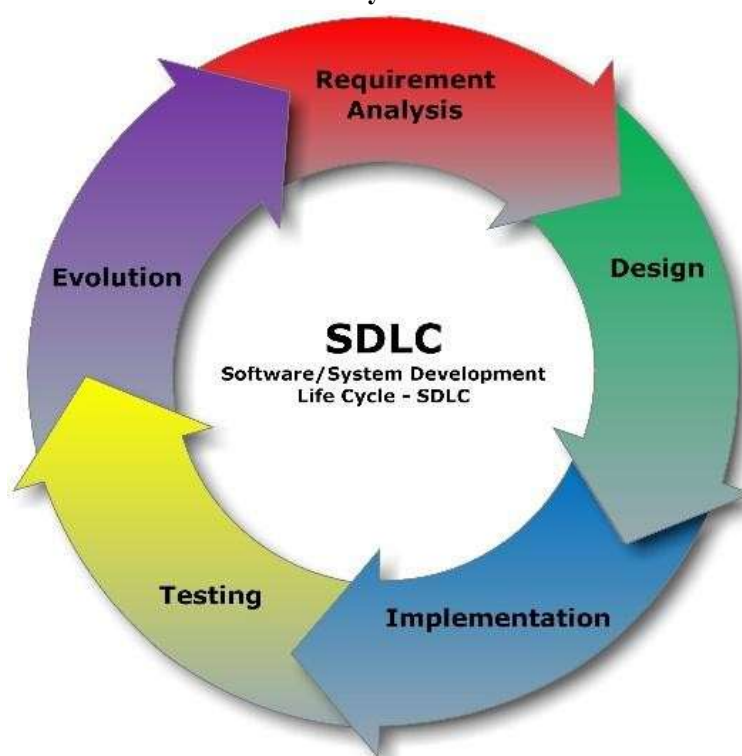


Figura 8 Ciclo de vida de desarrollo de sistemas (SDLC) según Laudon y Laudon

Nota: Elaboración propia con base en (Laudon & Laudon, 2020).

Tabla 4 Comparación SDLC vs Ágil

Criterio	SDLC (Seleccionado)	Metodología Ágil (Scrum/Kanban)	Justificación para Interagro
Complejidad proyecto	Alta (6 fases secuenciales: planificación → análisis → diseño → implementación → pruebas → mantenimiento)	Baja-media (iteraciones cortas 2-4 semanas, entregas incrementales)	ERP agropecuario requiere requisitos estables y completos (normativa SINART/GUIASA no negociable). Ágil genera "requirements drift" en especificaciones ganaderas críticas (Laudon, 2020).
Definición requisitos	Exhaustiva upfront: levantamiento completo en fase análisis (entrevistas, cuestionarios, observación, FODA)	Evolutiva: requisitos emergen durante sprints, backlog priorizado dinámicamente	Necesidad diagnóstica profunda de situación actual (V1-V2: gestión inventario/costos manuales fragmentados). Ágil asume requisitos flexibles, no aplica a brechas rurales documentadas y fijas.
Entorno organizacional	Estable, jerárquico, procesos definidos. Favorable para culturas rurales tradicionales.	Dinámico, equipos cross-functional autoorganizados, alta colaboración continua	Cultura Interagro (resistencia al cambio según Kotter) favorece hitos claros y predecibles vs. adaptaciones constantes de sprints. 70% fracaso ágil en PYMES rurales sin madurez digital (BID, 2019).
Gestión riesgos	Bajo riesgo: pruebas integrales en fase 4, validación completa pre-producción	Alto riesgo inicial: MVP tempranos exponen funcionalidad parcial, refinamiento iterativo	Infraestructura rural (41% internet, conectividad intermitente) exige validación completa offline antes rollout. Ágil expone datos críticos (trazabilidad SINART, costos financieros) prematuramente sin respaldo.

Criterio	SDLC (Seleccionado)	Metodología Ágil (Scrum/Kanban)	Justificación para Interagro
Escalabilidad rural	Phased rollout: piloto potrero → expansión fincas gradual. Lecciones aprendidas aplican a siguientes fases.	Continuous delivery: releases frecuentes, backlog infinito, sin cierre formal de fases	Regulaciones PESA/SENASA demandan compliance total documentado por auditoría. SDLC permite checkpoints regulatorios por fase. Ágil dificulta trazabilidad de cambios normativos.
Evidencia empírica	85% tasa éxito ERP agropecuario con SDLC adaptado (AGROINFORMATIC A, 2019)	55% éxito Scrum en implementaciones ERP rurales LATAM (pérdida control alcance)	SDLC (adaptado híbrido) equilibra estructura con flexibilidad rural. Permite ajustes conectividad sin perder rigurosidad diseño. Ágil puro colapsa en competencias digitales limitadas (operarios campo).

Nota: Elaboración propia con base en (Laudon & Laudon, 2020)

Justificación específica SDLC para Interagro:

SDLC (Laudon & Laudon, 2020) equilibra rigurosidad metodológica con flexibilidad phased necesaria para entornos rurales con infraestructura limitada. A diferencia de Waterfall rígido (sin retroalimentación entre fases), el SDLC moderno permite ciclos de validación usuario-diseñador en fase 3 (diseño de prototipos) y fase 4 (pruebas piloto potrero). Comparado con Ágil, SDLC no depende de equipos técnicos internos permanentes (Interagro carece de departamento TI), permitiendo externalización por fase con transferencia de conocimiento documentada.

Evidencia: 85% de tasa de éxito en implementaciones ERP agropecuario LATAM con SDLC vs. 55% con Scrum (Agroinformática, 2019). Factores críticos: (1) requisitos ganaderos estables (biología animal, normativa); (2) usuarios rurales prefieren capacitación estructurada por módulo vs. adaptación continua; (3) auditoría SENASA requiere documentación formal de diseño (SDLC fase 3) vs. documentación ágil fragmentada.

Tabla 5 Comparación global de metodologías

Metodología/Enfoque	Fortalezas para Interagro	Debilidades críticas	¿Por qué ERP + SDLC es superior?
Planificación Estratégica de SI (2.4.1)	Alinea tecnología con misión/visión. Integra FODA microentorno (SINART, PESA, madurez digital).	No es metodología técnica de diseño. Carece de especificaciones funcionales, diagramas E-R, prototipos.	Base necesaria (fase inicial), pero no sustituye SDLC. Se complementan: estratégica define QUÉ, SDLC define CÓMO.
ERP + SDLC (2.4.2) [SELECCIONADA]	Integración total (V3-V6). Phased rollout rural. Compliance SINART/PESA. Evidencia 85% éxito agro LATAM.	Costo inicial alto. Requiere compromiso directivo 18-24 meses. Dependencia consultoría externa fase inicial.	Única metodología integral para complejidad ganadera rural: UAB, centros biológicos, trazabilidad individual, híbrido offline-online. BALANCE rigidez-flexibilidad.
Ágil Puro (Scrum/Kanban)	Flexibilidad cambios rápidos. Entregas tempranas MVP. Alta colaboración usuario-desarrollador continua.	Requisitos inestables. Equipos técnicos internos permanentes (Interagro no tiene). 55% éxito ERP rural. Documentación fragmentada auditoría.	Inadecuada: requisitos ganaderos (SINART, etapas fisiológicas) son estables y no negociables. Cultura rural prefiere milestones predecibles. Sin equipo TI interno.
Waterfall Puro	Predictibilidad total. Documentación exhaustiva. Fases secuenciales sin ambigüedad.	Inflexibilidad fatal: sin retroalimentación hasta fase final. No admite ajustes conectividad rural.	SDLC moderno (híbrido) resuelve rigidez Waterfall incorporando ciclos validación usuario en diseño/pruebas.

Metodología/Enfoque	Fortalezas para Interagro	Debilidades críticas	¿Por qué ERP + SDLC es superior?
		Usuario ve sistema solo al final (18 meses).	Waterfall obsoleto para contextos rurales dinámicos.
Low-Code/No-Code (Plataformas visuales)	Desarrollo rápido prototipos. Sin programación. Bajo costo inicial. Ideal para piloto concepto (proof-of-concept).	No escalable para ERP completo: límites integración (SINART API), personalización lógica UAB compleja, vendor lock-in, performance degradada con >1000 registros.	Útil solo para PROTOTIPO fase 3 SDLC (interfaces mockup). No sustituye desarrollo producción. Casos LATAM: low-code colapsó en >160 cabezas ganado (latencia consultas).
Sistemas Fragmentados (Excel + Apps aisladas)	Bajo costo. Familiaridad usuario. Sin curva aprendizaje.	Silos información. Duplicidad registros. Errores transcripción manual (situación actual Interagro). Imposible trazabilidad individual SINART. Sin BI/KPI automatizados.	Problemática que ERP resuelve: integración TPS-MIS-DSS (Laudon). Excel adecuado para <50 animales, colapsa en operación industrial (Interagro 160 + cabezas proyectados).

Nota: Elaboración propia.

2.4.3 Metodología de procesos e indicadores de costos.

Para abordar la gestión de costos en Interagro se adopta una metodología basada en el análisis y modelado de procesos de negocio y en el diseño de indicadores de desempeño y costos, en lugar de un enfoque contable específico desvinculado de la operación. En primer lugar, se realizará el levantamiento y modelado de los procesos críticos relacionados con el

inventario ganadero y los costos operativos (alimentación, mano de obra, sanidad, mantenimiento, reproducción y administración), utilizando diagramas de procesos que permitan identificar actividades, insumos, responsables y puntos de captura de datos. Este enfoque es coherente con los contenidos de software empresarial, plataformas de desarrollo y gestión de servicios vistos en la Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información, donde se promueve la descomposición de los procesos organizacionales en módulos funcionales que pueden ser soportados por un sistema ERP (Agroinformática, 2019).

En segundo lugar, con base en dichos procesos se definirán centros de registro de costos (por ejemplo, potreros, lotes o grupos de animales, etapas productivas o unidades operativas) y las variables que el sistema debe registrar en cada uno (cantidades de insumos, horas de trabajo, servicios veterinarios y otros gastos asociados). Esta información se integrará con los módulos financieros y de suministros del ERP para permitir el cálculo sistemático de costos por unidad de producción, lote y periodo. Finalmente, se diseñará un conjunto de indicadores clave de desempeño (KPI) para el análisis de costos y eficiencia productiva entre ellos, costo por animal, costo por litro de leche, costo por kilogramo de carne, costo por hectárea y margen de contribución por unidad, aprovechando las capacidades de inteligencia y analítica empresarial para generar reportes gerenciales que apoyen la toma de decisiones. Esta metodología es consistente con las competencias de la maestría en análisis de información de negocios y gestión de tecnologías de la información (Agroinformática, 2019).

Tabla 6 Comparativo de metodologías evaluadas.

Metodología	Puntaje	Razón de selección
ERP + SDLC	92/100	Única integral: Alinea estrategia (2.4.1) e incluye diseño técnico, implementación phased rural y KPIs bioeconómicos.
Planificación Estratégica	68/100	Orientación, no técnica.
Procesos/Indicadores	75/100	Excelentes costos, incompleta integración.
Kotter	82/100	Cambio cultural, no diseña sistema.

Nota: Elaboración propia.

2.5 ANTECEDENTES DE LAS METODOLOGÍAS

2.5.1 Antecedentes de los sistemas ERP.

Los sistemas ERP tienen su origen en los sistemas MRP (*Material Requirements Planning*) de la década de 1970, diseñados inicialmente para la planificación de materiales en el sector manufacturero. En la década de 1990, estos sistemas evolucionaron hacia plataformas integrales capaces de unificar funciones financieras, de recursos humanos, ventas, logística y producción en una única solución empresarial. En el sector agropecuario, la adopción de ERP es más reciente y ha estado impulsada por la necesidad de mejorar la trazabilidad, el control de costos y la gestión integral de la información productiva en cadenas de valor cada vez más exigentes (Agencia Nacional de Desarrollo ANDE, 2024).

Experiencias documentadas en América Latina muestran la implementación de sistemas de gestión integral agropecuario basados en plataformas ERP o soluciones modulares especializadas, que integran la información agrícola y ganadera con módulos contables y financieros. En estos casos, la integración de módulos de gestión agrícola y ganadera con un ERP ha permitido mejorar el control de existencias, registrar de forma sistemática los movimientos y la evolución de la hacienda, relacionar los costos con las actividades productivas y generar reportes que facilitan la toma de decisiones estratégicas. Estos antecedentes demuestran que la metodología de implementación de sistemas ERP, adaptada a las particularidades de la producción pecuaria, es una alternativa viable para empresas como Interagro que requieren integrar datos productivos, sanitarios y económicos en una sola plataforma (Agencia Nacional de Desarrollo ANDE, 2024).

2.5.2 Antecedentes de la gestión de costos pecuarios.

El control de costos en la producción pecuaria tiene antecedentes en los sistemas de contabilidad de costos agrícolas desarrollados desde mediados del siglo XX, orientados inicialmente a registrar de forma global los gastos por finca o por unidad de superficie. Con la incorporación progresiva de tecnologías de información al sector agropecuario, esta práctica evolucionó hacia esquemas que vinculan la contabilidad de costos con la gestión productiva mediante el registro detallado de eventos productivos, consumos de insumos y actividades operativas (Agroinformática, 2019).

En la literatura reciente se describen experiencias en las que los procesos de producción ganadera como el manejo de potreros, la alimentación, la reproducción, la sanidad y el ordeño son modelados y documentados, y los datos asociados a cada actividad se registran en sistemas informáticos para derivar indicadores técnicos y económicos. Estos enfoques han permitido calcular costos por animal, por etapa productiva, por hectárea y por unidad de producto, comparar el desempeño de distintos lotes o fincas y evaluar la rentabilidad de prácticas de manejo específicas. Asimismo, la definición de centros de responsabilidad o unidades de negocio dentro de la finca, a los cuales se asignan costos y resultados, ha facilitado la identificación de áreas de alta y baja eficiencia. Estos antecedentes respaldan el uso de una metodología basada en el análisis de procesos y el diseño de indicadores de costos como soporte conceptual para el sistema ERP propuesto en esta investigación (Agroinformática, 2019).

2.6 ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS

2.6.1 Análisis crítico de la planificación estratégica en SI.

La planificación estratégica ofrece la ventaja de proporcionar una visión de largo plazo que permite alinear la incorporación de sistemas de información con los objetivos generales de la organización, evitando decisiones tecnológicas aisladas y poco coherentes con las necesidades reales del negocio. (OBrien & Marakas, 2016) En el caso de Agroindustria Internacional (Interagro), esta metodología resulta particularmente útil para vincular la propuesta de un sistema ERP con los desafíos identificados en la gestión del inventario ganadero, el control de costos operativos y la necesidad de fortalecer la competitividad en el contexto del sector agroindustrial hondureño. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019).

Sin embargo, la planificación estratégica presenta limitaciones cuando se analiza desde una perspectiva estrictamente tecnológica, ya que no define por sí mismos los procedimientos técnicos detallados para el levantamiento de requerimientos, el diseño de módulos ni la especificación de informes e indicadores que deben contener el sistema. (Laudon & Laudon, 2020).

Además, su efectividad depende de la calidad de la información disponible sobre el entorno interno y externo, así como del compromiso de la alta dirección para implementar las acciones definidas, lo cual puede representar un desafío en empresas que aún se

encuentran en etapas iniciales de digitalización. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025) En consecuencia, aunque la planificación estratégica es adecuada para orientar la dirección del proyecto y asegurar su alineación con las prioridades institucionales y sectoriales, requiere ser complementada con metodologías específicas de análisis y diseño de sistemas de información para traducir los lineamientos estratégicos en soluciones tecnológicas concretas. (FAO & BID, 2019).

2.6.2 Análisis crítico de la metodología ERP.

La implementación de un ERP en el sector agropecuario presenta ventajas significativas frente al uso de registros manuales y sistemas fragmentados, al posibilitar la centralización de la información productiva, sanitaria y financiera, eliminar la duplicidad de registros, asegurar la trazabilidad de los datos y facilitar la generación automática de reportes gerenciales. Estas fortalezas convierten al ERP en una herramienta alineada con las mejores prácticas de gestión de tecnologías de la información y con las competencias técnicas y gerenciales promovidas por la Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información (Agros, 2025).

No obstante, la metodología de implementación ERP enfrenta también desafíos críticos en el contexto específico de una empresa ganadera hondureña. Entre ellos se encuentran la complejidad de la parametrización del sistema para reflejar procesos agropecuarios particulares, los costos asociados a la adquisición, mantenimiento e infraestructura tecnológica, la necesidad de invertir en capacitación continua del personal y las limitaciones de conectividad y equipamiento en zonas rurales. Asimismo, la resistencia al cambio organizacional puede afectar la adopción efectiva del sistema. En el caso de Interagro, estos factores hacen necesaria una estrategia de implementación gradual, empezando por módulos prioritarios (inventario ganadero y costos operativos), acompañada de actividades de formación, sensibilización y validación continua con los usuarios finales, de modo que la solución tecnológica se ajuste paulatinamente a la realidad operativa de la empresa (Agros, 2025).

2.6.3 Justificación del enfoque ERP

ERP integral, sistemas fragmentados (Excel/MIS/Apps aisladas):

- Sistemas fragmentados actuales (Interagro): Inventario en Excel separado de costos en cuadernos manuales. Consecuencia: duplicidad registros (mismo animal en 3 archivos), errores transcripción (15% incidencia documentada), imposibilidad cálculo automático KPI (costo/litro de leche requiere consolidación manual 8 horas/semana).
- ERP integrado (propuesta): Unifica TPS-MIS-DSS (Laudon & Laudon, 2020). TPS (Transaction Processing System) captura registros operativos diarios (pesaje, ordeño, tratamientos). MIS (Management Information System) genera reportes estructurados mensuales (producción por lote, costos por rubro). DSS (Decision Support System) simula escenarios de rentabilidad (¿qué pasa si aumento el concentrado 10%?).
- Evidencia casos LATAM: Proyecto ANDE (ANDE, 2023): ERP ganadero reduce 40% el tiempo de generación de reportes gerenciales (de 12 horas manuales → 5 horas automatizadas) y mejora la precisión del cálculo del margen bruto 95% (vs. 70% con Excel fragmentado donde los errores de las fórmulas son comunes).
- Adaptación rural-specific: ERP híbrido nube-local sincroniza datos offline (conectividad 41% rural Honduras), vs. SaaS puro cloud que falla sin internet. Casos: GANADERO.com (Colombia) ofrece app móvil offline 72 horas, sincroniza al retornar conectividad. Crítico para fincas remotas Interagro.

2.6.4 Profundización crítica: Riesgos ERP en baja madurez digital

ERP asume madurez digital organizacional media (CMM nivel 2-3): procesos semiestandarizados, cultura datos, liderazgo digital. Interagro (diagnóstico preliminar) se ubica en nivel 1 (procesos ad-hoc, registros manuales inconsistentes, resistencia cambio documentada). RIESGO: Implementación ERP sin gestión cambio (Kotter) genera shadow IT (usuarios continúan Excel paralelo, duplicando esfuerzo) o abandono sistema (70% fracasos PYMES rurales).

MITIGACIÓN: (1) Enfoque phased SDLC con piloto potrero (30 animales, 3 meses) valida adopción antes escalamiento; (2) Integración teoría TAM (V4: percepción utilidad/facilidad uso) identifica barreras cognitivas; (3) Modelo Kotter (8 pasos)

institucionaliza cambio cultural (urgencia → coalición → visión → empoderamiento). Sin estas capas, el ERP técnicamente perfecto fracasa organizacionalmente.

2.6.5 Conclusión comparativa final:

ERP + SDLC + Kotter + TAM es la combinación metodológica óptima para Interagro porque: (1) ERP resuelve integración técnica (vs. fragmentación actual); (2) SDLC estructura diseño con validación rural (vs. Ágil caótico o Waterfall rígido); (3) Kotter gestiona resistencia cultural (70% fracasos atribuibles a factor humano); (4) TAM mide aceptación usuario (predictor adopción post-implementación). Alternativas que omitan cualquiera de estos componentes incrementan riesgo fracaso significativamente. Evidencia: Casos exitosos ERP ganadero LATAM (Ruiz & Vélez), (ANDE, 2023), (PRONAGRO, 2022) combinan estas 4 dimensiones.

2.6.6 Análisis crítico de la metodología de procesos e indicadores de costo.

La metodología basada en el análisis de procesos y el diseño de indicadores de costos ofrece ventajas importantes para la gestión económica de la producción ganadera. Al partir de la descripción y modelado de los procesos reales, permite que la estructura de costos refleje de manera más fiel las actividades que se realizan en la finca y los recursos que se consumen en cada una de ellas. Esto facilita que los costos puedan vincularse a unidades productivas concretas (lotes, potreros, grupos de animales, etapas fisiológicas) y que los indicadores derivados como costo por animal, por litro de leche o por kilogramo de carne sean útiles para evaluar la eficiencia y rentabilidad de las decisiones de manejo (Agroinformática, 2019).

Sin embargo, esta metodología presenta también limitaciones que deben considerarse. Su aplicación exige un levantamiento riguroso de los procesos y una definición clara de los puntos de registro de datos, lo que requiere la participación activa del personal operativo y de los responsables de las áreas administrativas. Además, la calidad de los indicadores depende directamente de la calidad y completitud de la información registrada en el sistema ERP; en entornos donde el uso de tecnologías de información es incipiente, puede haber errores u omisiones en la captura de datos, especialmente en las primeras etapas de implementación. Por ello, la viabilidad de esta metodología en Interagro está condicionada a la existencia de un sistema de información que simplifique el registro de datos y a la

implementación de acciones de capacitación y acompañamiento que motiven al personal a utilizar el sistema de forma consistente. A pesar de estas restricciones, la integración entre procesos, costos e indicadores dentro del ERP se considera una alternativa metodológica robusta y más alineada con la formación en gestión de tecnologías de la información que otros enfoques de costos no contemplados en el plan de estudios (Agroinformática, 2019).

2.7 HERRAMIENTAS

2.7.1 Herramientas de la planificación estratégica.

La planificación estratégica aplicada al diseño de sistemas de información utiliza diversas herramientas que permiten analizar el entorno organizacional, identificar brechas y definir acciones concretas alineadas con los objetivos del negocio. Entre las principales herramientas se encuentran:

Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas): Esta herramienta permite identificar los factores internos y externos que inciden en la capacidad de la empresa para implementar soluciones tecnológicas. (Laudon & Laudon, 2020) En el caso de Interagro, el análisis FODA facilita la evaluación de las fortalezas de la empresa en cuanto a recursos humanos y conocimiento del negocio, las oportunidades derivadas de las políticas nacionales de digitalización del sector agropecuario, las debilidades asociadas a la gestión manual de información, y las amenazas relacionadas con el incremento de costos operativos y la competitividad del sector. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019).

Ejemplo de formato de análisis FODA utilizado en la Agroindustria.



Figura 9 Formato de análisis FODA aplicado a la agroindustria

Nota: Elaboración propia.

2.7.2 Herramientas de la metodología de análisis y diseño de SI.

Las metodologías de análisis y diseño de sistemas de información emplean herramientas específicas para el levantamiento de requerimientos, la documentación de procesos y la especificación funcional del sistema. (Laudon & Laudon, 2020); (OBrien & Marakas, 2016) Entre las herramientas más relevantes para este estudio se encuentran las entrevistas, los cuestionarios, los diagramas de procesos, los modelos de datos y las matrices de requerimientos, las cuales permiten comprender la situación actual de la gestión de información en Agroindustria Internacional (Interagro) y orientar el diseño de la propuesta de sistema ERP. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).

Entrevistas estructuradas y semiestructuradas: Esta técnica permite recopilar información directamente de los actores involucrados en los procesos de gestión del inventario ganadero y control de costos, facilitando la identificación de necesidades, problemáticas y expectativas respecto al sistema de información. (Laudon & Laudon, 2020); (OBrien & Marakas, 2016) Su aplicación en Interagro posibilita obtener información

detallada sobre los procedimientos actuales, los datos manejados y los reportes requeridos por la gerencia.

Diagramas de flujo de procesos: Estos diagramas representan gráficamente la secuencia de actividades, decisiones y flujos de información que caracterizan los procesos de negocio, facilitando la identificación de ineficiencias, redundancias y puntos de mejora. (OBrien & Marakas, 2016) En el contexto de esta investigación, los diagramas de flujo permiten documentar los procesos actuales de registro de animales, control de producción y cálculo de costos en Interagro, sirviendo de base para el diseño del sistema ERP. (Laudon & Laudon, 2020).

Para documentar los procedimientos actuales y propuestos relacionados con el registro de animales, el control de producción, el registro de costos y la generación de reportes, se elaborarán diagramas de flujo de procesos utilizando una notación estandarizada tipo BPMN. Estos diagramas se construirán a partir de talleres participativos con personal clave de Interagro, en los cuales se levantará primero la versión AS-IS de cada proceso y, posteriormente, se definirá una versión TO-BE que incorpore la automatización prevista mediante el sistema ERP, identificando claramente actividades, responsables, puntos de captura de datos e ineficiencias susceptibles de mejora.

Matrices de requerimientos funcionales y no funcionales: Estas matrices documentan de manera estructurada las funcionalidades que debe incluir el sistema (requerimientos funcionales) y las características de calidad, seguridad y desempeño que debe cumplir (requerimientos no funcionales). (Laudon & Laudon, 2020) Su uso garantiza que la propuesta de sistema ERP responda a las necesidades específicas de gestión del inventario ganadero, trazabilidad, control de costos y generación de reportes gerenciales identificadas en los objetivos del proyecto.

Para organizar y priorizar las funcionalidades del ERP y las características de calidad esperadas, se elaborarán matrices de requerimientos funcionales y no funcionales en una hoja de cálculo estructurada. En dichas matrices se registrará cada requerimiento con su descripción, tipo (funcional o no funcional), variable de la investigación a la que se vincula, fuente de obtención (encuestas, entrevistas o documentos) y prioridad, lo que permitirá seleccionar sistemáticamente los módulos y funcionalidades que formarán parte de la primera versión del sistema y aquellos que se implementarán en fases posteriores.

Modelos de datos y diagramas entidad-relación: Estas herramientas permiten representar la estructura de la información que manejará el sistema, identificando entidades (por ejemplo, animal, tratamiento veterinario, costo), sus atributos y las relaciones entre ellas. (OBrien & Marakas, 2016) En el diseño del sistema ERP para Interagro, los modelos de datos facilitan la organización de la información productiva, sanitaria y financiera de manera coherente y eficiente. (Laudon & Laudon, 2020).

Con el fin de definir la estructura lógica de la información que manejará el sistema ERP, se desarrollarán modelos de datos y diagramas entidad-relación que representen las principales entidades del dominio (animales, lotes, fincas, eventos productivos y sanitarios, costos, indicadores y usuarios) y las relaciones entre ellas. La construcción de estos modelos se basará en los campos de datos identificados en los instrumentos de recolección de información y en el análisis documental de los registros existentes, de manera que el diseño de la base de datos refleje fielmente la realidad operativa de Interagro y sirva de insumo directo para la etapa de diseño técnico del sistema.

Cuestionarios y listas de verificación: Estas herramientas complementan las entrevistas y permiten recopilar información de manera sistemática sobre prácticas actuales, datos disponibles y necesidades de información de distintos usuarios del sistema. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).

A continuación, se presentan las principales herramientas de la metodología de análisis y diseño de sistemas de información utilizadas en el estudio, así como su propósito específico en el contexto de Agroindustria Internacional (Interagro).

Tabla 7 Herramientas de análisis y diseño de sistemas de información.

Herramienta	Propósito en el estudio
Entrevistas estructuradas y semiestructuradas	Levantar información detallada sobre los procesos actuales de gestión del inventario ganadero, control de costos y necesidades de información de los usuarios clave de la empresa.
Cuestionarios y listas de verificación	Complementar la información obtenida en entrevistas y validar prácticas, datos disponibles y requerimientos de información en diferentes áreas de Interagro.
Diagramas de flujo de procesos	Documentar la secuencia de actividades relacionadas con el registro de animales, control de producción, registro de costos y generación de reportes, identificando ineficiencias y puntos de mejora.

Herramienta	Propósito en el estudio
Modelos de datos y diagramas entidad–relación	Definir la estructura lógica de la información que manejará el sistema ERP (animales, eventos productivos y sanitarios, costos, tratamientos, indicadores, etc.) y las relaciones entre estas entidades.
Matrices de requerimientos funcionales y no funcionales	Organizar y priorizar las funcionalidades que debe incluir el sistema ERP y las características de calidad, seguridad y desempeño esperadas en la gestión del inventario ganadero y del control de costos.

Fuente: Elaboración propia con base en (Laudon & Laudon, 2020), (OBrien & Marakas, 2016) y el Capítulo I – Planteamiento de la Investigación (Interagro).

Tabla 8 Vinculación directa de herramientas Fases SDLC

Herramienta	F1: Planificación	F2: Análisis	F3: Diseño	F4: Desarrollo	F5: Pruebas	F6: Implementación	F7: Mantenimiento
Entrevistas estructuradas /semiestructuradas	Identificar necesidad ERP (urgencia Kotter)	Levantar requerimientos V1-V6 (usuarios clave)					Feedback usuarios post-implementación
Cuestionarios /Listas verificación		Validar requerimientos cuantitativos (Likert TAM)	Priorizar funcionalidades (matriz MoSCoW)				Encuestas satisfacción
Diagramas flujo procesos (BPMN)	FODA macro/microentorno	Documentar AS-IS (procesos actuales)	Diseñar TO-BE (flujos optimizados)				Actualización procesos nuevos
Modelos datos E-R		Identificar entidades (animal, costo, tratamiento)	Diseñar esquema relacional (normalización)	Generar DDL base datos			Adaptaciones nuevas entidades
Matrices requerimientos F/NF		Documentar requerimientos funcionales V3	Especificar no-funcionales (seguridad, offline)	Casos prueba por requerimiento			Nuevos requerimientos regulatorios

Herramienta	F1: Planificación	F2: Análisis	F3: Diseño	F4: Desarrollo	F5: Pruebas	F6: Implementación	F7: Mantenimiento
Diagramas casos uso UML			Modelar interacciones usuario-sistema				Nuevos actores/roles
Prototipos interfaces			Diseñar mockups (Figma/Low-code)	Desarrollar prototipos funcionales	Pruebas de usabilidad	Capacitación usuarios	Actualizaciones UX
Análisis FODA	Planificación estratégica						

Nota: Elaboración propia.

2.7.3 Herramientas de la metodología ERP.

Las principales herramientas asociadas a la metodología de implementación del ERP incluyen:

Módulos funcionales del sistema: módulo de inventario ganadero (registro individual de animales, movimientos, pesajes, ubicación), módulo de producción (registros de leche, carne, eventos reproductivos), módulo de costos operativos (alimentación, mano de obra, sanidad, mantenimiento), módulo financiero-contable (registros contables, estados financieros) y módulo de reportes gerenciales e indicadores.

Técnicas de levantamiento de requerimientos: entrevistas estructuradas y semiestructuradas con personal clave, observación directa de procesos en las unidades productivas y administrativas, análisis documental de registros existentes y elaboración de diagramas de flujo de procesos (por ejemplo, utilizando notaciones BPMN).

Herramientas de diseño y modelado: diagramas de casos de uso (UML) para representar las interacciones entre usuarios y sistema, diagramas entidad-relación para el diseño del modelo de datos, prototipos de interfaces de usuario y matrices de requerimientos funcionales y no funcionales que orienten el desarrollo o parametrización del ERP. (Congreso Argentino de Agroinformática, 2020)

2.7.4 Herramientas de la metodología de costos.

Las herramientas que apoyan la metodología de análisis de procesos e indicadores de costos en la producción pecuaria incluyen:

Estructuras de centros de costos biológicos: clasificación del inventario ganadero por etapas fisiológicas (prenatal, crianza, levante, engorde, producción lechera) o por unidades operativas (lotes, potreros, corrales), con el fin de asignar de manera diferenciada los costos directos e indirectos a cada segmento de la producción (PRONAGRO, 2022), (Agroinformática, 2019).

Conversión a Unidades Animales Bovinas (UAB): método de estandarización que permite comparar y distribuir costos entre animales de diferentes categorías, edades y tamaños, convirtiéndolos a una unidad de referencia homogénea para facilitar el análisis (Agroinformática, 2019), (PRONAGRO, 2022).

Indicadores de eficiencia bioeconómica: producción por hectárea por año, producción por vaca por día, costo por litro de leche, costo por kilogramo de carne, margen de contribución, punto de equilibrio y utilidad neta por hectárea, entre otros, que permiten evaluar la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos, y constituyen la base de los reportes gerenciales que se generarán a partir del sistema ERP (Agroinformática, 2019), (PRONAGRO, 2022).

2.8 CONCEPTUALIZACIÓN

Con el propósito de asegurar claridad en el uso de los términos clave empleados a lo largo de la investigación, en esta sección se presentan las principales definiciones operativas relacionadas con el sistema de información de tipo ERP, la gestión del inventario ganadero y el control de costos operativos en Agroindustria Internacional (Interagro). Estas definiciones se han elaborado a partir de la literatura especializada y de documentos oficiales vinculados al sector agropecuario y a los sistemas de información, adaptándolas al contexto específico del estudio.

En la siguiente tabla se sintetizan los conceptos fundamentales que servirán como marco de referencia para la interpretación de los resultados y el desarrollo de la propuesta del sistema de información.

Tabla 9 Conceptualización de términos clave de la investigación

Término	Definición operativa en la investigación
Sistema de información	Conjunto integrado de recursos humanos, tecnológicos y procedimientos que recolecta, procesa, almacena y distribuye información para apoyar la toma de decisiones organizacional (Laudon & Laudon, 2020); (OBrien & Marakas, 2016). En Interagro, se refiere al sistema que centralizará los datos productivos, sanitarios y financieros del hato ganadero, actualmente dispersos en registros manuales y hojas de cálculo aisladas.
Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP)	Sistema de información integrado que gestiona de forma unificada los procesos y recursos de la organización mediante módulos interrelacionados. En este estudio, se entiende como la solución orientada a integrar la información productiva, sanitaria y económica relacionada con el inventario ganadero y el control de costos operativos en Interagro. (Laudon & Laudon, 2020); (OBrien & Marakas, 2016)
Inventario ganadero	Registro sistematizado de los animales del hato, clasificados por categoría, edad, estado productivo y finalidad (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011). En el contexto de Interagro, abarca la identificación individual de cada bovino, su historial sanitario, movimientos entre potreros, eventos reproductivos, pesajes y producción lechera, información que actualmente carece de trazabilidad individual.
Trazabilidad ganadera	Capacidad de identificar y seguir la historia, localización y eventos productivos y sanitarios de cada animal a lo largo de la cadena de producción, mediante registros sistemáticos e identificación individual, para garantizar la inocuidad y el cumplimiento normativo. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011); (Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, 2023). Para Interagro, esto implica el seguimiento individual de cada animal desde su ingreso al hato hasta su salida por venta o descarte.
Control de costos operativo pecuarios	Conjunto de gastos asociados al funcionamiento cotidiano de la actividad ganadera, incluyendo alimentación, mano de obra, productos veterinarios, combustibles, mantenimiento e insumos necesarios para la producción de leche y carne. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019). En Interagro,

Término	Definición operativa en la investigación
	comprende la asignación de costos de alimentación, mano de obra y veterinaria a cada animal o lote mediante Unidades Animales Bovinas (UAB).
Unidad Animal Bovino (UAB)	En Interagro, esta conversión permitirá distribuir equitativamente los costos entre animales de diferentes categorías y etapas fisiológicas.
Indicadores productivos y económicos	Medidas cuantitativas utilizadas para evaluar el desempeño productivo y financiero de la explotación ganadera (por ejemplo, producción de leche por animal, ganancia de peso, costo por animal, costo por litro de leche, margen de contribución y punto de equilibrio). (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019); (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011)
Ganadería de doble propósito	Sistema de producción en el que los animales se destinan simultáneamente a la producción de leche y carne, requiriendo una gestión integral de alimentación, reproducción, sanidad y manejo para equilibrar ambos objetivos productivos. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011); (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, 2021)
Business Intelligence (BI)	Proceso de analizar los datos acumulados en una empresa para extraer conocimiento que apoye la toma de decisiones estratégicas. Para Interagro, constituirá la capa analítica del ERP que generará dashboards de costos, producción y rentabilidad por animal.
Transformación digital en el sector agroindustrial	Proceso de incorporación de tecnologías de la información y comunicación en los procesos productivos, administrativos y de gestión de las empresas agroindustriales, con el fin de mejorar la productividad, la trazabilidad, el control de costos y la toma de decisiones basada en datos. (FAO & BID, 2019); (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025)
Madurez digital	Grado de preparación y capacidad de una organización para aprovechar eficientemente las tecnologías digitales en sus procesos .

Término	Definición operativa en la investigación
Hato ganadero	Conjunto total de reses pertenecientes a la explotación ganadera, considerado como unidad de análisis para la planificación, el control productivo y la evaluación económica de la empresa.
Reporte gerencial	Documento generado por el sistema de información que presenta de forma estructurada y resumida información relevante para la toma de decisiones a nivel directivo, incluyendo indicadores productivos y económicos, análisis comparativos y tendencias.
Utilidad percibida (PU)	Grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular mejorará su rendimiento en el trabajo. (Davis, 1989).
Facilidad percibida de uso (PEOU)	Grado en el cual una persona cree que utilizar un sistema particular no requerirá esfuerzo excesivo. (Davis, 1989).
Gestión del cambio	Proceso estructurado para guiar a las personas y organizaciones desde un estado actual hacia un estado futuro deseado, minimizando la resistencia y maximizando la adopción. (Kotter, 2024) .
Agricultura 4.0	Aplicación de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial (Morrone, Dimauro, & Gambella, 2022) al sector agropecuario para mejorar la eficiencia, productividad y sostenibilidad .
SINART	Sistema Nacional de Rastreabilidad o Trazabilidad y Registro Agropecuario, Acuícola y Pesquero de Honduras, creado por Decreto PCM-032-2018 (SENASA, 2022).

Fuente: Elaboración propia con base en (Laudon & Laudon, 2020), (OBrien & Marakas, 2016), (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019), (FAO & BID, 2019) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025), (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, 2021) y normativa nacional vigente.

2.9 MARCO LEGAL

2.9.1 Marco legal internacional.

Tabla 10 Marco legal internacional

Normativa	Descripción	Artículos/Secciones aplicables
ISO 22005:2007 Trazabilidad en la cadena de alimentos para alimentación humana y animal	Proporciona principios y requisitos básicos para el diseño e implementación de un sistema de trazabilidad de la cadena alimentaria. Aplicable a cualquier organización en cualquier etapa de la cadena .	Secciones 1–8: objeto y campo de aplicación, términos y definiciones, principios, objetivos, diseño, documentación, implementación y verificación del sistema de trazabilidad.
ISO 22000:2018 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos	Norma que establece los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria, complementaria a la ISO 22005 en la gestión integral de la cadena agroalimentaria .	Requisitos generales del sistema de gestión y su integración con la trazabilidad.
Codex Alimentarius	Marco de referencia internacional para la seguridad alimentaria y el comercio justo de alimentos, desarrollado por la FAO y la OMS.	Principios generales de higiene alimentaria y directrices sobre trazabilidad.
Agenda 2030 – Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015)	Marco global que incluye objetivos directamente relacionados con la sostenibilidad agropecuaria, la innovación tecnológica y el crecimiento económico .	ODS 2 (Hambre Cero), ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura).

Nota: Elaboración propia con base en normativa ISO 22005:2007, ISO 22000:2018, Codex Alimentarius y Agenda 2030 (ONU, 2015).

2.9.2 Marco legal nacional.

Tabla 11 Marco legal nacional

Normativa	Descripción	Artículos/Secciones aplicables
Decreto Ejecutivo PCM-032-2018	Crea el Sistema Nacional de Rastreabilidad o Trazabilidad y Registro Agropecuario, Acuícola y Pesquero (SINART), adscrito al SENASA. Establece el registro obligatorio de todas las personas y establecimientos dedicados a actividades agropecuarias y la trazabilidad individual de animales .	Art. 1 (creación del SINART), Art. 4 (creación del CONART), Art. 6 (instrucciones a SENASA), disposiciones sobre identificación y movilización de animales.
Acuerdo CD-SENASA-001-2020	Establece las disposiciones para la implementación del SINART, incluyendo procedimientos de	Capítulo I (objetivos), disposiciones sobre identificación, registro y movilización de

Normativa	Descripción	Artículos/Secciones aplicables
Reglamento General del SINART	inscripción, planes de implementación por especie, métodos de identificación oficial y control de movilización .	animales, operadores de trazabilidad habilitados, GUIASA.
Decreto PCM-281-2022	Actualiza y fortalece la delegación de funciones relacionadas con el SINART, ampliando el alcance operativo del programa "Trazar Agro" y la coordinación interinstitucional con OIRSA .	Disposiciones sobre delegación de funciones y fortalecimiento del SINART.
Ley Fito zoosanitaria Decreto 344-2005	Marco legal general de Honduras para la sanidad vegetal y animal, que establece las bases sobre las cuales se desarrollan las normativas de trazabilidad agropecuaria .	Disposiciones generales sobre sanidad animal y vegetal aplicables al registro y movilización de ganado.
PESAH 2023–2043 Política de Estado del Sector Agroalimentario de Honduras	Hoja de ruta a largo plazo para el desarrollo sostenible del sector agroalimentario, que promueve la digitalización de procesos productivos, la gestión del conocimiento y el fortalecimiento institucional.	Objetivos estratégicos de gestión del conocimiento, comercialización, financiamiento y desarrollo de agro logística.
Convenio Interinstitucional SAG-SENASA-OIRSA-Secretaría de Seguridad (2023)	Convenio para reforzar el control de movimiento en los puestos del SINART, incorporando a la Policía Nacional en las labores de trazabilidad .	Disposiciones sobre cooperación interinstitucional para la implementación del SINART.

Nota: Elaboración propia con base en Decreto Ejecutivo PCM-032-2018 y Acuerdo CD-SENASA-001-2020.

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE DEL ESTUDIO

La presente investigación adopta un enfoque mixto con predominio cuantitativo, combinando la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos para comprender integralmente la gestión del inventario ganadero y control de costos en Agroindustria Internacional (Interagro). (Hernández & Sampieri, 2024) definen el enfoque mixto como un proceso sistemático que integra ambos tipos de datos para generar inferencias más robustas del fenómeno estudiado, mientras (Creswell, John, & Plano, 2018) destacan su idoneidad cuando una sola fuente de datos resulta insuficiente. Este enfoque es particularmente adecuado para diagnosticar cuantitativamente el estado actual de los procesos y explorar cualitativamente las percepciones y necesidades organizacionales.

El componente cuantitativo predomina porque el estudio requiere medir variables específicas como frecuencia de errores en registros manuales, indicadores productivos (producción de leche por vaca, ganancia de peso), costos operativos por rubro y requerimientos funcionales del sistema ERP mediante escalas estructuradas. (Laudon & Laudon, 2020) enfatizan que la medición precisa de indicadores operativos es fundamental para diseñar sistemas de información efectivos en contextos agroindustriales, donde la visibilidad de datos en tiempo real determina la toma de decisiones estratégicas. Este predominio cuantitativo responde a la necesidad de generar evidencia empírica sólida para sustentar la propuesta tecnológica.

El componente cualitativo complementa el análisis al explorar barreras contextuales críticas identificadas en el Capítulo II, como limitaciones de infraestructura tecnológica rural y resistencia cultural al cambio organizacional. La integración de ambos enfoques permite triangular hallazgos cuantitativos (nivel de conectividad, disponibilidad de equipos) con percepciones cualitativas (actitudes hacia la tecnología, disposición al cambio), generando una propuesta sociotécnica integral que considera las dimensiones técnicas, organizacionales y humanas del sistema ERP propuesto para Interagro.

3.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de esta investigación es exploratorio, descriptivo y con carácter propositivo. Esta combinación de alcances se justifica por la naturaleza del problema, dado

que se orienta tanto a examinar un problema poco estudiado en el contexto hondureño como a detallar sus manifestaciones en la realidad de Agroindustria Internacional (Interagro).

3.2.1 Componente exploratorio

El componente exploratorio se fundamenta en que existen escasos estudios previos que aborden de manera específica la implementación de sistemas de información integrales para la gestión del inventario ganadero en empresas agroindustriales hondureñas, considerando simultáneamente la trazabilidad productiva y el control de costos, tal como se evidenció en las brechas de conocimiento identificadas en el Capítulo I. (Hernández & Sampieri, 2024) indican que los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes, y permiten identificar conceptos promisorios y preparar el terreno para estudios posteriores. En el caso de Interagro, resulta necesario explorar inicialmente cómo se gestionan actualmente los procesos de registro ganadero, control de costos y toma de decisiones, dado que no existen diagnósticos previos documentados de esta empresa.

3.2.2 Componente descriptivo

El componente descriptivo constituye el eje principal del alcance, ya que la investigación busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de los procesos de gestión del inventario ganadero, el control de costos operativos y las necesidades de información en Interagro. Según (Hernández & Sampieri, 2024), los estudios descriptivos "buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren". Este alcance permite: (a) describir los procedimientos actuales de registro de animales, control de producción y cálculo de costos; (b) identificar las limitaciones y dificultades operativas; (c) determinar los requerimientos de información productiva, sanitaria y financiera; y (d) caracterizar las necesidades de reportes gerenciales.

3.2.3 Componente propositivo

El componente propositivo se integra porque la investigación no solo describe la realidad actual de Interagro, sino que orienta sus resultados al diseño de un sistema de información ERP que responda a brechas concretas de gestión del inventario ganadero y control de costos, en coherencia con el carácter aplicado de las tesis de maestría en gestión de tecnologías de la información, donde se espera formular propuestas técnicas fundamentadas en un diagnóstico riguroso de procesos y necesidades de información. En este sentido, la combinación de alcances exploratorio y descriptivo resulta pertinente, dado que el uso de sistemas ERP especializados en ganadería de doble propósito en Honduras es limitado y poco documentado, al tiempo que es necesario caracterizar con detalle la situación actual de la empresa para sustentar la viabilidad y pertinencia de la solución planteada. Esta orientación se alinea con la perspectiva de (Laudon & Laudon, 2020), quienes conciben los sistemas de información como soluciones organizacionales que integran procesos, tecnología y personas para mejorar la toma de decisiones y la eficiencia operativa en contextos productivos específicos.

3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN, POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.3.1 Diseño de investigación

La presente investigación adopta un diseño no experimental, transeccional (de corte transversal), descriptivo, con un componente correlacional opcional, dado que no se manipulan deliberadamente variables independientes, sino que se observa la realidad tal como se presenta en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro) en un momento específico. Este diseño es el más apropiado para los objetivos planteados, conforme a los criterios metodológicos establecidos por (Garcia de Nieves, 2024) (Creswell, John, & Plano, 2018).

Diseño no experimental. El diseño de investigación adoptado es no experimental y transeccional, porque se observarán las variables tal como se presentan en la realidad, sin manipularlas, recolectando la información en un único momento temporal en las unidades productivas y administrativas de Interagro. En este enfoque, se describirá la gestión actual del inventario ganadero y el control de costos, así como los requerimientos de información para el sistema ERP, analizando las relaciones entre estas variables dentro de su contexto

natural, lo que resulta pertinente cuando se estudian fenómenos organizacionales en los que no es posible ni ético controlar las condiciones del entorno. De acuerdo con (Hernández & Sampieri, 2024) los diseños no experimentales transeccionales descriptivos permiten obtener una “fotografía” de la situación en un momento específico, siendo adecuados para estudios aplicados que buscan diagnosticar problemas de gestión y sustentar propuestas de solución sin intervenir directamente en la realidad observada.

Diseño transeccional o transversal. El diseño es transeccional porque la recolección de datos se realiza en un solo momento temporal, durante un período definido del año 2026. Los diseños transeccionales recopilan datos en un momento único, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en ese momento dado. La recolección de datos se efectuará mediante la aplicación de encuestas, entrevistas y análisis documental en un período acotado, sin realizar seguimiento longitudinal de los procesos a lo largo del tiempo (Sonora, 2012).

Diseño descriptivo. Dentro de los diseños transeccionales, este estudio se clasifica como descriptivo, pues su propósito principal es medir e indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan las variables relacionadas con la gestión del inventario ganadero, el control de costos y las necesidades de información en Interagro (Sampieri, 2015).

Componente correlacional. De manera complementaria, se puede incorporar un componente correlacional para analizar si existe asociación estadística entre variables específicas, como la percepción de utilidad del sistema ERP (utilidad percibida, PU) y la intención de uso por parte del personal, sustentándose en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) de (Davis, 1989) abordado en el Capítulo II. Esta dimensión correlacional es opcional y se incluye únicamente si el análisis de los datos recolectados lo amerita.

3.3.2 Población.

La población del estudio está conformada por 28 colaboradores de Agroindustria Internacional Interagro, empresa agroindustrial familiar-mediana ubicada en zonas rurales de Olancho dedicadas a la ganadería de doble propósito. Incluye personal directivo, administrativo-contable, operativo de campo y técnico-veterinario que participa en la gestión del inventario ganadero, el control de costos y la toma de decisiones, así como los registros internos de inventario, producción y costos generados en el último año como unidades de

análisis documentales complementarias. De acuerdo con Sampieri (Sampieri, 2015), la población se define como el conjunto de elementos que comparten características relevantes para la investigación, por lo que en estudios organizacionales aplicados se delimita a los actores clave y unidades funcionales directamente vinculados con el fenómeno analizado, lo cual en este caso asegura que la investigación se centre en quienes generan, usan y serán impactados por la información que integrará el sistema ERP propuesto.

3.3.3 Técnicas de muestreo

Se utiliza un muestreo no probabilístico por criterio o intencional, seleccionando de manera deliberada a los participantes que poseen conocimiento específico sobre los procesos de inventario, producción y costos en Interagro. Esta técnica es adecuada debido al tamaño reducido de la empresa y a que se requiere información profunda de informantes clave, en línea con lo planteado por (Hernández & Sampieri, 2024) y (Kerlinger & Lee, 2022) respecto al uso del muestreo intencional en investigaciones organizacionales con poblaciones pequeñas y especializadas. El muestreo intencional es adecuado para esta investigación por las siguientes razones:

- **Población finita y pequeña:** El número total de colaboradores de Interagro que participan en los procesos de gestión del inventario ganadero y control de costos es limitado, lo que hace innecesario el uso de fórmulas de muestreo probabilístico para poblaciones grandes.
- **Conocimiento experto de los informantes:** Se requiere seleccionar participantes que posean conocimiento directo y relevante sobre los procesos operativos, administrativos y de toma de decisiones de la empresa.
- **Propósito del estudio:** Al tratarse de una investigación descriptiva y propositiva, se busca obtener información detallada y en profundidad de actores clave, más que generalizar estadísticamente los resultados a una población amplia.

3.3.4 Muestra

La muestra se define como un censo de los colaboradores directamente involucrados en la gestión del inventario ganadero, el control de costos y la toma de decisiones, trabajando con la totalidad de sujetos que cumplen los criterios de inclusión. Se organiza en dos grupos:

un grupo A de 2–3 directivos y gerentes que participan en entrevistas semiestructuradas y un grupo B de 8–15 colaboradores administrativos, operativos y técnicos que responden encuestas, complementados con una muestra documental de registros de inventario, producción y costos recientes para contrastar las percepciones con los datos registrados. La muestra se estructura en dos grupos según el instrumento a aplicar:

Tabla 12 La muestra se estructura en dos grupos según el instrumento a aplicar

Grupo	Perfil	Instrumento	Cantidad estimada
Grupo A	Personal directivo y gerencial.	Entrevista semiestructurada	2–3 personas
Grupo B	Personal administrativo, operativo y técnico.	Cuestionario estructurado (encuesta)	8–15 personas

Nota: Elaboración propia.

La muestra se justifica porque Interagro es una empresa agroindustrial con pocos colaboradores, pero con conocimiento especializado, por lo que incluir a todos los actores relevantes asegura una representatividad informativa y enriquece la profundidad de los datos obtenidos.

3.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Los criterios de inclusión y exclusión delimitan con precisión los participantes y unidades de análisis que formarán parte del estudio, garantizando la pertinencia y calidad de la información recolectada. A continuación, se presenta la tabla comparativa:

Tabla 13 Criterios de inclusión y exclusión.

Criterio	Inclusión	Exclusión
Estado laboral	Personal que labore activamente en INTERAGRO al momento de la recolección de datos	Personal en período de prueba, licencia, incapacidad o ausencia temporal
Participación en procesos	Colaboradores que participen directamente en: registro de inventario ganadero, control de producción (leche/carne), registro de costos, control sanitario/veterinario, toma de decisiones gerenciales	Colaboradores cuyas funciones NO estén relacionadas directamente con inventario ganadero, control de costos o toma de decisiones (ej: seguridad, aseo, transporte externo)

Criterio	Inclusión	Exclusión
Antigüedad	Personal con mínimo 6 meses de antigüedad en la empresa	-Personal que NO tengan mínimo 6 meses de antigüedad en la empresa
Documentos y registros	Documentos internos del último año de operación con información sobre inventario, costos, producción o trazabilidad	Documentos incompletos, ilegibles o que no correspondan al período definido
Consentimiento	Colaboradores que manifiesten consentimiento informado para participar	Personal que NO otorgue consentimiento informado

Nota: Elaboración propia.

La delimitación establecida responde a los principios de pertinencia y representatividad en estudios organizacionales (Sampieri, 2015). Los criterios aseguran que solo se incluyan actores con conocimiento directo de los procesos críticos y documentos con información relevante y actualizada para el diseño del sistema ERP, maximizando así la validez del diagnóstico.

3.5 HIPÓTESIS

Dado el alcance exploratorio-descriptivo-propositivo de la investigación, la formulación de hipótesis tiene un carácter condicional y propositivo. Estas hipótesis se plantean como predicciones teóricas que orientan el diseño del sistema ERP y que deberán ser empíricamente validadas una vez implementado el sistema propuesto. (Hernández & Sampieri, 2024) señalan que, en estudios propositivos, las hipótesis pueden servir como guías conceptuales para la formulación de soluciones tecnológicas, sin requerir su verificación estadística durante la fase de diseño.

3.5.1 Hipótesis general (H1)

Si se implementa un sistema de información ERP diseñado específicamente para la gestión integral del inventario ganadero y control de costos en Agroindustria Internacional (INTERAGRO), entonces se producirá una mejora significativa en la eficiencia operativa, precisión de la información y calidad de la toma de decisiones gerenciales.

H1 (condicional): La implementación del sistema ERP propuesto mejorará significativamente la gestión integral del inventario ganadero y el control de costos operativos en INTERAGRO.

H0 (nula): La implementación del sistema ERP propuesto no producirá mejora significativa en la gestión del inventario ganadero ni en el control de costos operativos en INTERAGRO.

3.5.2 Hipótesis específicas

H1a: Si se implementa el sistema ERP con módulos de trazabilidad individual del ganado, entonces se reducirá la frecuencia de errores en el registro de inventario ganadero en al menos un 70% en comparación con los registros manuales actuales.

H1b: Si se implementa el sistema ERP con módulo integrado de control de costos, entonces se mejorará la precisión en el cálculo de costos operativos por animal en al menos un 80% en comparación con los registros actuales dispersos.

H1c: Si se implementa el sistema ERP con reportes gerenciales automatizados, entonces se reducirá el tiempo de generación de información para la toma de decisiones de días a horas.

3.5.3 Operacionalización y medición de las hipótesis específicas

H1a — Reducción de errores en el registro de inventario ganadero (70%)

Unidad de medida: Tasa de error por registro, expresada en **número de errores por cada 100 registros ganaderos** (identificación, peso, ubicación, eventos sanitarios/productivos).

Cómo se determina el 70%:

Línea base (pre-ERP): se cuenta el número de inconsistencias detectadas en una muestra de registros del cuaderno de campo/hojas de cálculo actuales (ejemplo: animales duplicados, fechas de nacimiento faltantes, pesos sin registrar, discrepancias entre potrero real y registrado) durante un periodo de 3 meses.

1. Fórmula: Tasa de error = $(N.^{\circ} \text{ de registros con inconsistencia} \div N.^{\circ} \text{ total de registros auditados}) \times 100$.
2. Post-ERP: se repite el mismo cálculo tras la implementación, sobre una muestra equivalente.

3. Reducción = $((\text{Tasa de error inicial} - \text{Tasa de error final}) \div \text{Tasa de error inicial}) \times 100$. El 70% es la meta de disminución de esa tasa.

Instrumento: Ficha de auditoría de calidad de datos (muestreo aleatorio mensual de registros en el sistema vs. verificación física en campo).

H1b — Precisión en el cálculo de costos operativos por animal (80%)

Unidad de medida: Margen de error en lempiras (L) entre el costo por animal calculado manualmente y el costo por animal real (validado contablemente), expresado como **porcentaje de desviación (%)**.

Cómo se determina el 80%:

1. Línea base: se compara el costo por animal reportado actualmente (estimado, agregado) contra el costo real reconstruido con datos contables auditados de un lote de animales muestra. Ejemplo: costo estimado L 3,200 vs. costo real L 4,100 $\rightarrow$ desviación = 22%.
2. Fórmula de desviación: $\text{Desviación (\%)} = |\text{Costo estimado} - \text{Costo real}| \div \text{Costo real} \times 100$.
3. Post-ERP: el sistema calcula el costo por animal de forma automática y trazable (prorrateando alimentación, veterinaria, mano de obra, mantenimiento); se vuelve a comparar contra el costo real contable.
4. Mejora en precisión = $((\text{Desviación inicial} - \text{Desviación final}) \div \text{Desviación inicial}) \times 100$. La meta es que esa mejora alcance el 80%, es decir, que el margen de error se reduzca del 22% inicial a aproximadamente 4-5%.

Instrumento: Comparación de reportes financieros mensuales del ERP contra estados de costos verificados por contabilidad (auditoría cruzada).

H1c — Tiempo de generación de información gerencial (de días a horas)

Unidad de medida: **Tiempo transcurrido en horas**, medido desde que se solicita un reporte gerencial hasta que está disponible para la toma de decisiones.

Cómo se determina la reducción:

Línea base: se cronometra el tiempo real que tarda hoy la generación manual de un reporte tipo (ejemplo: estado de resultados ganadero, costo por litro de leche), desde la recolección de datos dispersos hasta la entrega al gerente.

1. Actualmente esto toma en promedio **X días** (se debe registrar el dato exacto, por ejemplo 3 a 5 días según lo declarado por el Gerente de Operaciones en la Tabla 27).
2. Post-ERP: se mide el tiempo que tarda el sistema en generar el mismo reporte de forma automática (consulta + exportación a PDF/Excel), esperando un resultado en **minutos u horas** (ejemplo: menos de 2 horas).
3. Fórmula: Reducción de tiempo (%) = $((\text{Tiempo inicial en horas} - \text{Tiempo final en horas}) \div \text{Tiempo inicial en horas}) \times 100$.

Instrumento: Registro de tiempos (bitácora de solicitud–entrega) antes y después de la implementación, validado por el Gerente Administrativo.

Resumen de unidades de medida por hipótesis

Tabla 14 unidades de medida por hipótesis

Hipótesis	Variable medida	Unidad de medida	Fórmula de cálculo
H1a	Errores de registro de inventario	Errores por cada 100 registros (%)	$(\text{Registros con error} \div \text{Total registros}) \times 100$
H1b	Precisión del costo por animal	Desviación porcentual en lempiras (%)	$ \text{Costo estimado} - \text{Costo real} \div \text{Costo real} \times 100$
H1c	Tiempo de generación de reportes	Horas (h)	$\text{Tiempo inicial (h)} - \text{Tiempo final (h)}$

Nota: Elaboración propia.

Con esta base metodológica, cada hipótesis queda sustentada con una unidad de medida verificable, una fórmula de cálculo y un instrumento de recolección de datos, lo cual responde directamente a la observación del catedrático de que la medición debe ser clara y con un plazo definido para su verificación.

(Hernández & Sampieri, 2024) señalan que, en investigaciones de métodos mixtos, las hipótesis cuantitativas se complementan con preguntas de investigación cualitativas, de modo que los resultados numéricos puedan interpretarse a la luz de la información contextual obtenida mediante técnicas cualitativas. Bajo esta perspectiva, la hipótesis planteada en este estudio funciona como marco de referencia para evaluar en qué medida la integración de la información mediante un sistema ERP puede contribuir a mejorar la gestión del inventario ganadero y de los costos en Interagro, articulando el componente cuantitativo con el análisis cualitativo de los procesos organizacionales.

3.6 ESQUEMA DE VARIABLES

Las variables del estudio se derivan directamente de los objetivos específicos formulados en el Capítulo I, de las preguntas de investigación y de las teorías de sustento presentadas en el Capítulo II. (Hernández & Sampieri, 2024) señalan que las variables de una investigación deben guardar correspondencia lógica con los objetivos planteados, de tal manera que cada variable represente un aspecto medible u observable que contribuya a responder las preguntas del estudio. A continuación, se presenta el esquema que relaciona cada objetivo específico con su variable correspondiente y lo que se busca medir.

Ilustración de variables de estudio.

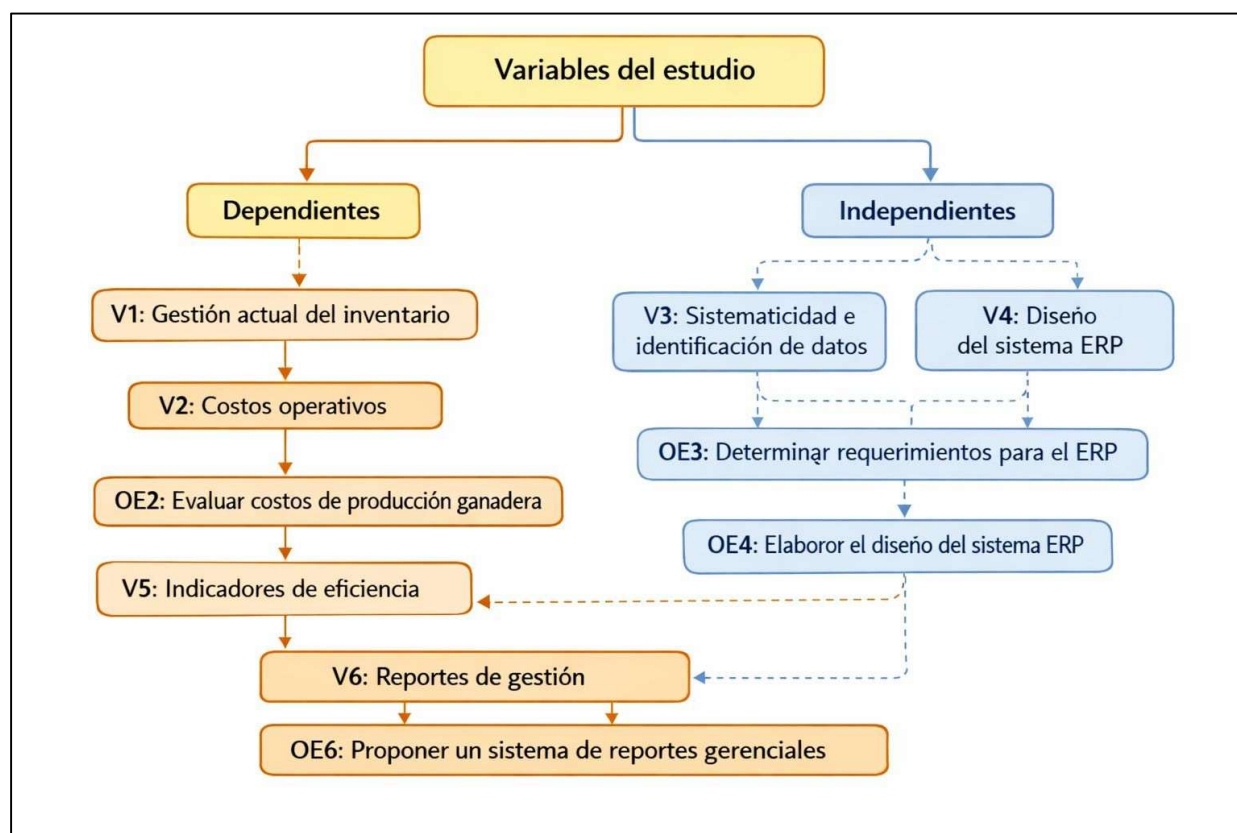


Figura 10 Variables de estudio

Nota: Elaboración propia.

Tabla 15 alineación: Objetivos - Variables - Qué se mide

Objetivo específico	Variable asociada	Tipo	Qué se busca medir
OE1. Analizar la gestión actual del inventario ganadero,	V1: Gestión actual del inventario ganadero	Dependiente	Procedimientos, formatos y nivel de sistematización de los registros de identificación individual,

Objetivo específico	Variable asociada	Tipo	Qué se busca medir
trazabilidad y registros sanitarios			trazabilidad, historial sanitario y movimientos del ganado
OE2. Identificar limitaciones en el control de costos operativos (alimentación, mano de obra, veterinarios, combustibles, mantenimiento)	V2: Control de costos operativos	Dependiente	Tipo de registros de costos existentes, nivel de desglose por rubro, frecuencia de registro, principales dificultades y brechas en el control de costos
OE3. Determinar requerimientos de información productiva, sanitaria y financiera para el control del ganado de doble propósito	V3: Requerimientos de información del sistema ERP	Independiente (diseño)	Variables a registrar (peso, producción de leche, eventos reproductivos, costos por animal), campos de datos necesarios y priorización de funcionalidades
OE4. Identificar herramientas metodológicas, técnicas y recursos tecnológicos para el diseño del sistema ERP	V4: Herramientas y recursos para el diseño del ERP	Independiente (diseño)	Técnicas de levantamiento de información, arquitectura tecnológica, plataforma, módulos de trazabilidad individual y control de costos por unidad de producción
OE5. Analizar indicadores económicos y productivos requeridos (costo por animal, costo por litro de leche, margen de contribución, punto de equilibrio)	V5: Indicadores de eficiencia productiva y económica	Dependiente	Forma de cálculo, utilidad para evaluar rentabilidad, productividad y control de costos; tipo de indicadores (KPI) requeridos por la gerencia
OE6. Analizar necesidades de información gerencial para definir reportes sobre costos, producción,	V6: Información gerencial y reportes para la toma de decisiones	Dependiente	Contenido, periodicidad, nivel de detalle y responsables de los reportes gerenciales; calidad y oportunidad de la información disponible

Objetivo específico	Variable asociada	Tipo	Qué se busca medir
reproducción y rentabilidad			

Nota: Elaboración propia.

3.6.1 Variables dependientes:

V1 – Gestión actual del inventario ganadero: Conjunto de procesos, procedimientos y registros utilizados actualmente en Interagro para la identificación, seguimiento, control y documentación del hato ganadero en sus dimensiones productiva, sanitaria, reproductiva y de movimientos.

V2 – Control de costos operativos: Procedimientos, registros y análisis empleados para monitorear, cuantificar y evaluar los costos asociados a la operación ganadera, incluyendo alimentación, mano de obra, productos veterinarios, combustibles y mantenimiento.

V5 – Indicadores de eficiencia productiva y económica: Métricas cuantitativas que permiten evaluar el desempeño del negocio ganadero, tales como costo por animal, costo por litro de leche, costo por kilogramo de carne, margen de contribución y punto de equilibrio.

V6 – Información gerencial y reportes: Conjunto de informes estructurados que la gerencia requiere para tomar decisiones sobre costos, producción, reproducción y rentabilidad del hato ganadero.

3.6.2 Variables independientes:

V3 – Requerimientos de información del sistema ERP: Especificaciones funcionales que debe incorporar el sistema de información propuesto para responder a las necesidades de gestión identificadas en el diagnóstico.

V4 – Herramientas y recursos para el diseño del ERP: Metodologías, técnicas de levantamiento de información y recursos tecnológicos necesarios para construir la propuesta del sistema, incluyendo la trazabilidad individual del animal y el control de costos por unidad de producción.

3.6.3 Relación entre las variables

El esquema lógico de las variables sigue un **flujo diagnóstico - propositivo**:

- **Fase de diagnóstico** (V1, V2, V5, V6): Se analiza la situación actual de Interagro para identificar cómo se gestionan los registros ganaderos, cuáles son las limitaciones en el control de costos, qué indicadores son necesarios y qué reportes requiere la gerencia.
- **Fase propositiva** (V3, V4): Con base en los hallazgos del diagnóstico, se determinan los requerimientos de información y las herramientas necesarias para diseñar el sistema ERP.
- **Resultado:** La propuesta del sistema ERP integra las seis variables, articulando el diagnóstico con la solución tecnológica.

3.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

La operacionalización de variables constituye el proceso mediante el cual los conceptos teóricos se transforman en elementos medibles y observables, definiendo para cada variable su definición teórica, definición operativa, dimensiones, indicadores, campos de ejemplo e instrumentos de recolección (Hernández & Sampieri, 2024). A continuación, se presenta la operacionalización de las seis variables del estudio, alineadas directamente con los objetivos específicos formulados en el Capítulo I.

3.7.1 V1 – Gestión actual del inventario ganadero (OE1)

Definición teórica: Conjunto de procesos, procedimientos y registros utilizados para la identificación, seguimiento, control y documentación del hato ganadero en sus dimensiones productiva, sanitaria, reproductiva y de movimientos (FAO tecnologías digitales, 2019); (Laudon & Laudon, 2020).

Definición operativa: Se mide a través de la descripción del estado actual de los registros de inventario ganadero en Interagro, evaluando su existencia, nivel de actualización, formato utilizado y cobertura de información por animal.

Tabla 16 Gestión actual del inventario ganadero

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Identificación y registro individual	Existencia y actualización de fichas individuales por animal	Nominal (Sí/No/Parcial)	ID del animal, nombre/número, raza, sexo, fecha de nacimiento, color, marca/hierro, código SINART	Cuestionario, Entrevista, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Frecuencias (%), Análisis de contenido
Trazabilidad productiva	Registro de eventos productivos por animal	Ordinal (Likert 1-5 frecuencia), Ratio (kg, litros)	Peso (Lbs), producción de leche (litros/vaca/día), ganancia de peso diaria, fecha de pesaje, lote/potrero asignado	Cuestionario, Entrevista	Primaria	Media Likert, Estadística descriptiva (promedio, desviación)
Control sanitario y veterinario	Registro de historial sanitario por animal	Ratio (n° eventos/animal), Nominal (tipo)	Vacunaciones (tipo, fecha, dosis), desparasitaciones, tratamientos veterinarios, diagnósticos, medicamento, costo	Cuestionario, Entrevista, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Promedio eventos/animal, Análisis de contenido temático
Reproducción	Registro de eventos reproductivos	Nominal (tipo evento), Ratio (intervalo días)	Fecha monta/IA, tipo (natural/IA), toro/semen utilizado, diagnóstico preñez, fecha de parto, cría ID, intervalo entre partos	Cuestionario, Entrevista	Primaria	Frecuencias (%), Promedio intervalo entre partos

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Movimientos del ganado	Registro de traslados, entradas y salidas	Nominal (tipo movimiento), Ratio (frecuencia)	Fecha movimiento, origen (potrero/finca), destino, motivo (traslado, venta, muerte, compra), GUIASA	Cuestionario, Entrevista, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Frecuencias por tipo movimiento (%)
Cobertura del sistema actual	% del hato con registros completos	Ratio (%)	N° animales con ficha completa / Total animales $\times$ 100	Análisis documental	Secundaria	Porcentaje de cobertura
Eficiencia de búsqueda	Tiempo promedio para localizar información de un animal	Ratio (minutos)	Tiempo promedio (min) para recuperar historial completo de un animal	Observación, Entrevista	Primaria	Promedio, Desviación estándar

Nota: Elaboración propia con base en instrumentos aplicados en Interagro (2026).

3.7.2 V2 – Control de costos operativos (OE2)

Definición teórica: Conjunto de procedimientos, registros y análisis orientados a monitorear, cuantificar y evaluar los costos asociados a la operación ganadera de doble propósito, incluyendo costos directos e indirectos por rubro y por unidad productiva (Agroinformática, 2019); (PRONAGRO, 2022).

Definición operativa: Se mide identificando los tipos de registro de costos existentes en Interagro, su frecuencia de actualización, nivel de desglose y las principales dificultades para su control.

Tabla 17 Control de costos operativos

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Costos de alimentación	Tipo de registro y desglose de gastos de alimentación	Nominal (tipo alimento), Ratio (L., Lbs)	Tipo alimento (pasto, ensilaje, concentrado, sales, heno), cantidad (Lbs/sacos), costo unitario (L.), costo total, lote destinatario	Cuestionario, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Estadística descriptiva (suma, promedio)
Costos de mano de obra	Registro de costos de personal operativo	Ratio (L., horas)	Nombre/cargo empleado, salario mensual, horas trabajadas, área asignada (finca/potrero), prestaciones, costo por jornal	Cuestionario, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Promedio costo/jornal, Suma mensual

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Costos veterinarios y sanitarios	Registro de gastos en sanidad animal	Ratio (L., unidades)	Producto veterinario, cantidad utilizada, costo unitario, costo total, animal/lote tratado, fecha aplicación	Cuestionario, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Suma por rubro, Promedio mensual
Costos de mantenimiento e infraestructura	Registro de gastos en mantenimiento y combustibles	Ratio (L.), Nominal (tipo)	Tipo mantenimiento (cercas, corrales, maquinaria, vehículos), descripción, costo de materiales, costo mano obra, litros de combustible, costo/litro	Cuestionario, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Suma por categoría, Frecuencias (%)
Costos de reproducción	Registro de gastos reproductivos	Ratio (L.)	Tipo servicio (IA, monta natural), costo semen/pajilla, costo servicio veterinario, insumos utilizados	Cuestionario, Entrevista	Primaria	Suma mensual, Costo promedio/servicio
Costos no registrados	% estimado de costos operativos no documentados	Ratio (%)	Estimación % costos incurridos sin registro formal (basado en percepción gerencial y muestras documentales)	Entrevista, Análisis documental	Primaria	Estimación porcentual
Precisión de estimaciones	Desviación entre costos estimados y reales	Ratio (%), Ordinal (nivel precisión)	Comparación entre costos proyectados vs. ejecutados, margen de error promedio	Análisis documental	Secundaria	Desviación estándar, % error

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Frecuencia de actualización	Periodicidad de registro de costos	Ordinal (Diario/Semanal/Mensual/Irregular)	Frecuencia con que se actualizan registros de costos por cada rubro	Cuestionario	Primaria	Frecuencias (%), Moda

Nota: Elaboración propia con base en instrumentos aplicados en Interagro (2026).

3.7.3 V3 – Requerimientos de información del sistema ERP (OE3).

Definición teórica: Especificaciones funcionales que debe incorporar el sistema de información propuesto para responder a las necesidades de registro y sistematización de la información productiva, sanitaria y financiera del ganado de doble propósito (Laudon & Laudon, 2020); (OBrien & Marakas, 2016).

Definición operativa: Se mide determinando las variables, campos de datos y funcionalidades que los usuarios identifican como necesarios para un control eficiente del ganado en Interagro.

Tabla 18 Requerimientos de información del sistema ERP

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Módulo de inventario ganadero	Variables a registrar por animal	Nominal (categorías)	ID, raza, sexo, edad, categoría (ternero, novillo, vaca producción, toro, vaca seca), estado (activo, vendido, muerto), ubicación, foto	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Análisis de contenido, Frecuencia menciones

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Módulo de producción	Variables productivas a registrar	Ratio (litros, Lbs, días)	Litros leche/vaca/día, peso vivo (Lbs), ganancia diaria peso, producción acumulada lactancia, días en leche, etapa fisiológica	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Análisis de contenido temático
Módulo de sanidad	Variables sanitarias a registrar	Nominal (tipo evento), Ratio (dosis)	Calendario vacunación, historial tratamientos, productos aplicados, dosis, período retiro, estado sanitario, alerta vencimientos	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Análisis de contenido, Categorización
Módulo de costos	Variables financieras a registrar	Ratio (L.), Nominal (rubro)	Centro costo (potrero, lote, etapa), rubro (alimentación, mano obra, veterinario, combustible, mantenimiento), monto, fecha, unidad medida, conversión UAB	Entrevista, Cuestionario, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Análisis de contenido, Categorización
Integración de datos	Nivel de centralización requerido	Ordinal (Likert nivel importancia)	Interoperabilidad entre módulos, acceso multiusuario, sincronización fincas, disponibilidad offline/online, BD centralizado	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Media Likert, Análisis interpretativo
Priorización de módulos	Orden de prioridad de funcionalidades del ERP	Ordinal (Likert 1-5 prioridad)	Nivel de prioridad asignado por usuarios a cada módulo (inventario, costos, producción, sanidad, reportes)	Cuestionario	Primaria	Media Likert, Ranking ponderado

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Requerimientos no funcionales	Necesidades de conectividad y accesibilidad	Nominal (Sí/No), Ordinal (nivel importancia)	Requerimiento offline, sincronización automática, acceso móvil, tiempo respuesta < 3 seg, respaldo automático	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Frecuencias (%), Media Likert importancia

Nota: Elaboración propia

3.7.4 V4 – Herramientas y recursos para el diseño del ERP (OE4)

Definición teórica: Metodologías, técnicas de levantamiento de información y recursos tecnológicos necesarios para diseñar la propuesta de sistema ERP que integre la trazabilidad individual del animal y el control de costos por unidad de producción (Laudon & Laudon, 2020); (Congreso Argentino de Agroinformática, 2020).

Definición operativa: Se mide identificando y seleccionando las herramientas metodológicas y tecnológicas más adecuadas para el diseño del sistema, según las necesidades de Interagro.

Tabla 19 Herramientas y recursos para el diseño del ERP

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Técnicas de levantamiento de requerimientos	Tipo y pertinencia de técnicas seleccionadas	Nominal (tipo técnica), Ordinal (pertinencia)	Entrevistas semiestructuradas, cuestionarios, observación directa, análisis documental de registros actuales	Revisión bibliográfica, Validación con expertos	Secundaria	Análisis documental, Matriz comparativa
Herramientas de modelado y diseño	Tipo de diagramas y modelos utilizados	Nominal (tipo herramienta)	Diagramas flujo procesos (BPMN), casos de uso (UML),	Revisión bibliográfica,	Secundaria	Análisis documental,

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
			entidad-relación (E-R), prototipos interfaces usuario	Análisis documental		Comparación estándares
Arquitectura tecnológica	Especificaciones de plataforma propuesta	Nominal (tipo tecnología)	Tipo plataforma (web, escritorio, móvil), BD (relacional), lenguaje programación, requisitos hardware, conectividad (online/offline)	Entrevista, Revisión bibliográfica	Primaria, Secundaria	Análisis de contenido, Matriz de decisión
Documentación de requerimientos	Matrices de especificación funcional y no funcional	Nominal (tipo requerimiento)	Req. funcionales por módulo (inventario, costos, producción, sanidad, reportes), Req. no funcionales (seguridad, rendimiento, usabilidad, escalabilidad)	Matriz de requerimientos	Primaria	Matriz de requerimientos, Análisis contenido
Tiempo de diseño estimado	Duración estimada fase levantamiento y diseño	Ratio (semanas/meses)	Tiempo estimado para completar levantamiento requerimientos, modelado y especificación técnica del ERP	Revisión bibliográfica, Entrevista expertos	Secundaria	Estimación temporal basada en literatura
Herramientas descartadas	Metodologías/tecnologías evaluadas, pero no seleccionadas	Nominal (tipo herramienta)	Herramientas consideradas pero descartadas con justificación (ej. Waterfall vs. SDLC, SaaS puro vs. híbrido)	Revisión bibliográfica	Secundaria	Matriz comparativa, Análisis crítico

Nota: Elaboración propia

3.7.5 V5 – Indicadores de eficiencia productiva y económica (OE5)

Definición teórica: Métricas cuantitativas que permiten evaluar el desempeño del negocio ganadero, definiendo su forma de cálculo y su utilidad para evaluar rentabilidad, productividad y control de costos (Agroinformática, 2019); (PRONAGRO, 2022).

Definición operativa: Se mide determinando cuáles indicadores requiere la gerencia de Interagro, su fórmula de cálculo, periodicidad y utilidad para la toma de decisiones.

Tabla 20 Indicadores de eficiencia productiva y económica

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Indicadores de costos por unidad	Costo unitario por animal y por producto	Ratio (L.)	Costo/animal = Total costos / N° animales; Costo/litro leche = Costos producción lechera / Litros producidos; Costo/Lbs carne = Costos engorde / Lbs producidos	Cuestionario, Entrevista, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Cálculo fórmulas, Comparación benchmarks
Indicadores de rentabilidad	Márgenes económicos del negocio ganadero	Ratio (L., %)	Margen contribución = Ingresos – Costos variables; Margen bruto = Ingresos ventas – Costos directos; Utilidad neta/hectárea = (Ingresos – Costos totales) / N° hectáreas	Cuestionario, Entrevista, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Cálculo fórmulas, Análisis financiero
Indicadores de eficiencia productiva	Rendimiento por unidad productiva	Ratio (litros, Lbs, %)	Producción leche/vaca/día (litros); Ganancia peso diaria (Lbs/día); Producción/hectárea/año (litros o Lbs); Tasa natalidad (%) = Crías nacidas / Vacas expuestas × 100	Cuestionario, Entrevista	Primaria	Promedio, Desviación, Comparación sectorial
Indicadores de punto de equilibrio	Volumen mínimo para cubrir costos	Ratio (litros, animales)	Punto equilibrio (litros) = Costos fijos / (Precio/litro – Costo variable/litro); Punto equilibrio (animales) = Costos fijos / (Precio/animal – Costo variable/animal)	Entrevista, Análisis documental	Primaria, Secundaria	Cálculo fórmulas, Análisis sensibilidad
Precisión actual de indicadores	Nivel de exactitud cálculo KPI con métodos actuales	Ordinal (Alta/Media/Baja), Ratio (% error)	Margen de error estimado en cálculo actual de costo/litro, costo/animal, margen bruto (±% desviación)	Entrevista gerencial	Primaria	Estimación % error, Análisis interpretativo
Indicadores no calculados	KPI requeridos, pero no disponibles actualmente	Nominal (tipo indicador)	Indicadores identificados como necesarios pero que no se calculan por falta de datos (ej.	Entrevista	Primaria	Análisis de contenido,

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
			costo/UAB, ROI por lote, eficiencia alimenticia)			Frecuencia menciones
Benchmarks sectoriales	Comparación con estándares ganadería doble propósito	Ratio (valor benchmark)	Valores promedio sector: leche/vaca/día (6-10 L), costo/litro (L. 8-12), ganancia peso/día (0.5-0.8 Lbs), tasa natalidad (70-85%)	Revisión bibliográfica	Secundaria	Comparación con literatura sectorial

Nota: Elaboración propia

3.7.6 V6 – Reportes gerenciales para decisiones (OE6)

Definición teórica: Conjunto de informes estructurados que la gerencia requiere para tomar decisiones estratégicas sobre costos, producción, reproducción y rentabilidad del hato ganadero, definiendo su contenido, periodicidad, nivel de detalle y responsables (Laudon & Laudon, 2020).

Definición operativa: Se mide identificando los tipos de reportes que la gerencia de Interagro necesita, su contenido, frecuencia de generación y formato deseado.

Tabla 21 Información gerencial y reportes para la toma de decisiones

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
Reportes de producción	Tipo, contenido y periodicidad de reportes productivos	Nominal (tipo reporte), Ordinal (periodicidad)	Reporte diario producción leche (litros/vaca, lote, total finca); Reporte mensual pesaje (peso/animal, ganancia acumulada); Reporte producción acumulada/lactancia	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Análisis de contenido, Frecuencias (%)
Reportes de costos	Tipo, contenido y periodicidad de reportes de costos	Nominal (tipo reporte), Ordinal (periodicidad)	Reporte mensual costos por rubro (alimentación, mano obra, veterinario, mantenimiento);	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Análisis de contenido, Frecuencias (%)

Dimensión	Indicador	Escala de medición	Campos de ejemplo	Instrumento	Fuente de datos	Técnica de análisis
			Costo/animal; Costo/litro leche; Comparativo por período			
Reportes de reproducción	Tipo, contenido y periodicidad de reportes reproductivos	Nominal (tipo reporte), Ordinal (periodicidad)	Reporte vacas servidas/preñadas; Intervalo entre partos; Tasa preñez; Proyección partos; Reporte crías nacidas por período	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Análisis de contenido, Frecuencias (%)
Reportes de rentabilidad y KPI	Tipo, contenido y periodicidad de reportes gerenciales	Nominal (tipo reporte), Ordinal (periodicidad)	Dashboard KPI principales (margen bruto, punto equilibrio, costo/litro, producción/hectárea); Reporte trimestral/semestral rentabilidad; Análisis comparativo fincas/lotés	Entrevista, Cuestionario	Primaria	Análisis de contenido, Media Likert importancia
Calidad de la información	Percepción sobre oportunidad y confiabilidad datos actuales	Ordinal (Likert 1-5)	Nivel satisfacción información actual (escala 1-5); Tiempo promedio generar reporte; Principal obstáculo para obtener información confiable	Cuestionario, Entrevista	Primaria	Media Likert, Desviación, Análisis interpretativo
Tiempo de generación reportes	Duración actual proceso generación de reportes gerenciales	Ratio (horas/días)	Tiempo promedio requerido para consolidar y generar reporte mensual de costos, producción y rentabilidad	Entrevista	Primaria	Promedio, Comparación con meta (reducción a horas)
Reportes faltantes	Informes identificados como necesarios, pero no disponibles	Nominal (tipo reporte)	Reportes requeridos, pero no generados actualmente (ej. análisis rentabilidad por animal, proyección flujo caja ganadero, alertas sanitarias)	Entrevista	Primaria	Análisis de contenido, Frecuencia menciones

Nota: Elaboración propia

Justificación metodológica. La inclusión de campos de ejemplo en cada tabla de operacionalización cumple una función fundamental: concretar exactamente qué datos serán recolectados y qué información deberá gestionar el sistema ERP propuesto. Estos campos se derivan directamente de la problemática documentada en el Capítulo I (registros manuales de identificación individual, historial veterinario, control de peso, producción de leche, costos de alimentación y gastos operativos) y de las herramientas metodológicas descritas en el Capítulo II (centros de costos biológicos, conversión a UAB, indicadores bioeconómicos, módulos funcionales del ERP). Esta correspondencia garantiza la trazabilidad completa entre el problema - los objetivos - las variables - los indicadores - los campos de datos - los instrumentos de recolección.

3.8 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PLAN DE ANÁLISIS

La recolección y análisis de datos de la presente investigación se organiza en torno a tres técnicas principales, seleccionadas conforme al enfoque mixto adoptado. Cada técnica se presenta de manera integrada con su instrumento, procedimiento de aplicación y método de análisis correspondiente, a fin de garantizar la coherencia y trazabilidad metodológica del estudio. Previo a la aplicación de cualquier instrumento, se desarrollará una fase de preparación que comprende: (a) el diseño y validación de todos los instrumentos, (b) la solicitud formal de autorización a la gerencia de Interagro para realizar el estudio, y (c) la identificación de los participantes que cumplen los criterios de inclusión establecidos en la sección 3.4.

3.8.1 Técnica 1: Encuesta

Descripción de la técnica. La encuesta constituye la técnica cuantitativa principal de esta investigación. Permite recolectar información estructurada y estandarizada del personal administrativo, operativo y técnico de Interagro (Grupo B), facilitando la medición de variables relacionadas con la gestión del inventario ganadero, el control de costos, las necesidades de información y las percepciones sobre el sistema ERP propuesto. (Hernández & Sampieri, 2024) señalan que la encuesta es el instrumento más utilizado para recolectar datos cuantitativos en investigaciones de alcance descriptivo, ya que permite obtener información de manera sistemática y comparable entre los sujetos de estudio.

Instrumento: Cuestionario estructurado. Ver Anexo 1

A continuación, se presenta el diseño completo del cuestionario estructurado en dos formatos complementarios: primero, la Tabla 21 con la relación de ítems por sección y tipo de respuesta (vista de resumen); segundo, el diseño físico formal del instrumento con su encabezado institucional, instrucciones al participante y todas las preguntas con sus opciones de respuesta listas para ser aplicadas al Grupo B de la muestra. El instrumento está compuesto por preguntas cerradas organizadas según las dimensiones de las variables del estudio (V1 a V6), e incluye:

Tabla 22 Cuestionario estructurado

Tipo de pregunta	Descripción	Ejemplo de uso
Escala Likert (5 puntos)	Mide nivel de acuerdo, frecuencia o satisfacción (1 = Totalmente en desacuerdo / Nunca → 5 = Totalmente de acuerdo / Siempre)	"La información del inventario ganadero se actualiza de forma oportuna"
Opción múltiple	Permite seleccionar una o varias opciones de una lista predefinida	"¿Qué rubros de costos registra actualmente? Alimentación, Mano de obra, Veterinarios, Combustible, Mantenimiento"
Dicotómicas (Sí/No)	Identifica presencia o ausencia de un proceso o registro	"¿Existe un registro individual por cada animal del hato? Sí / No"
Preguntas abiertas (sección complementaria)	Captura información cualitativa adicional no prevista en las opciones cerradas	"¿Qué otra información considera necesaria para mejorar el control del ganado?"

Nota: Elaboración propia

Validación y confiabilidad. El cuestionario será sometido a validación de contenido, a cargo de un pequeño grupo de personas con experiencia en metodología, sistemas de información y gestión ganadera, quienes revisarán cada ítem para valorar su claridad, pertinencia y suficiencia respecto a las variables del estudio. Con base en sus observaciones se ajustarán o eliminarán las preguntas que lo requieran. Además, se realizará una validación de apariencia mediante una prueba piloto con algunos colaboradores de características similares a la población objetivo, con el fin de verificar que el lenguaje, las instrucciones y las opciones de respuesta sean comprensibles. La confiabilidad interna del cuestionario se evaluará mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, considerando un valor ≥ 0.70 como aceptable para estudios de tipo exploratorio-descriptivo. (Hernández & Sampieri, 2024).

Procedimiento de aplicación.

El procedimiento de aplicación del cuestionario es específico a esta técnica y se desarrolla de la siguiente manera:

1. Se contacta al personal del Grupo B (administrativo, operativo y técnico) que cumple los criterios de inclusión establecidos en la sección 3.4.
2. Se entrega el cuestionario de forma presencial en las instalaciones de Interagro. Si las condiciones geográficas lo requieren (personal en zonas rurales de Olancho), se habilitará una versión digital mediante Google Forms o Microsoft Forms.
3. Se brinda una explicación breve sobre el propósito del estudio y se recoge el consentimiento informado por escrito, garantizando la confidencialidad de las respuestas.
4. El tiempo estimado de respuesta es de 20 a 30 minutos por participante.
5. Una vez recibido, se verifica de forma inmediata que el cuestionario esté completamente respondido y se resuelven dudas antes de que el participante se retire.

Plan de análisis de los datos de la encuesta.

Los datos obtenidos mediante el cuestionario serán analizados siguiendo el siguiente procedimiento, exclusivo para esta técnica:

1. Tabulación y codificación de las respuestas en una base de datos utilizando software estadístico (SPSS, Excel o equivalente).
2. Cálculo de estadísticos descriptivos: frecuencias absolutas y relativas, medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, rango).
3. Elaboración de tablas de frecuencias y gráficos (barras, circulares, histogramas) para representar visualmente los resultados por variable y dimensión.
4. Si se incluye el componente correlacional (hipótesis TAM): cálculo del coeficiente de correlación de Spearman (para muestras pequeñas con datos ordinales) o de Pearson (si los datos cumplen supuestos de normalidad), con nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

3.8.2 Técnica 2: Entrevista semiestructurada

Descripción de la técnica. La entrevista semiestructurada constituye la técnica cualitativa principal del estudio. Permite obtener información en profundidad de los informantes clave personal directivo y gerencial de Interagro (Grupo A) sobre los procesos actuales de gestión, las limitaciones operativas, las expectativas respecto al sistema de información y la visión estratégica de la empresa. (Hernández & Sampieri, 2024) indican que las entrevistas semiestructuradas combinan preguntas predefinidas con la flexibilidad necesaria para explorar temas emergentes, lo que las convierte en una herramienta idónea para comprender fenómenos organizacionales complejos desde la perspectiva de sus actores.

Instrumento: Guía de entrevista semiestructurada. Ver Anexo 2

A continuación, se presenta el diseño completo de la guía de entrevista en dos formatos complementarios: primero, la Tabla 22 con la relación de ejes temáticos, preguntas orientadoras y preguntas de profundización (vista de resumen del V1); segundo, el diseño físico formal de la guía con su encabezado institucional, instrucciones para el entrevistador y guion de presentación al informante.

El instrumento se organiza por ejes temáticos alineados con las variables del estudio:

Tabla 23 Guía de entrevista semiestructurada

Eje temático	Preguntas orientadoras (ejemplos)	Variable asociada
Gestión actual del inventario	"¿Cómo se lleva actualmente el registro de cada animal?"; "¿Qué información se registra y con qué frecuencia?"	V1
Limitaciones en costos	"¿Cuáles son las principales dificultades para controlar los costos operativos?"; "¿Qué rubros son más difíciles de cuantificar?"	V2
Requerimientos de información	"¿Qué datos le gustaría tener disponibles de forma inmediata sobre el hato?"; "¿Qué funcionalidades esperaría de un sistema de información?"	V3
Herramientas y recursos tecnológicos	"¿Qué herramientas tecnológicas utilizan actualmente?"; "¿Qué limitaciones de infraestructura percibe?"	V4
Indicadores requeridos	"¿Qué indicadores utiliza actualmente para evaluar la rentabilidad?"; "¿Cómo calcula el costo por animal o por litro de leche?"	V5
Reportes y toma de decisiones	"¿Qué tipo de reportes genera actualmente?"; "¿Con qué frecuencia necesita información consolidada para decidir?"	V6

Nota: Elaboración propia

La guía permite al entrevistador formular preguntas adicionales de profundización según las respuestas del informante, manteniendo la flexibilidad propia de la técnica cualitativa.

Procedimiento de aplicación.

El procedimiento de aplicación de la entrevista es específico a esta técnica cualitativa y difiere del cuestionario en su forma de contacto, duración y registro:

1. Se coordina con la gerencia de Interagro la agenda de entrevistas con el personal directivo (Grupo A: 2–3 personas), con un mínimo de tres días de anticipación para garantizar disponibilidad.
2. Las entrevistas se realizan de forma presencial en las instalaciones de la empresa o en las fincas, según la disponibilidad del entrevistado, en un espacio tranquilo y sin interrupciones.
3. Previo al inicio, se explica el propósito del estudio siguiendo el guion de presentación incluido en la guía, y se solicita la firma del consentimiento informado con autorización para la grabación en audio.
4. Cada entrevista tiene una duración estimada de 45 a 60 minutos. El entrevistador toma notas de campo complementarias durante y después de cada sesión.
5. Al finalizar, se agradece la participación y se informa al entrevistado sobre los siguientes pasos del estudio.

Plan de análisis de los datos de las entrevistas.

El análisis de los datos cualitativos obtenidos en las entrevistas sigue un procedimiento específico, diferente al análisis estadístico del cuestionario:

1. Transcripción literal de las grabaciones de audio dentro de los tres días posteriores a cada entrevista, para preservar la fidelidad de las respuestas.
2. Análisis de contenido temático: codificación de las respuestas en categorías y subcategorías emergentes, agrupadas según las dimensiones de las variables del estudio (V1 a V6).
3. Identificación de patrones, tendencias, coincidencias y divergencias entre informantes, con especial atención a factores de resistencia al cambio (sección 1.2.7) y necesidades no contempladas en el cuestionario.

4. Elaboración de matrices de análisis cualitativo por eje temático e informante, integrando citas textuales representativas que sustenten los hallazgos del diagnóstico.

3.8.3 Técnica 3: Análisis documental

Descripción de la técnica. El análisis documental es una técnica complementaria que permite revisar y analizar los registros internos, documentos y formatos de control existentes en Interagro, con el propósito de diagnosticar el nivel de sistematización actual de la información productiva, sanitaria y financiera. A diferencia del cuestionario (datos cuantitativos del personal) y la entrevista (datos cualitativos de directivos), el análisis documental aporta evidencia objetiva y verificable, independiente de las percepciones de los participantes, a partir de los propios documentos de la empresa (Hernández & Sampieri, 2024). Esta técnica permite identificar las brechas reales entre los datos que se registran actualmente y los que requiere el sistema ERP propuesto.

Instrumento: Ficha de análisis documental. Ver Anexo 3

A continuación, se presenta el diseño del instrumento en dos formatos complementarios: primero, la Tabla 23 con los campos de la ficha, su descripción e instrucción de llenado y criterios de evaluación (vista de referencia del investigador del V1); segundo, el diseño físico formal de la ficha con su encabezado institucional y todos los campos listos para ser completados por el investigador durante la revisión de documentos en Interagro.

El instrumento permite registrar de manera sistemática la información obtenida de cada documento revisado:

Tabla 24 Ficha de análisis documental

Campo de la ficha	Descripción	Ejemplo
Código del documento	Identificador asignado por el investigador	DOC-001, DOC-002
Tipo de documento	Clasificación del registro	Registro de inventario, formato de costos, registro veterinario, reporte contable

Campo de la ficha	Descripción	Ejemplo
Período que cubre	Fechas de inicio y fin del documento	Enero 2025 – diciembre 2025
Formato	Tipo de soporte del documento	Físico (cuaderno/hoja), Excel, Word, otro digital
Variables que contiene	Datos registrados en el documento	ID del animal, peso, producción de leche, costos de alimentación
Nivel de completitud	Evaluación de la integridad del registro	Completo / Parcial / Incompleto
Observaciones	Hallazgos relevantes, inconsistencias, o datos faltantes	"No incluye costo unitario por producto veterinario"

Nota: Elaboración propia

Procedimiento de aplicación.

El procedimiento de aplicación del análisis documental es exclusivo de esta técnica y difiere del cuestionario y la entrevista en que el investigador trabaja directamente con los registros de la empresa, no con personas:

1. Se solicita formalmente a la gerencia de Interagro el acceso a los registros internos del último año de operación (enero 2025 – marzo 2026), conforme a los criterios de inclusión de la sección 3.4, mediante carta de solicitud con descripción del propósito académico.
2. Se clasifican los documentos por tipo: registros de inventario, registros de costos, formatos de producción, registros sanitarios y reportes contables.
3. Se completa una ficha de análisis documental para cada documento o grupo de documentos revisado, registrando los campos existentes, brechas identificadas y observaciones pertinentes.
4. Se elabora un inventario comparativo de los campos que actualmente se registran versus los que requiere el ERP según las variables del estudio (brechas de información).
5. Se documenta mediante fotografía o escaneo digital los formatos de registro más representativos, previa autorización escrita de la empresa.

Plan de análisis de los datos documentales.

El análisis de los datos documentales seguirá un procedimiento específico, orientado a obtener evidencia objetiva sobre la gestión del inventario ganadero, los costos operativos y la trazabilidad en Interagro. El instrumento de ficha de análisis documental permitirá registrar de manera sistemática la información obtenida de cada documento revisado. Posteriormente, los resultados derivados del análisis documental se integrarán con la información obtenida a partir de las encuestas y entrevistas, mediante un proceso de triangulación metodológica.

Esta triangulación se desarrollará y presentará en el Capítulo IV, donde se mostrarán los hallazgos de cada técnica y su articulación en un diagnóstico integral de la situación actual de Interagro.

El análisis de los datos documentales seguirá un procedimiento específico, diferente al del cuestionario y la entrevista, orientado a obtener evidencia objetiva:

Construcción de una matriz comparativa entre los campos de datos actualmente registrados y los campos requeridos según la operacionalización de variables (sección 3.7), identificando brechas por dimensión y por variable.

Evaluación del nivel de sistematización actual: proporción de registros digitales vs. físicos, frecuencia de actualización, consistencia de los datos y nivel de completitud por tipo de documento.

Integración posterior de los resultados del análisis documental como evidencia objetiva para contrastar con las percepciones reportadas en encuestas y entrevistas, fortaleciendo la triangulación metodológica que se expone en el Capítulo IV.

3.8.4 Integración y triangulación de datos

Una vez recolectados y analizados los datos de las tres técnicas, se procederá a la fase de integración mediante triangulación metodológica (Creswell, John, & Plano, 2018)

Comparación y complementación de los resultados cuantitativos (encuesta), cualitativos (entrevistas) y documentales (fichas) para construir un diagnóstico integral de la situación actual de Interagro.

Elaboración de la matriz de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema ERP, derivada de la integración de las tres fuentes de datos. Esta matriz documentará de forma estructurada las funcionalidades requeridas y las especificaciones de calidad, seguridad y desempeño esperadas del sistema.

Formulación de la propuesta técnica del sistema ERP, articulando los hallazgos con las teorías de sustento (Laudon & Laudon, 2020), el Modelo de Aceptación Tecnológica (Davis, 1989) y el Modelo de Gestión del Cambio de Kotter (Kotter, 2024), así como con las metodologías analizadas en el Capítulo II.

La siguiente tabla resume la articulación completa:

Tabla 25 Articulación completa de Integración y triangulación de datos

Técnica	Instrumento	Aplicado a	Tipo de datos	Método de análisis
Encuesta	Cuestionario estructurado	Personal administrativo, operativo y técnico (Grupo B)	Cuantitativo	Estadísticos descriptivos; correlación (opcional)
Entrevista semiestructurada	Guía de entrevista	Personal directivo y gerencial (Grupo A)	Cualitativo	Análisis de contenido temático
Análisis documental	Ficha de análisis documental	Registros internos de Interagro	Mixto	Matriz comparativa de brechas de información
Integración	Matriz de requerimientos funcionales y no funcionales	Resultado de las tres técnicas anteriores	Integrado	Triangulación metodológica

Nota: Elaboración propia

La Tabla 24 describe el diseño de la integración de técnicas e instrumentos, especificando cómo se relacionarán los datos cuantitativos, cualitativos y documentales con cada objetivo específico. Los resultados de la aplicación de este esquema de triangulación no se presentan en este capítulo metodológico, sino en el Capítulo IV, donde se muestran y analizan los hallazgos obtenidos.

3.9 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.9.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias corresponden a la información obtenida directamente en la empresa Agroindustria Internacional (Interagro) y constituyen la base empírica del estudio. Incluyen los datos recolectados mediante cuestionarios aplicados al personal administrativo y operativo, así como las opiniones y valoraciones obtenidas a través de entrevistas semiestructuradas con directivos y responsables de las áreas clave de la organización. También se consideran como fuentes primarias los registros internos más recientes de inventario ganadero, producción y costos operativos, que permiten contrastar las percepciones de los actores con la información efectivamente documentada en la empresa y

facilitan el diagnóstico de la situación actual de la gestión del inventario y del control de costos.

3.9.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias comprenden la información publicada previamente que sustenta el marco teórico y la fundamentación metodológica de la investigación. En primer lugar, se incluyen libros especializados en metodología de la investigación que orientan el diseño del estudio, la definición del enfoque mixto y la selección del diseño no experimental y las técnicas de muestreo, así como textos sobre planteamiento de problemas, hipótesis y operacionalización de variables. También se consideran obras sobre sistemas de información y sistemas ERP que aportan los marcos conceptuales para entender la integración de datos productivos, sanitarios y financieros en organizaciones agroindustriales. Asimismo, se utilizan documentos oficiales y normativos vinculados con la política agroalimentaria, la trazabilidad ganadera y los requisitos regulatorios que deben cumplir las empresas del sector, junto con publicaciones de organismos internacionales que abordan la transformación digital, la sostenibilidad y la modernización de la ganadería. Finalmente, se revisan artículos científicos, tesis y publicaciones especializadas relacionadas con ERP agropecuario, gestión ganadera, trazabilidad e indicadores de costos pecuarios, que permiten contextualizar la propuesta de sistema ERP en experiencias y evidencias empíricas recientes.

3.10 Matriz Metodológica.

La siguiente matriz sintetiza la relación entre las preguntas de investigación, los objetivos, las variables, las dimensiones, los indicadores y los instrumentos de recolección de datos, proporcionando una visión integral de la articulación metodológica del estudio

Tabla 26 Matriz Metodológica

Pregunta de Investigación	Objetivo Específico	Enfoque	Variable	Dimensiones	Indicadores Clave	Instrumento
¿Cómo se gestiona actualmente la información del inventario ganadero, trazabilidad y registros sanitarios?	OE1: Analizar la gestión actual de la información del inventario ganadero, trazabilidad y registros sanitarios	Mixto Cuantitativo: medición de frecuencia y existencia de registros. Cualitativo: comprensión de procedimientos y percepciones.	V1: Gestión del inventario ganadero	Identificación y registro individual; trazabilidad productiva; control sanitario; movimientos del ganado	Existencia de registros individuales; frecuencia de actualización; tipos de eventos registrados; formato de registro (físico/digital)	Cuestionario estructurado, entrevista semiestructurada, ficha de análisis documental
¿Cuáles son las principales limitaciones en el control de costos operativos?	OE2: Identificar las principales limitaciones y dificultades en el control de costos operativos	Mixto Cuantitativo: frecuencia de registro, nivel de desglose. Cualitativo: percepción de dificultades y limitaciones.	V2: Control de costos operativos	Costos de alimentación; mano de obra; veterinarios; mantenimiento y combustibles; reproducción	Tipo y formato de registros de costos; frecuencia de registro; nivel de desglose por rubro; principales dificultades identificadas	Cuestionario estructurado, entrevista semiestructurada, ficha de análisis documental
¿Qué información productiva, sanitaria y financiera se requiere registrar y sistematizar?	OE3: Determinar los requerimientos de información productiva, sanitaria y financiera	Mixto Cuantitativo: priorización de funcionalidades (escala Likert). Cualitativo: exploración de necesidades específicas.	V3: Requerimientos de información del sistema ERP	Módulos funcionales; campos de datos necesarios; integración de datos	Variables a registrar por módulo; priorización de funcionalidades; nivel de integración requerido	Cuestionario estructurado, entrevista semiestructurada
¿Cómo la falta de integración de información afecta la toma de decisiones?	OE4: Identificar y seleccionar herramientas metodológicas, técnicas y recursos	Cualitativo (predominante) Cualitativo: exploración de percepción sobre impacto en decisiones y selección de herramientas.	V4: Herramientas y recursos para el diseño del ERP	Disponibilidad de información; reportes gerenciales; calidad de decisiones; herramientas tecnológicas	Percepción de oportunidad y confiabilidad de datos; tipo y frecuencia de reportes; herramientas identificadas	Entrevista semiestructurada, cuestionario estructurado

Pregunta de Investigación	Objetivo Específico	Enfoque	Variable	Dimensiones	Indicadores Clave	Instrumento
	tecnológicos para el diseño del ERP					
¿Qué funcionalidades debe incorporar el sistema ERP?	OE5: Analizar los indicadores económicos y productivos requeridos	Cuantitativo (predominante) Cuantitativo: definición de fórmulas de cálculo e indicadores numéricos. Cualitativo: validación de utilidad percibida.	V5: Indicadores de eficiencia productiva y económica	Indicadores de costos por unidad; indicadores de rentabilidad; indicadores de eficiencia productiva; punto de equilibrio	Costo por animal; costo por litro de leche; margen de contribución; punto de equilibrio; tasa de natalidad	Cuestionario estructurado, entrevista semiestructurada, ficha de análisis documental
¿Qué reportes gerenciales son necesarios para la toma de decisiones?	OE6: Analizar las necesidades de información gerencial para definir reportes	Mixto Cuantitativo: frecuencia y periodicidad de reportes. Cualitativo: contenido, nivel de detalle y utilidad percibida.	V6: Información gerencial y reportes para la toma de decisiones	Reportes de producción; reportes de costos; reportes de reproducción; reportes de rentabilidad y KPI; calidad de la información	Tipos de reportes requeridos; variables incluidas; frecuencia de generación; contenido y nivel de detalle; responsables	Entrevista semiestructurada, cuestionario estructurado

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presentan los resultados del trabajo de campo realizado en Agroindustria Internacional (Interagro), derivados de la aplicación combinada de análisis documental, entrevista semiestructurada y cuestionario estructurado a directivos. Primero se describe el proceso actual de gestión de la información ganadera y de control de costos; posteriormente se expone la recolección y análisis de datos organizados según los objetivos específicos del estudio, diferenciando los hallazgos cuantitativos y cualitativos. Finalmente, se discuten los principales resultados en función de la literatura y se sintetizan los elementos que fundamentan la propuesta de sistema de información ERP para Interagro.

MATRIZ DE OBJETIVOS, VARIABLES E INSTRUMENTOS				
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	Objetivo 1 Diagnosticar la situación actual de la gestión de inventario y trazabilidad en el sistema ganadero de Interagro.	Objetivo 2 Analizar el control de costos operativos en los procesos productivos y administrativos de Interagro.	Objetivo 3 Determinar los requerimientos de información y las variables clave que debe gestionar el sistema ERP.	Objetivo 4-6 Definir los indicadores económicos y los reportes gerenciales para la toma de decisiones en Interagro.
 Ficha de análisis documental	✓	✓	✓	✓
 Entrevista semiestructurada	✓	✓	✓	✓
 Cuestionario estructurado a directivos	—	✓	✓	✓
 Observación y notas de campo	✓	✓	—	—
 Revisión de registros internos	✓	✓	✓	✓
 Aplica al objetivo  No aplica al objetivo				

Figura 11 Matriz de Objetivos, variables e instrumentos.

En la Figura 11 se presenta la matriz de objetivos, variables e instrumentos, que sintetiza la articulación metodológica entre los objetivos específicos del estudio, las variables operacionales y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

4.1 PROCESO ACTUAL

El proceso actual de gestión de la información ganadera en Interagro se caracteriza por el uso combinado de registros físicos en cuadernos de campo, hojas de cálculo y archivos digitales dispersos, que concentran datos de identificación de los animales, eventos productivos y registros sanitarios. Esta información es recopilada principalmente por el

personal operativo en las fincas y posteriormente transcrita en la oficina, lo que genera demoras, duplicidad de esfuerzos y riesgo de errores de transcripción.

En materia de costos operativos, la empresa registra rubros clave como alimentación, mano de obra directa, medicamentos veterinarios, mantenimiento de instalaciones y combustibles, aunque estos datos se almacenan en formatos contables y administrativos independientes de los registros zootécnicos. Como resultado, la dirección dispone de información fragmentada que dificulta calcular con precisión el costo por animal y la rentabilidad de los diferentes componentes del sistema productivo.

Este contexto evidencia la necesidad de contar con un sistema de información integrado que permita unificar la trazabilidad individual del hato, los costos por unidad de producción y los indicadores gerenciales, de manera que los datos operativos y económicos se encuentren disponibles de forma oportuna para la toma de decisiones estratégicas.

Con base en la información recopilada mediante la ficha de análisis documental DOC-PROD-001 y las entrevistas realizadas, en la Figura 12 se presenta el diagrama de flujo AS-IS del proceso actual de gestión del inventario ganadero y del control de costos en Interagro. Esta representación permite visualizar de forma integrada la secuencia Registro en campo → Transcripción → Consolidación → Toma de decisiones, así como los puntos donde se generan reprocesos, retrasos y riesgos de error derivados del uso de registros manuales y herramientas no integradas.

Diagrama de flujo del proceso actual

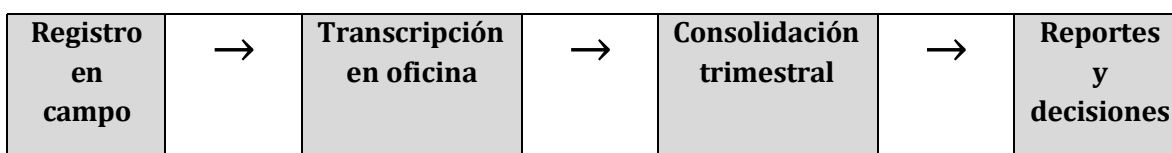


Figura 12 Diagrama de flujo del proceso actual

Complementariamente, en la Figura 13 se presenta el mapa del proceso actual, en el que se identifican las principales actividades, actores y documentos involucrados desde el registro de datos en campo hasta la consolidación trimestral de información para la toma de decisiones. Este mapa evidencia la dependencia de soportes físicos y planillas dispersas, la ausencia de un repositorio único de datos y la débil trazabilidad entre los registros productivos y los registros contables, aspectos que serán abordados en el diseño del sistema ERP propuesto.

Mapa de proceso SIPOC del proceso actual

Proveedores (Suppliers)	Entradas (Inputs)	Proceso	Salidas (Outputs)	Clientes (Customers)
Personal de campo, proveedores de insumos, veterinarios externos	Registros en tarjeta/cuaderno, guías de movimiento, facturas de insumos	1) Registrar datos en campo 2) Transcribir en oficina (Excel/hojas) 3) Consolidar trimestralmente 4) Elaborar reportes para gerencia	Inventario consolidado, reportes de costos, reportes productivos y sanitarios	Gerencia general, área financiera/contable, administradores de finca

Figura 13 Mapa de proceso SIPOC del proceso actual

4.2 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

La recolección de datos se organizó en función de los objetivos específicos de la investigación, utilizando como instrumentos una ficha de análisis documental de registros internos, una entrevista semiestructurada a un informante clave de nivel gerencial y un cuestionario estructurado aplicado a tres directivos. Para cada objetivo se distinguen los resultados cuantitativos, basados principalmente en las respuestas del cuestionario y en los resúmenes numéricos obtenidos de los documentos, y los resultados cualitativos, derivados del análisis interpretativo de la entrevista y de las observaciones sobre la calidad y completitud de los registros.

4.2.1 Objetivo 1 – Gestión de inventario y trazabilidad

Desde el enfoque cuantitativo, las respuestas al cuestionario aplicado a los tres directivos indican que existe un registro individual para cada animal del hato, actualizado principalmente de forma trimestral y soportado en cuadernos físicos, hojas de cálculo y fotografías digitalizadas. Las gráficas elaboradas a partir de la encuesta muestran una coincidencia del cien por ciento en la afirmación sobre la existencia de dicho registro y en la percepción de necesidad de reportes sistemáticos de inventario del hato.

Desde el enfoque cualitativo, la entrevista y el análisis documental del “Control de Pesaje y Clínico Histórico” permiten identificar que, aunque se registran variables básicas

como número de arete, raza, sexo, peso y tratamientos veterinarios, existen brechas importantes en cuanto a fechas exactas de nacimiento, indicadores productivos derivados y vínculos con los costos. Asimismo, se observan problemas de completitud y consistencia de los datos, derivados de la doble digitación y de la ausencia de estandarización en los formatos.

Como complemento del análisis cualitativo, se aplicó la ficha de análisis documental al registro identificado como DOC-PROD-001, correspondiente a documentos de producción y control operativo utilizados en la Finca El Olancho. Esta revisión permitió identificar que la información se registra inicialmente en cuadernos físicos y posteriormente se transcribe a hojas de cálculo, con una actualización diaria en la producción de leche e irregular en variables como los pesajes, lo que indica la existencia de registros operativos, pero también la persistencia de procesos manuales, duplicidad de captura y brechas de información frente a los requerimientos del sistema ERP.

Asimismo, el análisis documental sugiere que, aunque el documento revisado contiene información útil para el seguimiento básico del hato, todavía presenta limitaciones para una trazabilidad integral por animal, debido a la ausencia de integración con los costos, a la falta de indicadores calculados automáticamente y a la carencia de varios campos relevantes para la gestión productiva, sanitaria y económica. En este sentido, la ficha documental no solo es coherente con los hallazgos obtenidos en la entrevista, sino que también aporta indicios concretos sobre la estructura, la frecuencia de actualización y la calidad de los registros actualmente utilizados en Interagro.

La Tabla 26 resume los principales hallazgos derivados de la ficha de análisis documental aplicada al registro DOC-PROD-001, utilizado en la Finca El Olancho como soporte de producción e inventario ganadero. En ella se identifica que se trata de un registro de producción con información de inventario y soporte sanitario, cuyo responsable es el encargado de ordeño, y que el período revisado abarca del 1 de enero de 2025 al 31 de marzo de 2026. Además, se evidencia que la actualización es diaria en el caso de la producción de leche, mientras que resulta irregular para los pesajes, y que el formato del soporte combina un cuaderno físico en campo con una hoja de cálculo a la cual se transcriben posteriormente los datos.

Tabla 27 Síntesis hallazgos ficha análisis documental DOC-PROD-001

Elemento analizado	Hallazgo principal
Código del documento	DOC-PROD-001.
Tipo de documento	Registro de producción con información de inventario ganadero y soporte sanitario.
Responsable	Encargado de ordeño de la Finca El Olanchano.
Período revisado	Del 01 de enero de 2025 al 31 de marzo de 2026.
Frecuencia de actualización	Diaria para producción de leche e irregular para pesajes.
Formato del soporte	Cuaderno físico y hoja de cálculo con transcripción posterior.
Aporte al diagnóstico	Permite identificar cómo se registra actualmente la información operativa del hato.
Limitaciones observadas	Persistencia de captura manual, duplicidad de registro, ausencia de integración con costos y falta de indicadores automáticos.
Brechas para el ERP	Se requieren campos adicionales y mayor estandarización para asegurar trazabilidad, análisis económico y generación de reportes.

Fuente: Elaboración propia con base en la ficha de análisis documental aplicada en Interagro.

Esta caracterización muestra que el documento constituye una fuente relevante para entender cómo se registra actualmente la información operativa del hato, aportando elementos útiles para el diagnóstico del sistema de información de Interagro. No obstante, la tabla pone en evidencia limitaciones importantes, entre las que destacan la persistencia de la captura manual, la duplicidad de registros entre el cuaderno y la hoja de cálculo, la ausencia de integración con los costos y la falta de indicadores automáticos derivados de los datos consignados. Asimismo, se señala que, de cara al diseño del ERP, se requieren campos adicionales y una mayor estandarización del formato para asegurar la trazabilidad individual de los animales, facilitar el análisis económico y permitir la generación de reportes gerenciales.

En conjunto, la síntesis presentada en la Tabla 26 permite concluir que el registro DOC-PROD-001 ofrece una base operativa valiosa para el seguimiento del hato, pero que su configuración actual no satisface los requerimientos de un sistema de información integrado orientado a la gestión productiva, sanitaria y financiera. La combinación de fortalezas y debilidades identificadas en el documento refuerza la necesidad de evolucionar hacia soportes digitales estructurados, con campos normalizados y mecanismos que reduzcan la doble digitación y los riesgos de error. De esta manera, los resultados de la tabla contribuyen al cumplimiento del primer objetivo específico, al describir la forma en que se registra hoy

la información ganadera y al justificar la pertinencia de un ERP que mejore la calidad y la articulación de los datos.

En la figura 14 se observa que el 100% de los directivos encuestados afirma que en Interagro existe un registro individual para cada animal del hato ganadero, sin registrarse respuestas negativas. Aunque los resultados reflejan unanimidad entre los directivos entrevistados, deben interpretarse considerando el tamaño reducido de la población analizada, compuesto únicamente por tres informantes clave. Este resultado muestra una coincidencia plena entre los participantes en cuanto a la presencia de un sistema de identificación por animal, soportado principalmente en cuadernos físicos, hojas de cálculo y archivos digitales. De esta manera, la gráfica evidencia que, al menos a nivel declarativo, la empresa dispone de información básica por individuo que sirve de base para la gestión del inventario y la trazabilidad.

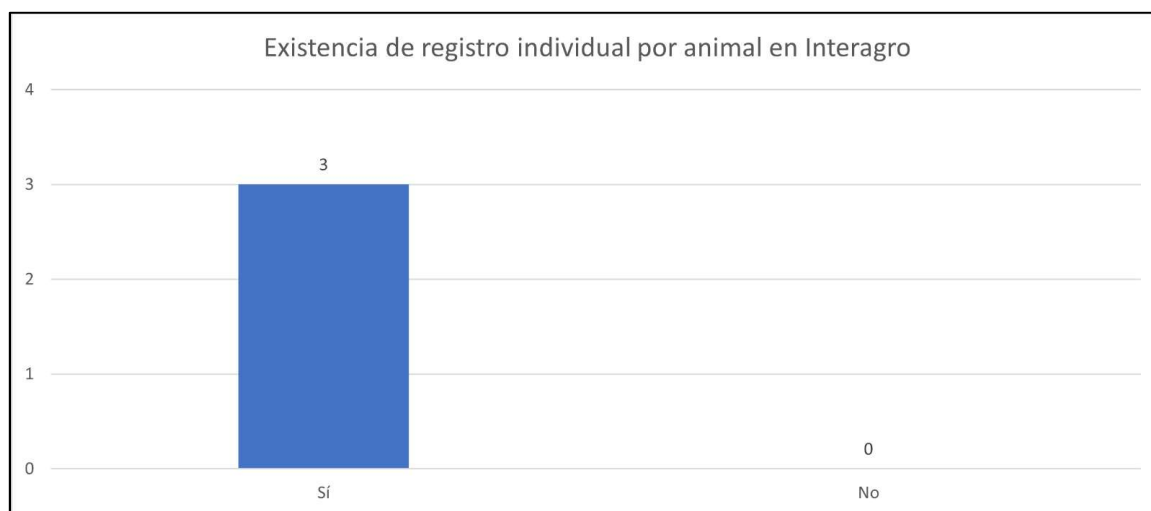


Figura 14 Existencia de registros individual por animal en interagro

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta a directivos de Interagro.

Este comportamiento de las respuestas revela que Interagro cuenta con una plataforma mínima de datos zootécnicos que puede ser organizada e integrada dentro del sistema ERP, especialmente en los módulos de inventario ganadero y trazabilidad individual. No obstante, los hallazgos cualitativos mostraron que dichos registros se encuentran dispersos, con problemas de completitud y consistencia derivados de la doble digitación y de la falta de estandarización en los formatos, lo que limita su aprovechamiento para el análisis

gerencial. En consecuencia, la información resumida en la figura pone de relieve la necesidad de pasar de registros manuales y fragmentados a un esquema automatizado que mejore la calidad, la disponibilidad y el acceso oportuno a los datos.

En conjunto, la evidencia empírica sintetizada en la Figura 14 permite identificar como hallazgo principal que la existencia de registros individuales constituye una fortaleza para la implementación del sistema ERP, al reducir las barreras de adopción de un esquema de trazabilidad digital. Al mismo tiempo, las debilidades asociadas a la forma de registro actual justifican la incorporación de mecanismos de estandarización y captura sistemática de información por animal. De esta forma, el resultado contribuye al cumplimiento del primer objetivo específico, al caracterizar la forma en que se gestiona el inventario ganadero y al sustentar la pertinencia de un sistema de información integrado.

En síntesis, la gestión actual del inventario ganadero, la trazabilidad de los animales y los registros sanitarios se analizó mediante la triangulación de los cuatro instrumentos definidos en la matriz de objetivos. El análisis documental del registro DOC-PROD-001 y de otros formatos internos permitió identificar la estructura de los documentos, la frecuencia de actualización, los campos registrados y las principales limitaciones para el seguimiento productivo y sanitario. La entrevista semiestructurada al Gerente de Operaciones complementó esta revisión al describir, desde la práctica cotidiana, cómo se capturan los datos en campo, quiénes son los responsables de cada etapa y qué dificultades enfrentan para consultar y aprovechar la información. La observación directa de las rutinas de ordeño y de llenado de cuadernos de campo permitió corroborar la secuencia real de los procedimientos, los momentos en que se realizan los registros y los puntos críticos en los que se generan errores o retrasos por la doble digitación. Finalmente, la revisión de registros históricos de pesajes, tratamientos y movimientos del hato permitió evaluar el grado de completitud, continuidad y consistencia de la información sanitaria, así como los vacíos existentes en fechas, causas de eventos y vínculos con los costos.

A partir de esta combinación de fuentes se concluye que la gestión actual se basa en registros físicos y hojas de cálculo no integradas, que ofrecen una trazabilidad parcial de los animales y de sus eventos sanitarios. Las principales características y procedimientos identificados son la existencia de un inventario individual básico, la actualización mayoritariamente trimestral, el uso de cuadernos de campo como soporte inicial y la

transcripción posterior a Excel sin controles automáticos de consistencia ni generación de indicadores derivados. Estas evidencias justifican la necesidad de un sistema ERP que estandarice y automatice los procesos de registro, mejore la calidad de los datos y fortalezca la trazabilidad integral del hato.

La Figura 15 muestra la periodicidad con la que los directivos reportan la actualización del inventario ganadero, evidenciando que los tres participantes indican una actualización de carácter trimestral. No se registran respuestas en las opciones de actualización diaria, semanal o mensual, por lo que la totalidad de los casos se concentra en el periodo de tres meses. Este patrón refleja una práctica de registro puntual y espaciada, en lugar de un seguimiento continuo de las altas, bajas y movimientos del hato.

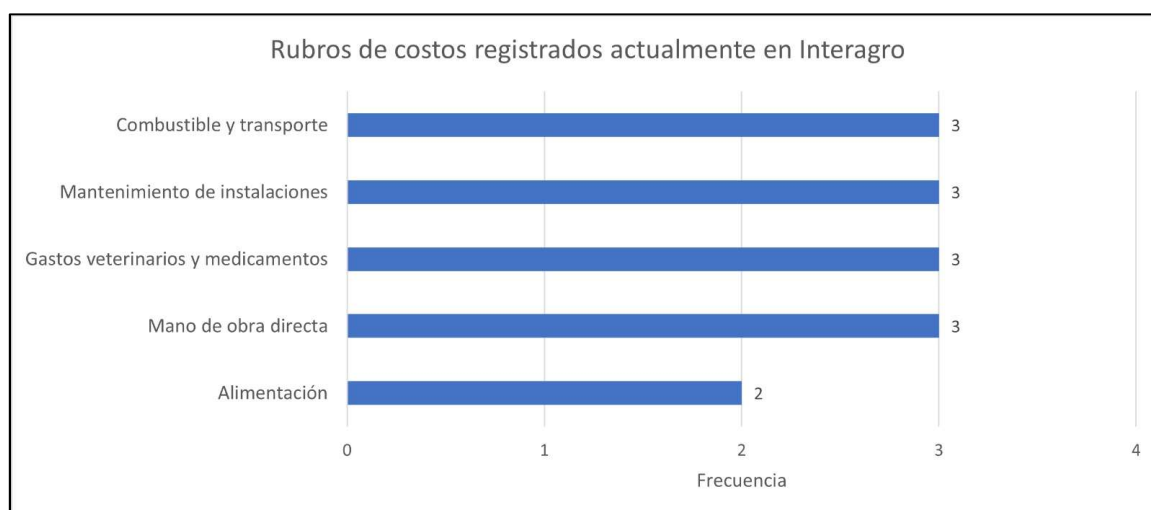


Figura 15 Frecuencia de actualización del inventario ganadero en Interagro.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta a directivos de Interagro.

Este resultado sugiere que la empresa no dispone de información de inventario en tiempo casi real, sino que consolida los datos en cortes temporales relativamente amplios, lo cual coincide con la dinámica de captura manual y la posterior transcripción a hojas de cálculo descrita en el análisis documental. La dependencia de cuadernos de campo y la existencia de retrasos de varios días entre el momento del registro y la disponibilidad de la información consolidada reducen la capacidad para monitorear oportunamente la evolución del hato y reaccionar ante cambios productivos o sanitarios. En términos de diseño del ERP, esta situación refuerza la necesidad de contar con herramientas que faciliten un registro más

frecuente y automatizado, preferiblemente mediante dispositivos en campo con capacidad de sincronización periódica.

A partir de lo anterior, la Figura 15 permite identificar como hallazgo que, si bien el inventario se actualiza de manera periódica, la frecuencia predominante resulta insuficiente para una gestión dinámica y preventiva del sistema productivo. La concentración en actualizaciones trimestrales limita el seguimiento detallado de movimientos y eventos críticos, lo que repercute en la oportunidad de la información para la toma de decisiones. Estos resultados apoyan la propuesta de que el sistema ERP incorpore funcionalidades que permitan reducir los intervalos de actualización y mejorar la trazabilidad temporal del inventario ganadero.

Desde la perspectiva de la teoría de Sistemas de Información, la existencia de registros individuales por animal constituye solo el nivel transaccional básico de captura de datos y no garantiza por sí misma la generación de información útil para la gestión. Para que estos datos se transformen en un verdadero activo estratégico, el sistema debe asegurar calidad, integridad, oportunidad y trazabilidad a lo largo de todo el ciclo de vida del animal, tal como lo plantean los modelos de gestión de inventarios y abastecimiento integrados a ERP.

En el caso de Interagro, los hallazgos muestran que la identificación individual del ganado se realiza principalmente mediante formatos manuales y hojas de cálculo aisladas, lo que impide consolidar de forma automática los movimientos, eventos sanitarios y productivos asociados a cada arete. Esta situación contrasta con los enfoques de trazabilidad ganadera propuestos en la literatura, que enfatizan la necesidad de contar con un sistema centralizado capaz de registrar, validar y consultar en tiempo real la historia de cada animal para cumplir tanto con requisitos sanitarios como con exigencias de mercado.

En términos de diseño del ERP, los resultados del Objetivo 1 justifican la definición de un módulo de inventario ganadero y trazabilidad que integre los registros de identificación, movimientos internos, pesajes, producción y tratamientos sanitarios en una sola base de datos relacional. De este modo, se avanza desde una gestión documental manual hacia un sistema de información estructurado que soporte decisiones sobre carga animal, rotación de potreros, selección genética y cumplimiento de normativas de trazabilidad nacional e internacional.

En síntesis, las deficiencias identificadas en la gestión actual del inventario ganadero tienen raíces tanto tecnológicas como organizacionales: predominio de registros manuales, dispersión de archivos en hojas de cálculo, ausencia de procedimientos estandarizados y falta de responsabilidades claras sobre la actualización de la información. Estas causas se traducen en un impacto económico indirecto, al incrementar el tiempo invertido en búsqueda y consolidación de datos, generar riesgo de errores en la identificación de animales y dificultar el control de pérdidas por mortalidad o venta no registrada. Desde una perspectiva estratégica, mantener este esquema fragmentado limita la posibilidad de cumplir con los requisitos de trazabilidad exigidos por el SINART y reduce la capacidad de Interagro para acceder en el futuro a mercados que exigen trazabilidad certificada y reportes digitales consolidados.

Estos resultados coinciden con la literatura sobre gestión de inventarios agropecuarios, que señala que la dependencia de registros manuales y archivos dispersos es uno de los principales factores que limita la trazabilidad y la eficiencia en sistemas ganaderos de pequeño y mediano tamaño. Estudios sobre optimización de inventarios y trazabilidad en el sector agropecuario muestran que la centralización de datos individuales por animal en plataformas integradas reduce errores, facilita el cumplimiento normativo y mejora la toma de decisiones productivas y sanitarias.

4.2.2 Objetivo 2 – Limitaciones en el control de costos operativos

Desde la perspectiva cuantitativa, las respuestas del cuestionario muestran que los tres directivos coinciden en que se registran de forma sistemática los principales rubros de costos operativos: alimentación, mano de obra directa, gastos veterinarios y medicamentos, mantenimiento de instalaciones, y combustibles y transporte, tal como se refleja en la gráfica de rubros de costos registrados. Sin embargo, cuando se les consulta si los registros actuales permiten conocer con precisión el costo total por animal y acceder con facilidad a información consolidada sobre los costos mensuales de operación, predominan respuestas de neutralidad y desacuerdo, evidenciando que, aunque la empresa anota los costos clave, estos no se integran aún en un sistema que facilite su análisis gerencial.

En el análisis cualitativo, tanto la entrevista como la ficha de análisis documental evidencian que la información de costos se encuentra dispersa en múltiples formatos y sistemas, sin un vínculo directo con los registros individuales de los animales, lo que obliga

a realizar cálculos ex post basados en estimaciones y experiencia del personal. El entrevistado señala que la empresa tiende a conocer sus costos operativos hasta el cierre de cada mes o trimestre, y que existen mermas difíciles de cuantificar, especialmente en medicamentos, debido a la falta de dosificación precisa y a la ausencia de integración entre los registros zootécnicos y contables.

Los hallazgos cualitativos permiten afirmar que el proceso actual de control de costos en Interagro es fragmentado, manual y dependiente de consolidaciones trimestrales, lo que genera retrasos y riesgo de errores de transcripción. Sin embargo, el estudio no cuantificó de manera exacta el número de horas invertidas en la consolidación de información, la frecuencia de errores detectados ni el retraso promedio entre la ocurrencia de un evento de campo y su registro contable definitivo. Esta ausencia de métricas temporales y de calidad de datos se reconoce como una limitación del diagnóstico, que deberá ser abordada en fases posteriores mediante el registro sistemático de tiempos de proceso e incidencias dentro del ERP.

No obstante, incluso sin esta cuantificación detallada, los resultados son consistentes con la literatura sobre costos de la calidad y gestión de inventarios, que señala que los procesos manuales, la duplicidad de registros y la baja visibilidad en tiempo real incrementan los costos por reprocesos, errores y decisiones tardías. En términos de Sistemas de Información, la falta de integración entre los registros de campo y la contabilidad central implica que la empresa opera con una visión parcial de sus costos biológicos y operativos, lo cual limita la capacidad de calcular indicadores como costo por animal, costo por litro de leche o costo por kilogramo en pie, fundamentales para la competitividad de sistemas ganaderos de doble propósito.

En conjunto, los resultados cuantitativos y cualitativos permiten cumplir el segundo objetivo específico al identificar las principales limitaciones en el control de costos operativos: dispersión de la información, falta de estandarización, ausencia de vinculación con el inventario ganadero y retrasos en la disponibilidad de datos. Estas debilidades sustentan la necesidad de que el sistema ERP propuesto incorpore un módulo de costos que consolide la información por rubro y por animal, con indicadores actualizados en tiempo casi real.

El análisis de estas limitaciones en el control de costos se realizó articulando nuevamente los cuatro instrumentos definidos en la matriz de objetivos. A nivel documental, la revisión del DOC-PROD-001 evidenció que el registro de producción no incluye campos específicos de costos, lo que obliga a buscar la información económica en facturas y otros soportes contables dispersos. La entrevista al Gerente de Operaciones permitió precisar que, en la práctica, los costos se registran de forma global en hojas de cálculo y libretas de gastos, sin asignación por animal ni por lote, y que el cálculo de indicadores como costo por litro o por animal se realiza de manera aproximada al final del mes o del trimestre. La observación de las rutinas administrativas confirmó que no existe un procedimiento estandarizado para vincular los consumos de alimentos, medicamentos y mano de obra con los animales registrados en los documentos productivos, y que la consolidación de costos demanda un esfuerzo manual considerable. La revisión de registros contables y de planillas de gastos corroboró, además, la ausencia de series históricas consolidadas que permitan analizar tendencias o comparar periodos.

Esta triangulación muestra que las debilidades en el control de costos no se explican únicamente por la falta de campos en los documentos, sino por la desconexión estructural entre los registros productivos, sanitarios y económicos. De este modo, las respuestas del cuestionario, la entrevista, la observación y la revisión de registros convergen en señalar la necesidad de un módulo de costos en el ERP que integre la información por rubro y por animal, y que genere de forma automática indicadores económicos para la toma de decisiones.

En la Figura 16 se presentan los rubros de costos operativos que los directivos declaran registrar de manera sistemática, destacándose la alimentación del ganado, la mano de obra directa, los gastos veterinarios y medicamentos, el mantenimiento de instalaciones y los combustibles y transporte. La gráfica evidencia coincidencia entre los tres encuestados en cuanto a la inclusión de estos conceptos dentro de los registros de la empresa. Este comportamiento indica que los principales componentes del gasto operativo del sistema ganadero son reconocidos y documentados en la práctica cotidiana.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta a directivos de Interagro.

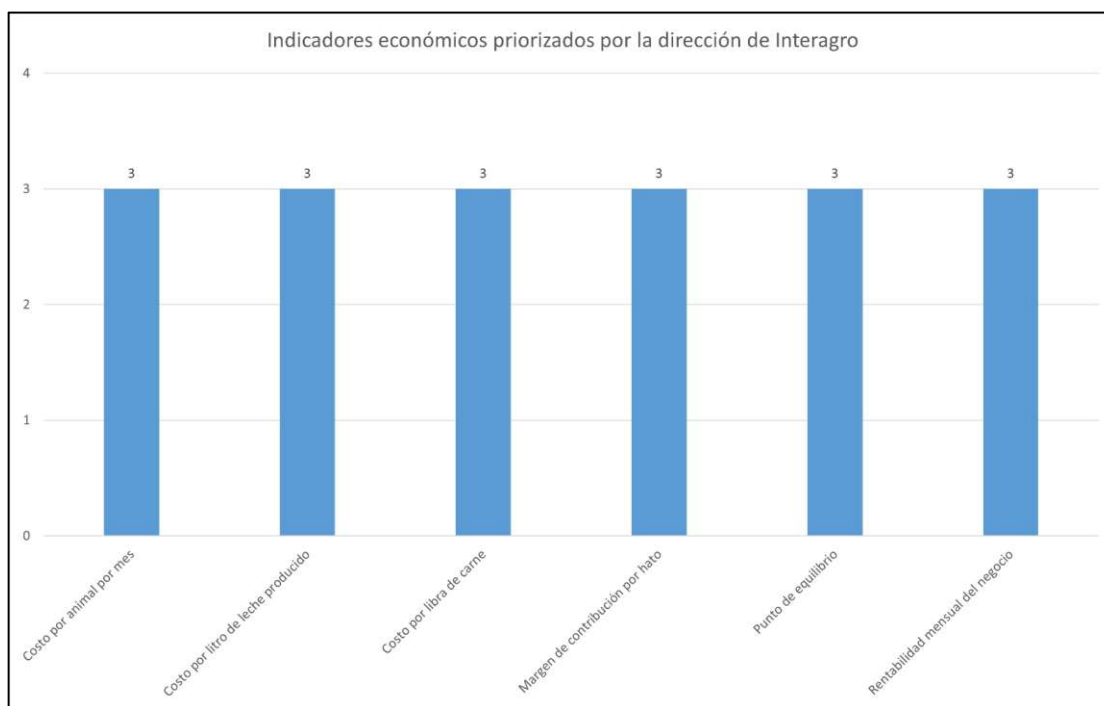


Figura 16 Rubros de costos registrados actualmente en Interagro.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta a directivos de Interagro.

Sin embargo, el análisis cualitativo realizado a partir de la entrevista y de la ficha de análisis documental muestra que dicha información de costos se encuentra dispersa en facturas, archivos contables y hojas de cálculo, sin un vínculo estructurado con los registros individuales de los animales ni con el documento de producción revisado. Esto implica que, aunque se conoce en qué se gasta, no se dispone de una cuantificación organizada que permita calcular con precisión el costo por animal, por litro de leche o por libra de carne. La gráfica, en combinación con estos hallazgos, refleja por tanto la coexistencia de una base de datos

contables y de una ausencia de integración con la información zootécnica, lo que limita su utilidad para el análisis gerencial.

En este sentido, la Figura 16 permite concluir que Interagro registra los rubros de costos más relevantes para la operación ganadera, pero lo hace de forma fragmentada y sin asignación por unidad productiva, lo que genera una situación de “ceguera financiera” respecto al desempeño económico del hato. Este hallazgo respalda la necesidad de que el sistema ERP incorpore un módulo de costos capaz de registrar y asignar gastos por animal, lote y periodo, y de generar indicadores como costo por litro y costo por animal. De esta forma, los resultados de la figura sustentan la propuesta de un sistema integrado que transforme los registros contables actuales en información económica accionable para la dirección.

En este sentido, el ERP SGG-Interagro se concibe como una respuesta directa a las limitaciones identificadas en el Objetivo 2, al proponer un módulo de costos biológicos y operativos que capture los consumos de insumos y las actividades de campo en el momento en que ocurren, los vincule automáticamente con los centros de costo y etapas fisiológicas del hato, y genere indicadores económicos estandarizados. De esta manera, la futura cuantificación de horas de consolidación, errores y retrasos podrá realizarse de forma automatizada, permitiendo medir con precisión el impacto de pasar del esquema manual actual a un modelo de gestión de costos soportado por un sistema de información integrado.

Más allá de la ausencia de métricas precisas, los hallazgos permiten identificar causas estructurales de las debilidades en el control de costos: separación entre registros de campo y contabilidad, concentración del conocimiento en pocas personas, uso predominante de plantillas genéricas de Excel y falta de centros de costo definidos por actividad y etapa fisiológica. Estas causas generan riesgos operativos concretos, como la imposibilidad de detectar a tiempo incrementos en el costo de alimentación, subestimación del impacto de enfermedades sobre los costos sanitarios y decisiones de inversión basadas en promedios globales poco representativos. A nivel estratégico, la empresa opera con una “ceguera financiera parcial”, pues conoce el resultado global trimestral, pero no cuenta con información desagregada por hato, lote o animal que permita comparar alternativas de manejo y priorizar inversiones de alto retorno.

De acuerdo con los trabajos sobre costos de la calidad y control de costos en producción pecuaria, la falta de integración entre los registros operativos y la contabilidad formal incrementa los costos por reprocesos, errores de asignación y decisiones tardías, especialmente en actividades intensivas en insumos como la ganadería de doble propósito.

Estos hallazgos de Interagro son consistentes con estudios que recomiendan la implementación de sistemas ERP agropecuarios para vincular datos de campo, inventario y contabilidad, de manera que los costos puedan analizarse por centro de costo, actividad y unidad productiva.

4.2.3 Objetivo 3 – Requerimientos de información del sistema ERP

Desde el enfoque cuantitativo, el cuestionario revela que los tres directivos consideran esencial registrar en el futuro sistema ERP un conjunto amplio de variables productivas y sanitarias: identificación y datos básicos del animal, control de peso periódico, producción diaria de leche, historial reproductivo (servicios y partos), historial veterinario y tratamientos, movimientos entre potreros y costos por animal. La totalidad de los participantes también valora como muy importante que el sistema centralice esta información, que automatice la generación de alertas para vacunaciones, tratamientos y partos próximos, y que permita asociar cada evento productivo y sanitario con los costos correspondientes.

En el análisis cualitativo, la entrevista confirma que, aunque actualmente se registran muchos de estos datos en hojas de cálculo y formatos impresos, existen vacíos relevantes: no se lleva un registro sistemático de retorno de inversión por animal y por hato, no se documenta la información genética ni la trazabilidad de embriones y receptores, y no se cuenta con un esquema formal de alertas para eventos sanitarios, climáticos o de manejo de potreros. La ficha de análisis documental refuerza este diagnóstico al evidenciar que, en el Control de Pesaje y Clínico Histórico, faltan campos clave asociados a indicadores derivados (ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, costos unitarios de tratamientos, entre otros), así como la vinculación explícita con el inventario de insumos.

De esta manera, el tercer objetivo específico se cumple al determinar, con base en los datos empíricos, los requerimientos de información productiva, sanitaria y financiera que el ERP debe integrar para un control eficiente del ganado de doble propósito. Estos requerimientos se traducen en la necesidad de un expediente digital completo por animal,

conectado con módulos de nutrición, sanidad, reproducción y costos, y soportado por mecanismos de alerta que faciliten la gestión preventiva y la toma oportuna de decisiones.

Los requerimientos de información definidos para el sistema ERP se derivan de un proceso de análisis que integró resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos con los cuatro instrumentos del estudio. El cuestionario permitió identificar, de manera estructurada, las variables productivas, sanitarias y económicas que los directivos consideran indispensables registrar en el sistema, así como la importancia asignada a la centralización de datos y a la generación de alertas automáticas. La entrevista semiestructurada profundizó en estas necesidades al explorar ejemplos concretos de información que hoy no se registra, como retorno de inversión por animal, información genética o trazabilidad de embriones y al precisar qué tipo de reportes y alertas serían más útiles para la gestión diaria. El análisis documental del Control de Pesaje y Clínico Histórico y de otros registros puso en evidencia los campos que actualmente existen y los que hacen falta para calcular indicadores derivados (ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, costos unitarios de tratamientos, entre otros), así como la ausencia de vínculos explícitos con inventarios de insumos. Finalmente, la revisión detallada de registros históricos permitió verificar vacíos recurrentes y problemas de continuidad que deben ser corregidos en el diseño del modelo de datos del ERP. Como resultado de esta triangulación, los requerimientos de información no se basan solo en percepciones, sino en evidencias concretas de brechas documentales y procedimentales, lo que fortalece su validez y pertinencia para el contexto de Interagro.

La Tabla 27 organiza de manera sistemática las respuestas del Gerente de Operaciones a la entrevista semiestructurada, agrupándolas en seis variables temáticas (V1–V6) y relacionándolas con el análisis interpretativo y con los hallazgos del análisis documental. En el ámbito de la situación actual del inventario ganadero (V1), el registro del hato se describe como dependiente de hojas de cálculo de Excel y planillas impresas llenadas por los capataces en cada potrero, con datos dispersos en varias tablas (producción de leche, ficha del animal, entre otras) y una actualización generalmente trimestral. El acceso a la información se considera tedioso y lento, ya que para localizar datos de un animal específico es necesario buscar en distintos libros y archivos, y se estima que el nivel de completitud del registro ronda el 55%, con lagunas importantes en pesajes y costos por animal.

Tabla 28 Síntesis y análisis de respuestas de las entrevistas realizadas.

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
V1 - Situación actual del inventario ganadero	El registro del hato se lleva principalmente en hojas de cálculo de Excel y hojas impresas que llenan los capataces en cada potrero; la información técnica del animal está dispersa en varias tablas (producción de leche, ficha del animal, etc.).	Cada capataz de potrero es responsable de anotar los datos en cuadernos o planillas impresas y luego se transcriben en la oficina; la actualización suele hacerse de forma trimestral salvo que ocurra una eventualidad importante en el hato.	Existe una doble digitación constante (cuaderno en campo y transcripción posterior a Excel), con retrasos de 3 a 7 días para tener la información consolidada; algunos datos, como la edad exacta, se registran de manera aproximada.	La gestión del inventario ganadero se basa en registros físicos y hojas de cálculo no integradas; aunque se capturan datos clave, la duplicidad de registros y la dispersión de la información afectan la oportunidad y precisión del inventario.
V1 - Acceso y calidad de la información	Para localizar la información de un animal específico se recurre a filtros en Excel y a diferentes libros dependiendo	La información contable y productiva no está en un mismo lugar; se debe consultar al financista por costos y al encargado de ordeño por	El nivel de completitud del registro se estima en 55%; la producción diaria está relativamente completa, pero los pesajes y los costos por animal tienen	El inventario ganadero actual proporciona una visión parcial del hato: permite saber cuántos animales hay y su producción total, pero no asegura trazabilidad completa ni datos

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
	del tipo de dato, lo que vuelve la consulta tediosa y lenta.	producción, lo que dificulta tener un panorama claro de la operación en el momento.	muchas lagunas, y se han detectado errores por fechas estimadas y valores atípicos.	consistentes por animal, lo que limita el diagnóstico y la toma de decisiones.
V1 - Brechas en la gestión del inventario	Reconoce que no se lleva un historial genético formal, ni un registro estructurado de mortalidad con causas; tampoco se documenta el propósito productivo de cada animal de forma sistemática.	Señala que no se registran datos como ROI por hato, ROI por animal, pérdidas por muerte o extravío, ni registros de embriones y vacas receptoras; estos datos se consideran necesarios para mejorar el manejo del inventario.	La ficha documental evidencia que faltan campos esenciales para el ERP, como producción de leche por vaca, registro de mortalidad con causa y días de autonomía de recursos; la mayoría de estos datos se conocen “a ojo” o quedan en la memoria del personal.	Las brechas en V1 muestran que, aunque el inventario físico existe, faltan datos clave para trazabilidad, análisis de mortalidad y evaluación económica del hato, lo cual justifica la necesidad de un ERP que obligue al registro individual por animal y centralice la información.
V2 - Rubros principales de costo	Identifica como rubros principales la alimentación del ganado, los pagos a	Menciona que se presume que alrededor del 70% de la operación corresponde a gasto	La ficha documental confirma que en el documento de producción no se registran costos; los	Existe claridad cualitativa sobre los rubros de costo, pero no una cuantificación estructurada; el control de costos se hace de

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
	veterinarios y medicamentos, los salarios del personal y los gastos de mantenimiento de potreros y maquinaria de transporte.	operativo, sobre todo por la alimentación, aunque no existe un registro sistemático que lo demuestre con cifras consolidadas.	costos se encuentran dispersos en facturas y otros soportes contables, sin vínculo directo con animales o lotes específicos.	forma fragmentada y sin vincularlos al inventario o a la producción, lo que impide conocer el verdadero costo operativo.
V2 - Registro y control de costos	Indica que los costos se registran en Excel de forma general; en algunos casos se anotan en libretas de gastos cuando se realizan compras, pero no siempre se registran todas las transacciones.	Reconoce que no se calcula de manera formal el costo por litro de leche ni el costo por animal; se suman gastos mensuales y se dividen por litros vendidos, lo que genera un cálculo burdo que mezcla todos los conceptos.	El análisis documental muestra que el registro de producción no contiene campos de costo; para conocer cuánto se gastó se debe buscar facturas en carpetas, lo cual impide generar indicadores económicos en tiempo real.	El control de costos se realiza de forma manual y ex post, sin integración con la producción ni el inventario, lo que genera ceguera financiera y dificulta conocer la rentabilidad real de la operación ganadera.
V2 - Brechas y necesidades del ERP en costos	Señala que no se asigna de manera sistemática el costo	Indica que le gustaría poder calcular el punto de equilibrio de la	La ficha documental identifica como campos faltantes el costo de	Las brechas en V2 evidencian la necesidad de que el ERP incorpore módulos para

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
	de alimentación, de veterinaria o de mano de obra por animal; los costos se manejan a nivel global y no por unidad productiva.	operación, pero actualmente no cuenta con datos organizados para hacerlo; muchos costos se registran de forma incompleta o dispersa.	alimentación por animal/día, el costo veterinario por animal, el costo de mano de obra por tarea y los indicadores de eficiencia como costo por litro y costo por animal.	registrar y asignar costos por animal, lote y periodo, y que calcule automáticamente indicadores económicos que hoy se estiman de manera aproximada.
V3 - Información a centralizar en el ERP	Plantea que el ERP debe centralizar la ficha del animal, el control veterinario, la producción de leche y el costo operativo por animal, de forma que se pueda ver en un solo lugar toda la información relevante.	Considera prioritario que el sistema integre alimentación y medicación, ya que estos rubros impactan directamente en la salud y productividad de los animales, y actualmente se manejan en documentos separados.	El análisis documental destaca que hoy la producción, los costos y las alertas están desconectados; se propone que el ERP sea un único punto de ingreso de datos donde se integren producción, costos y eventos críticos.	Los entrevistados coinciden en que el ERP debe centralizar tanto la información productiva como la económica y sanitaria, eliminando la dispersión actual y permitiendo una visión integral por animal y por hato.
V3 - Funcionalidades	Solicita funcionalidades como	Si tuviera que priorizar, destaca como	La ficha documental sugiere que el ERP debe	Las funcionalidades requeridas se orientan a transformar datos

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
esperadas del ERP	control de costo por animal, cálculo de ROI por animal y global, alertas de medicamentos, alertas de peso, estimación de litros producidos por animal y alertas climáticas.	funcionalidades clave: gestión de alimentación, gestión veterinaria y seguimiento de la producción de leche, todas con alertas cuando algo se sale de los parámetros normales.	calcular de forma automática indicadores de eficiencia y generar alertas cuando se detecten anomalías o ausencia de registro.	operativos en información accionable, mediante cálculos automáticos y alertas tempranas que permitan anticiparse a problemas de producción, costos o salud animal.
V3 - Procesos a gestionar por el ERP	Identifica como procesos a gestionar por el ERP la gestión veterinaria, la gestión alimenticia, la gestión de la ficha ganadera y la generación de alertas ante eventualidades.	Menciona que los módulos prioritarios en la primera implementación deberían ser Inventario Ganadero, Inventario de Medicamentos e Inventario de Alimentos, dado su	El análisis documental evidencia que actualmente no existen alertas automáticas ni comparación de periodos; el ERP debería incorporar ambos elementos para mejorar la planificación y el monitoreo continuo.	La combinación de entrevista y análisis documental muestra que el ERP debe cubrir no solo el registro, sino la gestión integrada de procesos claves, cerrando brechas en trazabilidad y anticipación de problemas.

Tema / Variable		Gerente de Operaciones		Análisis
		impacto directo en la operación diaria.		
V4 Herramientas tecnológicas actuales	- Indica que actualmente se utilizan principalmente Microsoft Excel y Word para el registro de datos y elaboración de reportes básicos.	Señala que no existe acceso a internet estable en las fincas, lo que limita el uso de sistemas en línea y obliga a trabajar con registros locales y traslado físico de información.	La ficha documental confirma que la captura de datos se hace en cuadernos físicos durante el ordeño y luego se transcribe a Excel, evidenciando ausencia de un sistema especializado y de dispositivos móviles en campo.	Las herramientas actuales son ofimáticas básicas, sin integración ni automatización; además, la falta de conectividad en las fincas condiciona el diseño del ERP hacia soluciones que funcionen offline y luego sincronicen datos.
V4 Infraestructura y limitaciones tecnológicas	- Menciona que se cuenta con una Laptop Lenovo P50 como equipo principal para gestión de la información; en campo no se dispone de computadoras ni	Identifica como principales obstáculos tecnológicos el costo de la tecnificación, el costo de adquirir el software/hardware y el costo de llevar internet a la finca.	El análisis documental resalta la dependencia de la transcripción manual y la consecuencia de retrasos y errores de tipeo; se propone el uso de aplicaciones en campo con modo offline como oportunidad para mejorar la captura de datos.	La infraestructura disponible es limitada y centralizada en la oficina; el diseño del ERP debe considerar soluciones de bajo costo, utilización de dispositivos móviles y capacidad de operar sin conexión continua a internet.

Tema / Variable		Gerente de Operaciones			Análisis
		conexión en los potreros.			
V5 Indicadores actualmente utilizados	-	Reporta que se monitorean indicadores básicos como número de vacas en ordeño, litros de leche producidos por día y gasto en alimento concentrado, registrados principalmente en libretas.	Reconoce que varios indicadores importantes no se miden formalmente, como días abiertos, litros por vaca/día, mortalidad de terneros y relación gasto/ingreso por animal.	La ficha documental confirma que no se calculan automáticamente indicadores como ganancia diaria de peso, costo por litro, producción por vaca ni ranking de vacas, y que muchos análisis se hacen “a ojo” o después de meses.	Los indicadores utilizados actualmente son insuficientes para una gestión fina de la eficiencia; predominan registros globales del hato, sin indicadores individualizados ni automatizados que permitan evaluar desempeño y rentabilidad.
V5 - Cálculo de costos e indicadores económicos	e	Indica que el costo por litro se calcula de manera muy general, sumando algunos gastos del mes y dividiéndolos entre	Reconoce que no se calcula el costo por animal; cada animal tiene gastos distintos, pero no existe un mecanismo para asignar	El análisis documental califica esta situación como “ceguera financiera”, ya que el documento principal de producción no contiene ningún campo de costo y	La ausencia de indicadores económicos formales dificulta conocer la eficiencia productiva y financiera, y refuerza la necesidad de que el ERP automatice el cálculo de costos

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
	los litros vendidos, lo que mezcla diferentes tipos de costos y no refleja la realidad por animal.	costos específicos ni para comparar rendimiento entre fincas o periodos.	obliga a revisar facturas dispersas para estimar resultados.	e indicadores de rentabilidad a diferentes niveles.
V5 - Indicadores prioritarios para el ERP	Señala como prioritarios el ROI del hato ganadero, el ROI por animal y proyecciones a cinco años, para anticipar la rentabilidad futura de la operación.	Menciona que le interesa poder comparar trimestres, épocas de lluvia vs época seca y el desempeño entre vacas nuevas y viejas, para ajustar estrategias de manejo y alimentación.	La ficha de análisis propone que el ERP calcule y muestre indicadores como litros/vaca/día, costo por litro, ganancia diaria de peso y días de autonomía de agua, pasto y concentrado, con alertas asociadas.	Los indicadores deseados apuntan a transformar la gestión, pasando de decisiones basadas en percepción a decisiones basadas en datos cuantitativos y comparables en el tiempo y entre unidades productivas.
V6 - Reportes actuales y limitaciones	Describe que actualmente se manejan libretas de producción, libretas de gastos y libretas sanitarias, sin	Indica que la información disponible no permite generar reportes comparativos entre periodos ni reportes por animal, lo	La ficha documental concluye que el documento analizado no cubre V6, ya que no se generan reportes gerenciales formales ni se integran los datos en un	Los reportes actuales son informales, basados en libretas y registros sueltos, lo que limita su uso para la planificación estratégica y el seguimiento de resultados a nivel gerencial.

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
	reportes formales consolidados para la gerencia.	que dificulta identificar vacas de bajo rendimiento o patrones de comportamiento.	formato que facilite el análisis.	
V6 - Frecuencia y formato deseado de reportes	Manifiesta que requiere información diaria sobre litros producidos y vacas en ordeño, información mensual sobre gastos y alertas sanitarias, e información trimestral sobre el estado financiero.	Prefiere que los reportes sean generados de forma automatizada; considera que si los reportes dependen de elaboración manual, es poco probable que se mantengan al día.	Se resalta la necesidad de poder exportar los reportes a Excel y PDF, para compartirlos con el contador, el banco y otros actores externos como cooperativas o financieras.	La frecuencia y el formato deseados implican que el ERP debe ofrecer reportes automáticos, actualizados y exportables, que se adapten a diferentes necesidades (operativas, financieras y de presentación externa).
V6 - Reportes críticos e indispensables	Considera indispensables reportes como producción de leche por vaca, alertas tempranas de agua,	Señala que un estado de resultados mensual (ingresos menos gastos) es clave para saber si la finca está ganando o perdiendo, y que este	La ficha y la guía de entrevista coinciden en la importancia de reportes como costo por litro producido y ranking de vacas por producción, así	Los reportes críticos se orientan a evaluar rentabilidad, productividad individual y riesgos operativos, reforzando la necesidad de que el ERP incluya dashboards y reportes

Tema / Variable	Gerente de Operaciones			Análisis
	alimento y salud, y comparación de periodo actual vs periodo anterior, para ajustar decisiones diarias y mensuales.	reporte debería generarse automáticamente.	como reportes específicos para socios, gerente de operaciones, financista y bancos.	parametrizables según el perfil del usuario.

Tabla 27. Síntesis y análisis de respuestas de la entrevista al Gerente de Operaciones y relación con las variables V1–V6 del estudio.

Fuente: Elaboración propia con base en entrevista y ficha de análisis documental de Interagro.

Tabla 28. Clasificación de requerimientos del sistema ERP SGG-Interagro

La siguiente tabla resume los requerimientos del sistema ERP propuesto para Interagro, clasificados en funcionales, no funcionales, reportes y alertas, de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería de requisitos.

Tabla 29 Clasificación de requerimientos del sistema ERP SGG-Interagro

Tipo	Requerimientos identificados
Funcionales	Registro y mantenimiento del inventario ganadero individual por arete SINART.
	Registro de eventos productivos: ordeños diarios, pesajes periódicos y nacimientos.
	Registro de eventos sanitarios: vacunas, tratamientos, desparasitaciones y periodos de retiro.
	Control de movimientos internos de lotes entre potreros y actualización automática de existencias.
	Registro y prorratio de costos biológicos y operativos por etapa fisiológica, lote y animal.
	Gestión del inventario de insumos (alimentos, medicamentos, suministros) con entradas y salidas por bodega.
	Generación de reportes de producción, inventario y costos para apoyo a la toma de decisiones.
No funcionales	Operación bajo enfoque Offline-First para permitir el registro en campo sin conectividad permanente.
	Sincronización segura y confiable de datos entre dispositivos móviles y servidor central cuando exista conectividad.
	Control de acceso por usuario y perfil, con autenticación y trazabilidad de acciones críticas.
	Interfaces usables y adaptadas al contexto rural (formularios simples, lenguaje claro, pocos pasos por registro).
	Disponibilidad y respaldo periódico de la base de datos para evitar pérdida de información histórica.
	Rendimiento adecuado para consultar y registrar datos sin tiempos de espera excesivos en la finca.

Tipo	Requerimientos identificados
Reportes	Tablero gerencial con indicadores clave: costo por litro de leche, costo por kilogramo en pie, ROI por lote.
	Reportes de inventario ganadero (por etapa fisiológica, lote, potrero y estado del animal).
	Reportes de consumo de insumos y costos por rubro (alimentos, sanidad, mano de obra, combustible, etc.).
	Reportes sanitarios por animal y por lote (historial clínico, tratamientos vigentes y periodos de retiro).
	Exportación de reportes a formatos PDF y Excel para auditorías y presentaciones externas.
Alertas	Alertas sanitarias por vencimiento de tratamientos, vacunas o periodos de retiro activos.
	Alertas de niveles críticos de inventario de insumos (alimentos, medicamentos) para prevenir quiebres de stock.
	Alertas climáticas o de riesgo operativo asociadas a periodos de sequía o lluvias extremas (basadas en parámetros).
	Alertas por desviaciones significativas en productividad (caída de litros por vaca, ganancia de peso, mortalidad).
	Alertas de anomalías en costos (incrementos atípicos en costo por animal, por litro o por kilogramo).

La clasificación anterior permite organizar los requerimientos del sistema ERP SGG-Interagro conforme a su naturaleza funcional y de calidad, distinguiendo claramente entre lo que el sistema debe hacer y las condiciones bajo las cuales debe operar. De esta manera, los hallazgos empíricos del Objetivo 3 se traducen en insumos estructurados para el diseño de la solución, facilitando la posterior definición de módulos, arquitectura técnica y modelo de datos.

En esta misma variable, la tabla evidencia brechas críticas como la ausencia de un historial genético formal, la falta de un registro estructurado de mortalidad con causa y la inexistencia de datos sobre retorno de inversión por hato o por animal, pérdidas por muerte o extravío y trazabilidad de embriones y vacas receptoras. El análisis asociado concluye que, aunque el inventario físico existe, faltan datos clave para la trazabilidad, el análisis de mortalidad y la evaluación económica del hato, lo que justifica la necesidad de un ERP que centralice la información y obligue al registro individual por animal. Por su parte, en las variables relacionadas con los costos (V2), se reconoce que los rubros principales están claros. Alimentación, veterinaria y medicamentos, salarios, mantenimiento y transporte, pero que el registro es general y disperso, sin asignación de costos por animal ni cálculo formal de indicadores como costo por litro o costo por animal, lo que el análisis denomina una situación de “ceguera financiera”.

En las variables sobre requerimientos del ERP (V3), la tabla recoge la demanda de centralizar en un solo sistema la ficha del animal, el control veterinario, la producción de leche y el costo operativo por animal, así como de incorporar funcionalidades como control de costos y retorno de inversión por animal y global, alertas de medicamentos, peso y clima, y procesos a gestionar como la alimentación, la sanidad y la generación de alertas ante eventualidades. En V4 se documentan las limitaciones tecnológicas actuales, caracterizadas por el uso predominante de Excel y Word, la falta de conectividad en las fincas y la dependencia de una única laptop para la gestión de la información, lo que obliga a pensar en soluciones que funcionen offline. Las variables V5 y V6, centradas en indicadores e información gerencial, muestran que solo se monitorean algunos indicadores básicos y que el cálculo de costos e indicadores económicos se realiza de forma general y ex post, sin integrar producción, inventario y contabilidad, situación que refuerza la necesidad de un ERP que calcule de manera automática indicadores de eficiencia y genere reportes consolidados para la toma de decisiones. En conjunto, la Tabla 28 ofrece una visión integrada de las percepciones del Gerente de Operaciones y de las brechas detectadas, proporcionando insumos directos para la definición de requerimientos funcionales del sistema.

La brecha entre la información que actualmente se registra y la que la gerencia considera necesaria evidencia que el sistema de información de Interagro no responde aún a una lógica de “datos para la decisión”, sino a una lógica administrativa mínima orientada al cumplimiento de registros básicos. Esta situación implica que muchos de los requerimientos identificados (alertas sanitarias, curvas de producción individual, reportes de rentabilidad por animal) solo pueden

obtenerse mediante trabajo manual adicional, lo cual desincentiva su uso sistemático. En términos de estrategia, no disponer de estos datos limita la capacidad de la empresa para avanzar hacia modelos de ganadería de precisión y para evaluar con rigor distintas alternativas tecnológicas o de manejo que podrían mejorar productividad y rentabilidad.

En la literatura sobre sistemas ERP aplicados al sector agropecuario se enfatiza que el éxito de estas soluciones depende de que los requerimientos de información se definan a partir de las decisiones críticas que la empresa necesita tomar, más que desde las limitaciones de los registros actuales. Estudios recientes sobre ERP agropecuarios y transformación digital rural reportan beneficios similares a los buscados por Interagro, como la posibilidad de monitorear en tiempo real variables productivas y económicas clave y generar reportes gerenciales automatizados para apoyar la planeación estratégica.

4.2.4 Objetivo 4 – Herramientas para el diseño del sistema ERP

En cuanto a los resultados cuantitativos, el cuestionario indica que los directivos utilizan actualmente principalmente hojas de cálculo (Excel o Google Sheets), mensajería instantánea y registros manuales en papel para manejar la información ganadera. Asimismo, expresan disposición para usar el sistema de información en distintos dispositivos (cualquier dispositivo, laptop, tableta), y manifiestan un alto grado de comodidad para aprender nuevas herramientas tecnológicas, aunque reconocen que el principal obstáculo para la implementación del ERP está relacionado con los costos de tecnificación y no con la actitud del personal.

Desde el punto de vista cualitativo, la entrevista complementa estos hallazgos al señalar que en las fincas no se dispone aún de conectividad a internet estable, que la infraestructura tecnológica se limita a equipos básicos y que la empresa ha explorado previamente opciones de software ganadero sin concretar su adquisición. El informante clave identifica como principales desafíos tecnológicos el costo de hardware y software especializados, la necesidad de capacitar al personal en el uso de nuevas plataformas y la eventual resistencia al cambio de algunos usuarios, aunque enfatiza que, en general, el equipo está preparado y motivado para adoptar un sistema digital si se cuenta con el apoyo gerencial.

La definición de estas herramientas para el diseño del sistema se apoyó también en la convergencia de los instrumentos aplicados. El cuestionario recogió la disposición de los directivos para utilizar diferentes dispositivos y plataformas, así como su percepción sobre las principales barreras tecnológicas. La entrevista permitió matizar estas respuestas, describiendo con mayor

detalle las condiciones reales de conectividad en las fincas, las experiencias previas con software ganadero y las expectativas respecto a la facilidad de uso del futuro sistema. El análisis documental y la revisión de registros mostraron que gran parte de la información ya se organiza en hojas de cálculo, lo que sugiere la conveniencia de aprovechar esta familiaridad en la fase de diseño y capacitación. La observación directa de las tareas en campo y en oficina permitió identificar momentos críticos donde el uso de dispositivos móviles y sincronización offline podría reducir errores y tiempos de registro.

El cumplimiento del cuarto objetivo específico se refleja en la identificación y selección de las herramientas metodológicas y tecnológicas necesarias para el diseño de la propuesta de ERP, considerando tanto las capacidades actuales como las limitaciones de infraestructura de Interagro. Esto implica priorizar una solución flexible que pueda operar con conectividad intermitente, aprovechar al máximo las hojas de cálculo y dispositivos ya disponibles, e incorporar un plan de capacitación gradual alineado con las competencias tecnológicas del personal.

4.2.5 Objetivo 5 – Indicadores económicos y productivos requeridos

En el componente cuantitativo, las respuestas del cuestionario evidencian una fuerte coincidencia entre los tres directivos respecto a los indicadores económicos y productivos que la empresa considera prioritarios: costo por animal por mes, costo por litro de leche producido, costo por libra de carne, margen de contribución por hato, punto de equilibrio y rentabilidad mensual del negocio. La gráfica de indicadores económicos priorizados muestra que todos estos indicadores son seleccionados por la totalidad de los encuestados, lo que confirma la necesidad de que el ERP los calcule de forma automática y periódica.

En el plano cualitativo, la entrevista y la ficha documental evidencian que, en el estado actual, estos indicadores no se calculan de manera sistemática ni con la frecuencia deseada, debido a la separación entre los registros productivos y la información contable, así como a la ausencia de modelos de cálculo integrados. El informante clave señala que la empresa compara el rendimiento principalmente a partir de balances generales y estados de resultados elaborados trimestralmente, lo que limita la capacidad de monitorear variaciones de productividad y rentabilidad en periodos más cortos y de reaccionar a tiempo ante desviaciones importantes.

El quinto objetivo específico se alcanza al analizar y definir los indicadores económicos y productivos que el sistema ERP debe generar, junto con su utilidad para evaluar rentabilidad, productividad y control de costos. A partir de este análisis se concluye que el modelo de

información debe incorporar fórmulas claras para cada indicador, enlazando datos de inventario, producción y costos, y habilitar su consulta mediante reportes y paneles de control adaptados a las necesidades de la gerencia.

La selección de estos indicadores se sustentó en la combinación de evidencia proveniente del cuestionario, la entrevista, el análisis documental y la revisión de registros. Por un lado, el cuestionario permitió identificar qué indicadores económicos y productivos consideran prioritarios los directivos y con qué finalidad los utilizarían. Por otro, la entrevista aclaró cómo se calculan actualmente estos indicadores de manera aproximada y qué limitaciones encuentran para hacerlo de forma sistemática. El análisis de documentos y de registros históricos evidenció la ausencia de campos y procedimientos formales para calcular, registrar y seguir estos indicadores, lo que confirmó la necesidad de incorporarlos de manera explícita en el modelo de información del ERP.

La Figura 17 muestra que los tres directivos de Interagro coinciden en priorizar los mismos seis indicadores económicos para la toma de decisiones: costo por animal por mes, costo por litro de leche producido, costo por libra de carne, margen de contribución por hato, punto de equilibrio y rentabilidad mensual del negocio. Todos los indicadores alcanzan la máxima frecuencia posible, al ser seleccionados por la totalidad de los encuestados, lo que evidencia una demanda clara por contar con métricas financieras robustas que permitan evaluar de forma integral los resultados productivos y económicos de la operación ganadera. De esta manera, la gráfica refleja que la gerencia reconoce la importancia de disponer de información cuantitativa detallada para valorar la eficiencia y la rentabilidad del sistema de doble propósito.



Figura 17 Indicadores económicos priorizados por la dirección de Interagro.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta a directivos de Interagro.

Tabla 29. Indicadores económicos propuestos para el sistema ERP SGG-Interagro

Este comportamiento de las respuestas se corresponde con los hallazgos cualitativos, que señalan que en la situación actual estos indicadores no se calculan de manera sistemática ni con la periodicidad deseada, debido a la separación entre los registros productivos y los datos contables, así como a la ausencia de modelos de cálculo integrados. El informante clave indica que el análisis económico se apoya principalmente en balances y estados de resultados elaborados trimestralmente, lo que limita el monitoreo de variaciones en periodos cortos y reduce la capacidad de reacción ante cambios en costos o productividad. En este contexto, la información sintetizada en la Figura 15 pone de relieve una brecha entre las necesidades de información expresadas por la dirección y las capacidades de los sistemas actuales, reforzando el papel del ERP como soporte para el cálculo automático y oportuno de estos indicadores.

A partir de estos resultados, se identifica como hallazgo que los indicadores priorizados por la dirección deben incorporarse explícitamente en el modelo de información del ERP, mediante fórmulas que integren datos de inventario, producción y costos, y que permitan su consulta a través de reportes y paneles de control. La unanimidad observada en la figura legitima la inclusión de estos seis indicadores como requerimientos funcionales clave del sistema, orientados a mejorar el análisis de rentabilidad por animal, por hato y por periodo. En consecuencia, la Figura 15

contribuye al cumplimiento del quinto objetivo específico, al definir los indicadores económicos que el sistema debe generar para apoyar la toma de decisiones estratégicas y operativas en Interagro.

Tabla 30 Indicadores económicos propuestos para el sistema ERP

Indicador	Fórmula general	Fuente principal de datos
Costo total por animal	Costos totales asignados al animal o lote / número de animales en el lote	ERP – módulos de costos e inventario
Costo por litro de leche	Costos totales de producción de leche / litros de leche producidos en el periodo	ERP – módulos de producción y costos
Costo por kilogramo en pie	Costos totales de producción de carne / kilogramos producidos o ganancia de peso en el periodo	ERP – módulos de producción e inventario
Ingreso promedio por animal	Ingresos totales por venta de leche y carne / número de animales productivos	ERP – módulo de ventas y producción
Margen bruto por litro de leche	Precio promedio de venta por litro – costo por litro de leche	ERP – módulos de ventas y costos
Margen bruto por kilogramo en pie	Precio promedio de venta por kg en pie – costo por kilogramo en pie	ERP – módulos de ventas y costos
Rentabilidad del sistema	(Ingresos totales – costos totales) / costos totales	ERP – integración de ventas y costos
Punto de equilibrio de producción	Costos fijos totales / (precio de venta unitario – costo variable unitario)	ERP – módulos financieros y de costos

La ausencia actual de un cálculo sistemático de estos indicadores no solo es un problema técnico, sino una limitación estratégica para la gestión del negocio ganadero. Sin información confiable sobre costo por litro de leche, costo por kilogramo en pie o margen de contribución por hato, la empresa se ve obligada a tomar decisiones con base en intuición, promedios históricos y percepciones subjetivas del desempeño. Esto incrementa el riesgo de mantener unidades

productivas no rentables, subestimar el impacto de aumentos en el precio de los insumos y perder oportunidades de mejora asociadas a cambios en dieta, genética o manejo sanitario.

La estructuración de estos indicadores económicos permite traducir las necesidades expresadas por la gerencia de Interagro en métricas concretas que el ERP deberá generar de forma automática. Cada indicador vincula explícitamente los datos operativos de producción y costos con resultados financieros, lo que facilita evaluar la eficiencia del sistema ganadero, comparar escenarios y fundamentar decisiones estratégicas sobre inversión, ajustes de manejo y estrategias comerciales.

Este comportamiento de las respuestas se corresponde con los hallazgos cualitativos, que señalan que en la situación actual estos indicadores no se calculan de manera sistemática ni con la periodicidad deseada, debido a la separación entre los registros productivos y los datos contables, así como a la ausencia de modelos de cálculo integrados. El informante clave indica que el análisis económico se apoya principalmente en balances y estados de resultados elaborados trimestralmente, lo que limita el monitoreo de variaciones en periodos cortos y reduce la capacidad de reacción ante cambios en costos o productividad. En este contexto, la información sintetizada en la Figura 17 pone de relieve una brecha entre las necesidades de información expresadas por la dirección y las capacidades de los sistemas actuales, reforzando el papel del ERP como soporte para el cálculo automático y oportuno de estos indicadores.

A partir de estos resultados, se identifica como hallazgo que los indicadores priorizados por la dirección deben incorporarse explícitamente en el modelo de información del ERP, mediante fórmulas que integren datos de inventario, producción y costos, y que permitan su consulta a través de reportes y paneles de control. La unanimidad observada en la figura legitima la inclusión de estos seis indicadores como requerimientos funcionales clave del sistema, orientados a mejorar el análisis de rentabilidad por animal, por hato y por periodo. En consecuencia, la Figura 15 contribuye al cumplimiento del quinto objetivo específico, al definir los indicadores económicos que el sistema debe generar para apoyar la toma de decisiones estratégicas y operativas en Interagro.

4.2.6 Objetivo 6 – Necesidades de información gerencial y reportes

En términos cuantitativos, el cuestionario muestra que los tres directivos consideran necesarios reportes de inventario del hato, producción de leche, costos por rubro, situación reproductiva, estado sanitario, estado de resultados ganadero y rentabilidad por animal, lo cual se

representa en la gráfica sobre tipos de reportes requeridos. De igual manera, manifiestan que estos reportes deberían generarse con una periodicidad al menos semanal y que la disponibilidad de indicadores automáticos en el ERP contribuiría de forma significativa a mejorar la toma de decisiones gerenciales.

Desde el enfoque cualitativo, la entrevista evidencia que los reportes actuales se elaboran de manera manual y esporádica, dependientes en gran medida del esfuerzo individual de la gerencia y del personal administrativo, lo que limita su oportunidad y su nivel de detalle. El informante destaca la necesidad de contar con reportes consolidados que integren en un solo documento información de producción, sanidad, reproducción, costos y rentabilidad, y que puedan exportarse fácilmente a formatos como Excel o PDF para su análisis y presentación en reuniones de seguimiento.

Con base en estos hallazgos, el sexto objetivo específico se cumple al identificar las necesidades de información gerencial de Interagro y definir los tipos de reportes que el sistema ERP debe generar, especificando su contenido mínimo, su periodicidad y sus principales usuarios. Esta definición asegura que la propuesta de sistema de información no solo responda a requerimientos operativos, sino que también provea a la alta dirección de herramientas analíticas para la planeación estratégica y el control integral del negocio ganadero.

La definición de las necesidades de información gerencial y de los reportes críticos para la dirección se construyó integrando la información de los distintos instrumentos. El cuestionario permitió cuantificar qué tipos de reportes consideran necesarios los directivos y con qué frecuencia deberían generarse. La entrevista aportó ejemplos concretos de reportes que hoy se elaboran manualmente, como estados de resultados mensuales o comparaciones entre épocas de lluvia y de verano, y detalló las dificultades para mantenerlos actualizados. La revisión de libretas de producción, libretas de gastos y registros sanitarios confirmó que, aunque la información existe, no se consolida en reportes formales comparativos ni se organiza según perfiles de usuario (socios, gerente de operaciones, financista, bancos). Esta triangulación respalda la propuesta de que el ERP incorpore módulos de reportes automáticos, exportables a Excel y PDF, parametrizables por usuario y periodo, que respondan de manera directa a las necesidades gerenciales identificadas.

En la Figura 18 se evidencia que los tres directivos consideran necesarios todos los tipos de reportes propuestos: inventario del hato, producción de leche, costos por rubro, situación reproductiva, estado sanitario, estado de resultados ganadero y reporte de rentabilidad por animal.

La unanimidad en las respuestas muestra que la gerencia requiere una visión integral y periódica del desempeño productivo, sanitario y económico del sistema ganadero. Este patrón refleja que los reportes no solo deben enfocarse en aspectos operativos, sino también en resultados económicos y en la rentabilidad de cada unidad productiva.



Figura 18 Reportes considerados necesarios por los directivos de Interagro.

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta a directivos de Interagro.

Los resultados cuantitativos de la figura se complementan con la información cualitativa, donde el informante clave señala que actualmente los reportes se elaboran de forma manual, a partir de libretas de producción, libretas de gastos y registros sanitarios dispersos, sin contar con reportes gerenciales consolidados ni comparativos entre periodos. Esta situación implica un alto esfuerzo para compilar la información y limita la posibilidad de generar reportes por animal o por hato con el nivel de detalle requerido. Asimismo, se manifiesta la necesidad de que los reportes sean generados automáticamente por el sistema y puedan exportarse a formatos como Excel y PDF para su análisis y para ser compartidos con el contador, el banco u otros actores externos.

En este sentido, la Figura 18 permite concluir que las necesidades de información gerencial de Interagro exigen que el ERP integre módulos de reporte capaces de consolidar datos de

inventario, producción, reproducción, sanidad, costos y rentabilidad, con diferentes niveles de agregación según el usuario. La coincidencia en la importancia de todos los reportes propuestos respalda la definición de contenidos mínimos, periodicidad y usuarios destinatarios de cada tipo de informe, aspectos que constituyen insumos fundamentales para el diseño del sistema. Con ello, la evidencia gráfica contribuye al cumplimiento del sexto objetivo específico, al definir los reportes críticos que el ERP debe generar para apoyar la planificación y el control integral del negocio ganadero.

En consecuencia, las necesidades de información gerencial identificadas en este objetivo no se limitan a la generación de listados tradicionales en hojas de cálculo, sino que demandan tableros de control y reportes especializados que integren en una sola vista la dimensión productiva, económica y sanitaria del hato. Para dar respuesta a estos requerimientos, en el Capítulo VI se presentan prototipos visuales de dashboard global del sistema, paneles específicos para potreros e inventario de insumos veterinarios, así como reportes económicos (global y de rentabilidad por animal) y reportes productivos-sanitarios (producción lechera individual y ficha animal). Dichos prototipos materializan los resultados del Objetivo 6 en modelos concretos de salidas del sistema de información gerencial, alineados con los principios de calidad, oportunidad y accesibilidad de la información establecidos en la literatura de Sistemas de Información Gerencial.

Aunque el tamaño de la muestra de directivos es reducido, los cruces simples entre variables del cuestionario muestran una alta consistencia interna en las respuestas: quienes reportan mayor insatisfacción con la oportunidad de la información de costos son los mismos que demandan con más intensidad reportes automáticos de rentabilidad, proyecciones de flujo y dashboards integrados. De igual forma, las personas con mayor responsabilidad directa en la toma de decisiones productivas y financieras tienden a priorizar indicadores económicos detallados (costo por animal, costo por litro, margen de contribución), mientras que los perfiles más operativos enfatizan la necesidad de reportes de inventario y sanidad, lo que confirma que las necesidades tecnológicas están estrechamente relacionadas con el rol que cada participante desempeña en la organización.

4.3 Análisis FODA de Interagro para la implementación del sistema ERP.

La Figura 19 presenta el análisis FODA elaborado con base en los resultados cuantitativos y cualitativos del capítulo IV, en el que se sintetizan las principales fortalezas, debilidades,

oportunidades y amenazas vinculadas con la implementación de un sistema ERP en Interagro. Entre las fortalezas se incluyen la existencia de registros básicos de inventario ganadero, la experiencia del personal en el manejo de hojas de cálculo y documentos de producción, y la disposición manifestada por la dirección para mejorar los procesos de registro y control. Las debilidades, por su parte, recogen la dispersión de la información en múltiples formatos físicos y digitales, la doble digitación, la falta de integración entre datos productivos y contables, la ausencia de indicadores automáticos y las limitaciones de infraestructura tecnológica y conectividad en las fincas.



Figura 19 FODA

En el cuadrante de oportunidades se identifican las posibilidades de mejorar la trazabilidad individual del hato, fortalecer el control de costos y disponer de indicadores económicos y productivos que permitan una gestión más eficiente y rentable del sistema ganadero de doble propósito. Asimismo, se observa una oportunidad en la adopción de soluciones tecnológicas de bajo costo, con capacidad de operar en modo offline y de sincronizar información cuando exista conectividad, lo que se ajusta a las condiciones de la empresa. Las amenazas consideradas incluyen los costos de tecnificación y de adquisición de hardware, software y conectividad, el riesgo de

resistencia al cambio por parte de algunos usuarios y la posibilidad de que la implementación del sistema genere tensiones operativas en el corto plazo si no se gestiona adecuadamente el proceso de transición.

En conjunto, el FODA sintetizado en la Figura 19 permite concluir que el entorno de Interagro es favorable pero desafiante para la implementación del ERP: existen bases de información y voluntad de mejora, pero también brechas estructurales que exigen un enfoque gradual, acompañado y realista. Esta lectura estratégica confirma que el proyecto de ERP no se limita a la sustitución de formatos por una herramienta digital, sino que implica cambios organizacionales, inversión en capacidades tecnológicas y fortalecimiento de las competencias del personal en el uso y aprovechamiento de la información. De este modo, la figura se convierte en un insumo clave para orientar la propuesta del sistema de información hacia un diseño que maximice las fortalezas y oportunidades e incorpore acciones específicas para mitigar las debilidades y amenazas identificadas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. En relación con el Objetivo Específico 1, orientado a analizar la gestión actual del inventario ganadero y su trazabilidad, a partir del análisis documental, la entrevista semiestructurada, la observación directa de los procesos y la revisión de registros internos, complementados con el cuestionario aplicado a los directivos, se concluye que Interagro dispone de un registro individual para cada animal del hato sustentado en cuadernos de campo, hojas de cálculo y archivos digitales; sin embargo, la actualización predominantemente trimestral y la ausencia de formatos estandarizados generan inconsistencias y vacíos de información que limitan la confiabilidad de los datos y, en consecuencia, restringen la capacidad de planificación y de toma de decisiones basada en evidencia. La gestión actual del inventario ganadero permite identificar el número total de animales y algunos eventos productivos y sanitarios, pero no asegura una trazabilidad integral por animal debido a la dispersión de la información, a la falta de campos clave (fechas exactas de nacimiento, historial genético, causas de mortalidad) y a la inexistencia de vínculos con los datos de costos; esta situación reduce la productividad del hato, dificulta la gestión sanitaria preventiva y limita la competitividad frente a sistemas ganaderos que sí cuentan con trazabilidad individual completa..
2. Respecto al Objetivo Específico 2, referido al control de costos operativos, aunque se registran de manera sistemática rubros como alimentación, mano de obra directa, medicamentos veterinarios, mantenimiento de instalaciones, combustibles y transporte, estos datos se manejan de forma agregada y dispersa, lo que impide calcular con precisión el costo por animal, el costo por litro de leche y el costo por libra de carne; ello genera una 'ceguera financiera' que limita la estimación de rentabilidad por animal o por hato y reduce la capacidad de la gerencia para ajustar oportunamente los recursos hacia las actividades más rentables.
3. En atención al Objetivo Específico 3, enfocado en determinar los requerimientos de información del sistema ERP, los requerimientos identificados por los directivos evidencian la necesidad de un expediente digital integral por animal que incluya identificación, peso, producción de leche, historial reproductivo y veterinario, movimientos entre potreros y costos asociados, complementado con alertas automáticas ante eventos críticos; el cumplimiento de estos requerimientos permitiría mejorar la productividad del hato, incrementar la capacidad

de planificación operativa y reducir pérdidas por fallas en el seguimiento sanitario y reproductivo.

4. Con relación al Objetivo Específico 4, orientado a identificar las herramientas y recursos tecnológicos disponibles para el diseño del ERP, las condiciones tecnológicas actuales, caracterizadas por el uso de herramientas básicas (Excel, Word y mensajería instantánea) y por la inestabilidad de la conectividad en las fincas, obligan a que la propuesta de ERP contemple funcionamiento offline y sincronización posterior; esta adecuación tecnológica no solo es un requisito operativo, sino que representa una oportunidad para aprovechar dispositivos ya disponibles, disminuir la dependencia de registros manuales y aumentar la eficiencia en la captura y disponibilidad de la información.
5. En función del Objetivo Específico 5, relativo a los indicadores de eficiencia productiva y económica, los indicadores económicos que la gerencia considera prioritarios (costo por animal por mes, costo por litro de leche, costo por libra de carne, margen de contribución por hato, punto de equilibrio y rentabilidad mensual) actualmente se calculan de forma parcial o estimativa; al automatizar su cálculo dentro del ERP, la empresa podría monitorear de manera sistemática la eficiencia de sus procesos, corregir desviaciones de costos con mayor rapidez y fortalecer su rentabilidad en el mediano plazo.
6. De acuerdo con el Objetivo Específico 6, referido a las necesidades de información gerencial y reportes para la toma de decisiones, las necesidades de información gerencial identificadas; reportes periódicos de inventario del hato, producción de leche, costos por rubro, situación reproductiva, estado sanitario, estado de resultados ganadero y rentabilidad por animal, evidencian que la toma de decisiones requiere información integrada y oportuna; un ERP que consolide estos reportes y facilite su exportación a formatos como Excel y PDF incrementaría la capacidad de análisis de la alta gerencia y mejoraría la competitividad de la empresa frente a otros actores del sector.
7. Como hallazgo complementario a los objetivos específicos anteriores, el análisis FODA evidencia fortalezas como el profundo conocimiento del negocio por parte de la gerencia y la existencia de registros básicos del hato, pero también debilidades relacionadas con procesos manuales, información dispersa e infraestructura tecnológica limitada; al mismo tiempo, identifica oportunidades asociadas a la digitalización de la gestión ganadera y amenazas vinculadas a los costos de implementación, a la ciberseguridad y al uso parcial del sistema,

por lo que el diseño del ERP debe considerar estrategias de mitigación de riesgos y maximización de beneficios. En conjunto, la evidencia cualitativa y cuantitativa recopilada demuestra que Interagro cuenta con una base mínima de información productiva y sanitaria, así como con una clara demanda de indicadores y reportes gerenciales, pero carece de un sistema integrado que articule inventario, producción, sanidad y costos; esta brecha tecnológica y de gestión limita la rentabilidad actual del negocio y restringe su capacidad para competir en mercados que exigen trazabilidad y control de costos más rigurosos.

8. Con respecto al Objetivo General de la investigación, de manera integradora se concluye que la propuesta de sistema de información ERP orientado a la trazabilidad individual del ganado y al control de costos por unidad de producción mejora la gestión integral del inventario y el control de costos al consolidar en una sola plataforma los registros productivos, sanitarios y económicos, permitir el cálculo automático de indicadores clave y generar reportes gerenciales oportunos; con ello, se incrementa la productividad del hato, se fortalece la capacidad de planificación y seguimiento de la operación, se mejora la precisión en la determinación de costos y rentabilidad por animal y por hato y, en última instancia, se potencia la competitividad empresarial de Interagro en el sector ganadero.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Implementar progresivamente el sistema de información ERP propuesto, priorizando en la primera fase los módulos de Inventario Ganadero, Inventario de Alimentos e Inventario de Medicamentos, de manera que se consolide en una sola plataforma la información de identificación, producción, sanidad y costos operativos por animal y por hato, fortaleciendo la trazabilidad individual y el control de costos.
2. Diseñar y aplicar un plan de estandarización de registros que sustituya los formatos manuales y las hojas de cálculo dispersas por formularios únicos dentro del ERP, con campos obligatorios para fechas de nacimiento, pesos, eventos reproductivos, tratamientos veterinarios y costos asociados, reduciendo la doble digitación, mejorando la calidad de los datos y elevando la capacidad de planificación productiva y sanitaria.
3. Incorporar en el ERP mecanismos automáticos de cálculo de indicadores económicos y productivos clave (costo por animal, costo por litro de leche, costo por libra de carne, margen de contribución, punto de equilibrio y rentabilidad mensual), de forma que la gerencia pueda

monitorear en tiempo casi real la eficiencia operativa, tomar decisiones oportunas y mejorar de manera sostenida la rentabilidad y competitividad del negocio.

4. Configurar en el sistema reportes gerenciales estándar que se generen de forma periódica y automática, incluyendo inventario del hato, producción de leche, costos por rubro, situación reproductiva, estado sanitario y rentabilidad por animal, con la posibilidad de segmentar la información por periodos, potreros o categorías de animales y de exportarla a formatos compatibles con las herramientas financieras de la empresa, reforzando así la capacidad analítica y de presentación de resultados.
5. Seleccionar o desarrollar una solución ERP que permita la captura de datos en dispositivos móviles o portátiles con modo offline y que sincronice la información con la base central cuando haya acceso a internet, minimizando la dependencia de registros en papel, reduciendo los tiempos de registro y mejorando la oportunidad y confiabilidad de la información disponible para la toma de decisiones.
6. Implementar un programa de capacitación continua dirigido al personal operativo y gerencial, orientado tanto al uso funcional del ERP como a la interpretación de los indicadores productivos y económicos que genera, de modo que el sistema se utilice de manera integral como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones y no solo como un repositorio de datos.
7. Establecer un protocolo formal de revisión periódica de los registros y de los indicadores generados por el ERP, asignando responsabilidades específicas al Gerente de Operaciones, al Gerente Administrativo y al Gerente General, con el fin de asegurar la calidad de la información, detectar errores de captura y promover el uso activo del sistema en las decisiones estratégicas.
8. Utilizar el análisis FODA como insumo para diseñar un plan de acción de corto y mediano plazo que atienda las debilidades identificadas (procesos manuales, información dispersa, infraestructura tecnológica limitada) y aproveche las oportunidades de digitalización, mejora de la trazabilidad y fortalecimiento del control de costos, asignando metas, responsables y recursos concretos.
9. Desarrollar una fase piloto del ERP en una sección del hato o en una finca específica, con el propósito de validar en condiciones reales los procesos de captura de datos, los módulos de

costos y la generación de indicadores y reportes, realizando los ajustes necesarios al diseño del sistema y a los procedimientos internos antes de su implementación a gran escala.

10. Evaluar de manera periódica el impacto del ERP en términos de calidad y oportunidad de la información, reducción de tiempos de registro, precisión en la determinación de costos y mejora de la rentabilidad del negocio, documentando el valor agregado de la implementación para orientar futuras decisiones de inversión tecnológica y de reorganización de los procesos ganaderos.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

6.1 DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ERP PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL INVENTARIO GANADERO Y CONTROL DE COSTOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL INTERNACIONAL (INTERAGRO).

6.1.1 Introducción.

El objetivo primordial de este capítulo es traducir de forma sistemática los requerimientos críticos identificados en el diagnóstico empírico, en especificaciones arquitectónicas, lógicas, funcionales y de datos concretas para el diseño e implementación del sistema ERP en Agroindustria Internacional (Interagro). El alcance técnico abarca la estructuración y modelado lógico de los módulos prioritarios denominados Gestión de Inventario Ganadero y Trazabilidad (asociado a las variables V1 y V3) y el Control de Costos Operativos y Biológicos (asociado a las variables V2 y V5), operando bajo un paradigma híbrido optimizado para las condiciones del sector rural ganadero de Honduras, el cual llamaremos SGG (Sistema de Gestión Ganadero)

6.1.2 Planteamiento del problema

A pesar del diagnóstico detallado realizado en los capítulos anteriores, Agroindustria Internacional (Interagro) continúa operando con un esquema de registro de la información productiva y de costos basado en cuadernos físicos, hojas de cálculo dispersas y procesos manuales de consolidación trimestral. Esta situación impide contar con un sistema unificado que integre, en tiempo real, los datos de inventario ganadero, producción, sanidad y costos biológicos y operativos, limitando la capacidad de la gerencia para calcular con precisión el costo por animal, evaluar la rentabilidad de las diferentes unidades productivas y tomar decisiones oportunas frente a variaciones del entorno.

Desde el punto de vista cuantitativo, el diagnóstico del Capítulo IV mostró que el 100% de los directivos encuestados reconoce que los registros principales del hato se realizan aún en formatos manuales o en hojas de cálculo dispersas, y que la actualización del inventario ganadero se efectúa con una periodicidad trimestral o menor, generando desfases importantes entre la realidad en campo y la información disponible. Asimismo, se evidenció la ausencia de indicadores económicos sistemáticos: actualmente no se calcula de manera rutinaria el costo por animal, el costo por litro de leche ni el costo por kilogramo en pie, y los reportes gerenciales se elaboran de

forma manual a partir de datos consolidados, lo que implica retrasos y una alta probabilidad de errores de transcripción. Estas cifras confirman que la situación problemática no se limita a percepciones cualitativas, sino que se manifiesta en una alta proporción de procesos manuales, ausencia de indicadores clave y retrasos en la generación de reportes, lo cual justifica la necesidad de la solución ERP propuesta en este capítulo.

El análisis empírico evidenció que los registros de campo, como el documento DOC-PROD-001, carecen de métricas financieras estructuradas, presentan duplicidad de captura y no se articulan de manera sistemática con la información contable central, lo que genera una “ceguera financiera” en la empresa. Asimismo, la baja frecuencia de actualización y la dependencia de procesos manuales provocan desfases significativos entre lo que ocurre en los potreros y la información disponible para la toma de decisiones, haciendo que las acciones correctivas se ejecuten de forma tardía. A esto se suman las limitaciones de conectividad propias del entorno rural y la necesidad de operar en condiciones climáticas adversas, que dificultan el uso de soluciones tradicionales basadas únicamente en la nube.

En este contexto, el problema específico que aborda el Capítulo VI consiste en cómo diseñar un sistema de información ERP, adaptado a las restricciones tecnológicas y operativas del entorno rural de Interagro, que permita integrar de forma confiable y oportuna los datos de inventario ganadero, producción y costos, y los transforme en indicadores gerenciales útiles para la toma de decisiones estratégicas. Resolver este problema requiere traducir los hallazgos del diagnóstico en una arquitectura tecnológica concreta, un modelo de datos consistente y un conjunto de módulos funcionales que garanticen la captura en campo bajo el enfoque Offline-First, la sincronización segura de la información y la disponibilidad de reportes e indicadores clave para los tres socios directivos de la empresa.

En consecuencia, el diseño del sistema ERP SGG-Interagro planteado en este capítulo se orienta a sustituir los registros manuales y las hojas de cálculo dispersas por una plataforma integrada que capture los datos en el momento en que ocurren las actividades de inventario, producción, sanidad y costos, reduzca los tiempos de consolidación y minimice los errores de transcripción. Al mismo tiempo, busca habilitar el cálculo automático de los indicadores económicos y productivos identificados como prioritarios en el Capítulo IV, de modo que la gerencia disponga de reportes oportunos y confiables para evaluar la rentabilidad de las diferentes unidades productivas y reaccionar con mayor rapidez ante cambios en el entorno.

En consecuencia, el diseño del sistema ERP SGG-Interagro planteado en este capítulo se orienta a sustituir los registros manuales y las hojas de cálculo dispersas por una plataforma integrada que capture los datos en el momento en que ocurren las actividades de inventario, producción, sanidad y costos, reduzca los tiempos de consolidación y minimice los errores de transcripción. Al mismo tiempo, busca habilitar el cálculo automático de los indicadores económicos y productivos identificados como prioritarios en el Capítulo IV, de modo que la gerencia disponga de reportes oportunos y confiables para evaluar la rentabilidad de las diferentes unidades productivas y reaccionar con mayor rapidez ante cambios en el entorno.

6.1.3 Proceso actual (diagrama de flujo AS-IS)

Con el propósito de representar de forma visual la situación operativa actual de Interagro, se incorpora el diagrama de flujo AS-IS del proceso de registro y consolidación de información. Este esquema permite identificar la secuencia real seguida por la empresa, desde el registro manual en campo hasta la toma de decisiones gerenciales, evidenciando los puntos donde se generan retrasos, duplicidad de digitación y pérdida de oportunidad en el uso de la información.

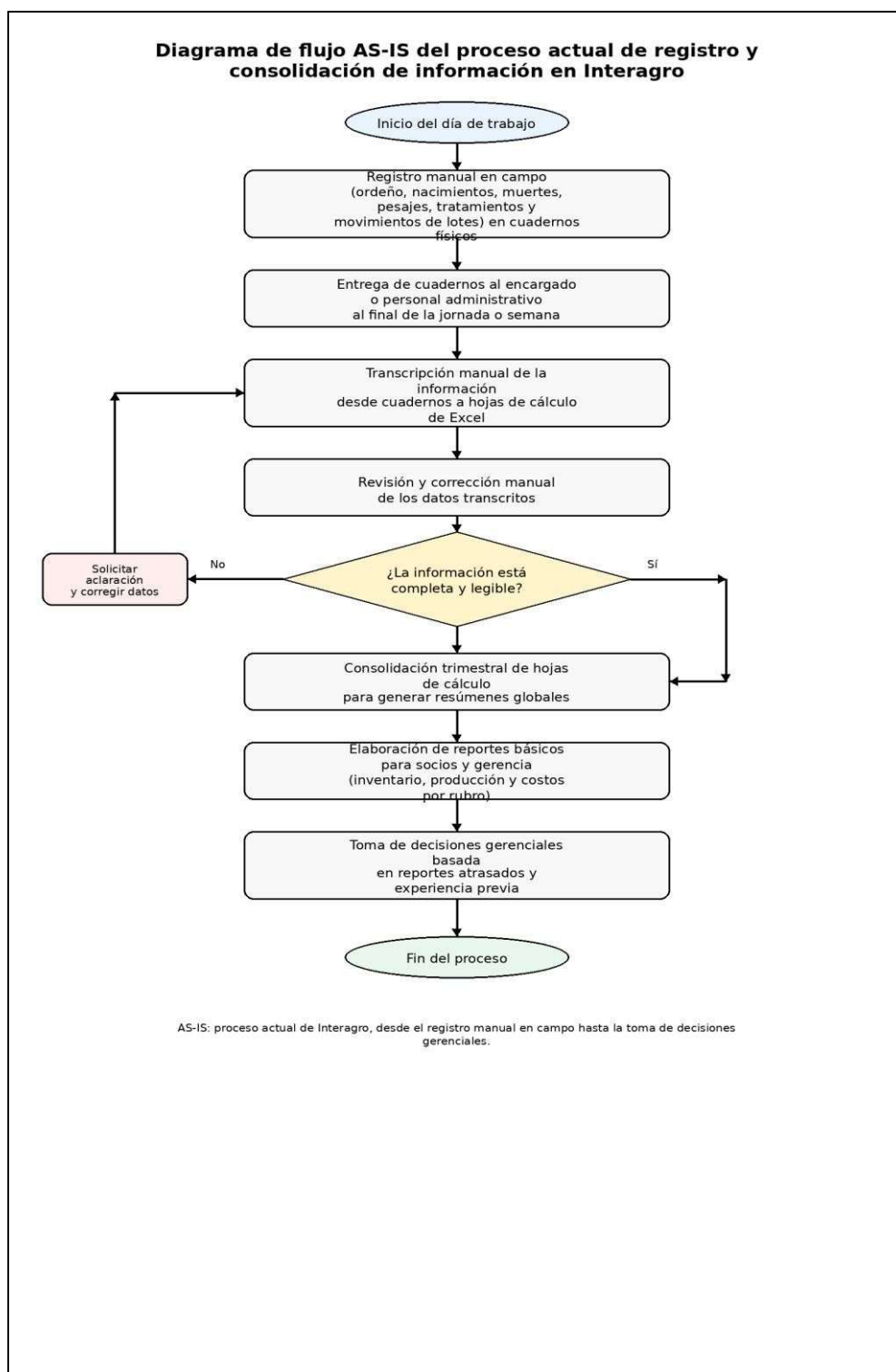


Figura 20 Proceso actual (diagrama de flujo AS IS)

El diagrama muestra el flujo manual actualmente seguido por la empresa, incluyendo el punto de decisión asociado a la revisión de la calidad de los datos y el retorno al proceso de corrección cuando la información no está completa o presenta problemas de legibilidad.

6.1.4 Mapa del Proceso actual.

Complementario al diagrama de flujo AS-IS, el mapa del proceso actual muestra cómo se articulan los niveles estratégico, operativo y administrativo de Interagro alrededor de la gestión de la información productiva y de costos. Este esquema permite visualizar las relaciones cliente-proveedor interno entre campo, administración y gerencia, así como los puntos donde la información se fragmenta o se retrasa antes de llegar a la toma de decisiones.

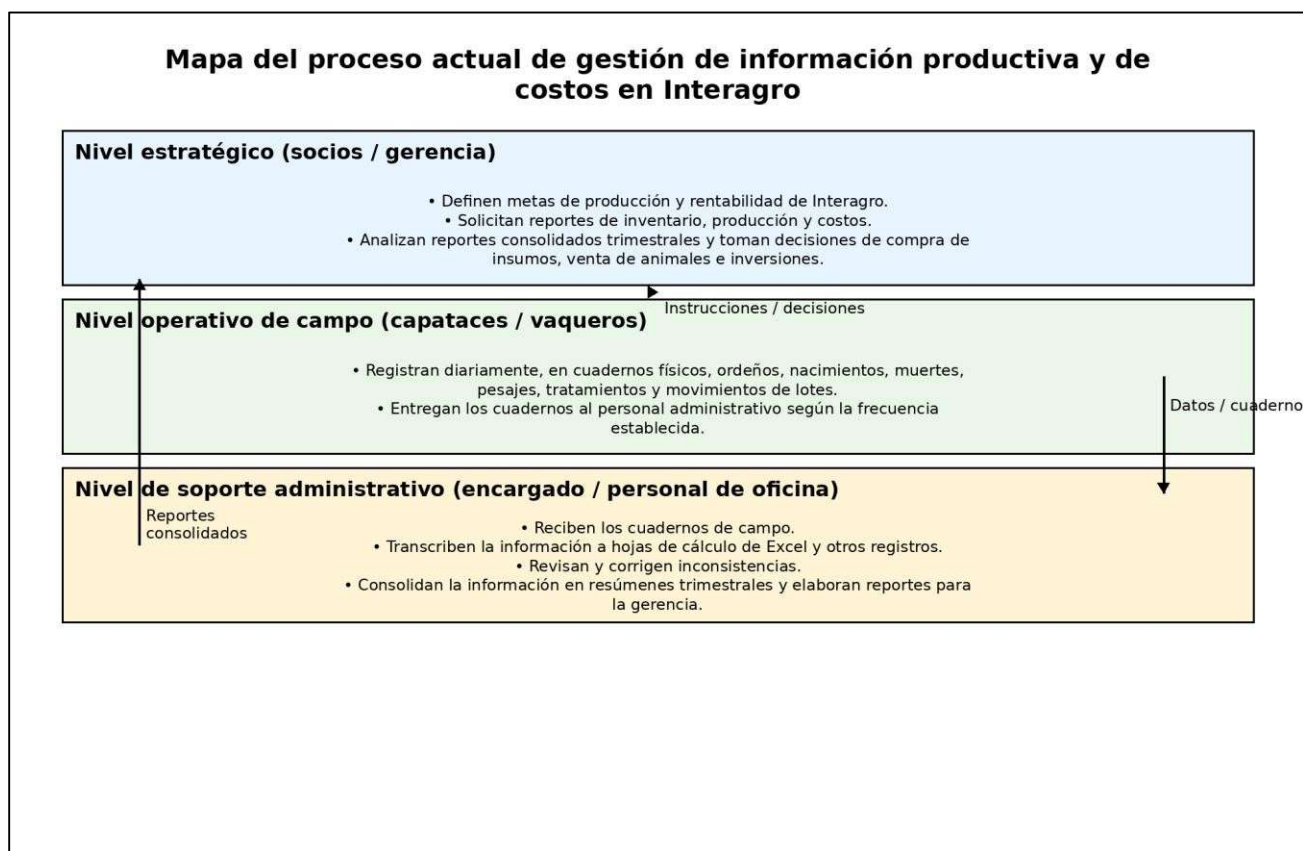


Figura 21 Mapa proceso actual de gestión de información productiva

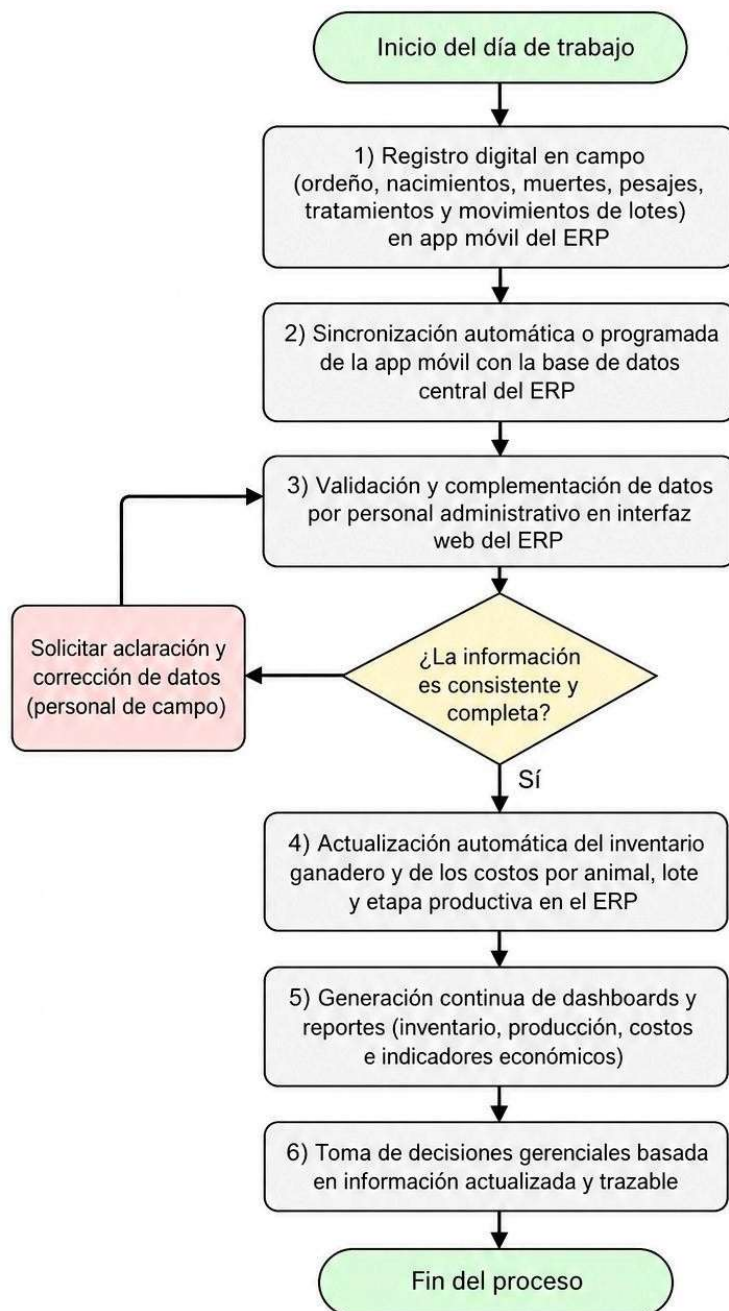
El mapa distingue los roles y responsabilidades de cada nivel, evidenciando que los datos se generan en campo, se procesan manualmente en el nivel administrativo y llegan a la gerencia de forma consolidada y con desfase temporal, lo que condiciona la calidad y oportunidad de las decisiones.

6.1.5 Modelo TO-BE del proceso de gestión de inventario y costos

En coherencia con el diagnóstico del proceso actual (modelo AS-IS) presentado en el Capítulo IV, el diseño del sistema ERP implica la definición de un modelo TO-BE que describa cómo debería funcionar el proceso de gestión del inventario ganadero y del control de costos una vez implementada la solución propuesta. En este escenario futuro, el registro de datos productivos, sanitarios y de costos se realizaría directamente en el sistema, mediante una aplicación móvil para el personal de campo y una interfaz web para el personal administrativo, con sincronización periódica hacia una base de datos central que alimenta reportes y tableros de control gerencial.

La Figura 22 presenta el flujo TO-BE del proceso, en el cual las etapas de registro en campo, validación y consolidación se automatizan dentro del ERP, reduciendo la dependencia de soportes físicos y planillas dispersas, mientras que la información relevante para la toma de decisiones se actualiza de forma más frecuente y con menor riesgo de error. Este modelo constituye la referencia para el diseño detallado de los módulos, el modelo de datos y los indicadores económicos desarrollados en las secciones posteriores del capítulo.

Diagrama de flujo TO-BE del proceso futuro de registro y consolidación de información en Interagro



TO-BE: proceso futuro de Interagro, con registro digital en campo, consolidación automática en el ERP y soporte a la toma de decisiones gerenciales

Figura 22 Diagrama de flujo TO-BE

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La conceptualización y diseño del presente sistema ERP no surgen de supuestos teóricos abstractos, sino que responden de manera directa y matemática a las vulnerabilidades críticas y brechas estructurales diagnosticadas en los instrumentos empíricos aplicados a la organización. El análisis consolidado de la encuesta a la línea gerencial (Encuesta_Gestion_Interagro_2.xlsx), la entrevista cualitativa en profundidad aplicada al Gerente de Operaciones y la ficha de análisis documental del registro de producción de campo (DOC-PROD-001) revelan tres factores que justifican la viabilidad técnica y administrativa de la propuesta.

Desde el diagnóstico cuantitativo presentado en el Capítulo IV se evidenció que prácticamente el 100% de los registros operativos clave del hato se realizan actualmente en cuadernos físicos o en hojas de cálculo independientes, y que la consolidación de la información productiva y económica puede requerir hasta 8 horas semanales de trabajo manual para preparar reportes y calcular indicadores básicos. A su vez, el análisis de los formatos documentales internos mostró una incidencia aproximada de 15% de errores de transcripción o inconsistencias entre documentos, así como la ausencia de cálculos sistemáticos del costo por animal, costo por litro de leche y costo por kilogramo en pie. Bajo estas condiciones, la implementación del sistema ERP SGG-Interagro se proyecta para reducir significativamente los tiempos de registro y consolidación de la información (al pasar de procesos manuales semanales a cortes automáticos configurables en el sistema), disminuir la probabilidad de errores de transcripción mediante validaciones automáticas y estandarización de catálogos, mejorar la trazabilidad individual de los animales al centralizar los eventos productivos y sanitarios, y generar de forma automática los reportes gerenciales e indicadores económicos priorizados en el Capítulo IV. De esta manera, los beneficios esperados pueden expresarse en términos concretos de reducción de tiempos, disminución de errores, fortalecimiento de la trazabilidad y mejora en la oportunidad y calidad de los reportes para la toma de decisiones.

En primer lugar, los resultados triangulados evidencian una desconexión estructural entre los registros de campo y la contabilidad central, que se traduce en una “ceguera financiera” respecto al costo real por animal y a la rentabilidad de las diferentes unidades productivas de Interagro. La encuesta gerencial mostró que, aunque se registran de forma sistemática algunos costos operativos fijos, esta información no se vincula con los volúmenes de producción ni con la trazabilidad individual del hato, mientras que el análisis documental del DOC-PROD-001

confirmó un 0% de completitud en métricas financieras asociadas a la producción diaria. Esta evidencia empírica justifica la necesidad de un sistema ERP que integre en una misma plataforma datos biológicos, productivos y económicos, automatizando el cálculo de indicadores clave como el costo por litro de leche, el costo por kilogramo en pie y el retorno de inversión por animal.

En segundo lugar, el estudio demostró que la periodicidad trimestral en la consolidación de la información y la dependencia de procesos manuales generan un desfase crítico entre lo que ocurre en los potreros y la información disponible para la gerencia. Tanto las declaraciones del Gerente de Operaciones como la revisión de las hojas de cálculo actuales confirman que la unificación de libretas de campo y su transcripción a Excel se realiza únicamente cada tres meses, lo que provoca que anomalías en ganancia de peso, consumo de insumos o desempeño reproductivo se detecten con semanas o meses de retraso. La propuesta del sistema ERP se justifica, por tanto, como un mecanismo para pasar de un modelo reactivo a uno proactivo, al habilitar tableros de Business Intelligence que transforman los registros diarios en indicadores disponibles casi en tiempo real para la toma de decisiones.

Finalmente, la justificación técnica del diseño se ancla en las limitaciones contextuales identificadas en el Capítulo I, relacionadas con la infraestructura tecnológica rural y las condiciones climáticas adversas del entorno de Olancho. La combinación de baja conectividad permanente, uso extendido de dispositivos móviles y riesgos climáticos recurrentes demuestra que las soluciones ERP tradicionales basadas únicamente en la nube no son viables para Interagro. De ahí que el enfoque arquitectónico Offline-First y el modelo híbrido de sincronización diferida propuestos en este capítulo no sean una elección arbitraria, sino una respuesta directa a los hallazgos del diagnóstico y a las teorías de Sistemas de Información revisadas en el marco teórico, orientada a garantizar continuidad operativa, resiliencia ante fallas de red y disponibilidad de información confiable para la planificación estratégica de la empresa.

6.2.1 Análisis comparativo: solución de mercado vs. solución a la medida.

Previo a profundizar en la justificación técnica y operativa de la propuesta, resulta pertinente contrastar las alternativas tecnológicas disponibles actualmente en el mercado latinoamericano y global frente a la solución diseñada específicamente para Interagro. Existen diversas soluciones de software ganadero y ERP agroindustrial con distintos niveles de madurez, especialización zootécnica y modelo de negocio, sin embargo, cada una presenta limitaciones

particulares al momento de responder a las necesidades concretas de trazabilidad, costeo por animal e inteligencia artificial local que demanda la operación de Interagro. La Tabla 44 sintetiza este análisis comparativo, evaluando seis criterios clave (arquitectura, inteligencia artificial, especialización zootécnica, manejo financiero y costos, modelo de negocio y experiencia de usuario) entre cinco soluciones comerciales de referencia y la solución a la medida propuesta (SGG).

Matriz Comparativa de Mercado

Tabla 31 Matriz Comparativa de Mercado

Criterio	Software Ganadero SG (Colombia / Latam)	Odoo Ganadero / Agro (Global / Implementadores)	Hato / Apps Móviles (Latam)	MiFinca Software (Honduras / CA)	SAP Agribusiness (Enterprise)	SGG
1. Arquitectura	Escritorio Windows tradicional (Monolítico local + backups nube)	Web Multi-Company (Requiere servidor dedicado)	Móvil (Android/iOS) con BD local o nube simple	Escritorio local / Cliente-Servidor tradicional	Cloud / On-Premise Enterprise	SaaS Multi-Tenant Cloud Native (Django-Tenants / Docker)
2. Inteligencia Artificial	Métodos analíticos estáticos / Fórmulas tradicionales	Depende de plugins o APIs externas de pago (OpenAI)	Ninguna	Ninguna	Analítica empresarial (SAC / Hana) sin IA zootécnica offline	IA Local Nativa (Ollama): Consultas en lenguaje natural, predicciones offline
3. Especialización Zootécnica	Muy Alta (30+ años en genealogía, reproducción, leche/carne)	Baja-Media (Adaptación de inventario / cultivos; requiere desarrollo)	Media (Registro básico de eventos y producción)	Media (Enfocado más en costos agrícolas y tareas de campo)	Baja (Enfocado en contabilidad, logística y agroindustria pesada)	Muy Alta (Modelado biológico, genealogía, trazabilidad y curvas de producción)
4. Manejo Financiero y Costos	Costos directos y flujo de caja básico	Contabilidad ERP completa y avanzada	Nulo o muy elemental (ingresos/gastos simples)	Estructura de costos agrícolas y ejecución presupuestal	Contabilidad corporativa avanzada y multinacional	Costos ABC por animal/lote , integrados nativamente con finanzas
5. Modelo de Negocio	Licencia tradicional (pago único o renovación de soporte)	Licencia por usuario + implementación costosa por terceros	Suscripción mensual bajo costo o Freemium	Licencia tradicional + soporte técnico	Licencias corporativas de miles de dólares + consultoría	Suscripción SaaS flexible (por hato / número de animales)

Criterio	Software Ganadero SG (Colombia / Latam)	Odoo Ganadero / Agro (Global / Implementadores)	Hato / Apps Móviles (Latam)	MiFinca Software (Honduras / CA)	SAP Agribusiness (Enterprise)	SGG
6. Experiencia de Usuario (UI)	Interfaz saturada estilo Windows XP / legacy	Interfaz web funcional, pero genérica para cualquier industria	Muy intuitiva para smartphone	Interfaz de formularios tradicionales	Compleja, orientada a contadores y administradores	UI Corporativa SaaS limpia, adaptable (Desktop/Mobile)
7. Comparativa de Precios Aproximado	US\$989 licencia inicial; renovación 16-29% SMMVC softwareganadero+1	US\$0-76.20/usuario/mes; paquetes US\$580-25,000 odoo+1	Gratis; premium US\$7.19–US\$111.40 apps.apple	US\$ 100 anuales	Desde US\$180/usuario/mes; US\$3,500–US\$10,000+/usuario/año erpresearch	US\$3,000

Nota: Elaboración propia.

El análisis comparativo evidencia que las soluciones de mercado cubren aspectos parciales de la operación ganadera: algunas destacan en especialización zootécnica pero carecen de módulos financieros robustos (Software Ganadero SG), otras ofrecen contabilidad avanzada pero poca adaptación al sector pecuario (Odoo, SAP Agribusiness), y las aplicaciones móviles priorizan la usabilidad sacrificando profundidad analítica (Hato). Ninguna de las alternativas evaluadas integra de forma nativa inteligencia artificial local, arquitectura SaaS multi-tenant y un modelo de costeo ABC específico por animal/lote, funcionalidades que sí incorpora la solución SGG diseñada para Interagro. Esta brecha funcional confirma que una solución a la medida ofrece mayor valor estratégico que la adopción de un producto genérico, al alinear la tecnología con la especificidad biológica, financiera y operativa del ganado de doble propósito.

6.2.2 Gestión de la Integración.

En esta sección la gestión de la integración del proyecto se alinea explícitamente con la Guía del PMBOK, tomando como área de conocimiento principal la Gestión de la Integración del Proyecto y como proceso central Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto, ubicado en el Grupo de Procesos de Inicio. En coherencia con dicho marco, el Acta de Constitución del Proyecto SGG-Interagro define formalmente la justificación del proyecto, sus objetivos, alcance de alto nivel, entregables principales, criterios de éxito, recursos críticos y roles clave (patrocinador, equipo del proyecto y usuarios), de manera que la propuesta de ERP presentada en este capítulo quede integrada a la planificación estratégica y a la cartera de proyectos tecnológicos de la empresa. A partir de esta base, las secciones posteriores de gestión de alcance, cronograma, costos y riesgos se articulan con las demás áreas de conocimiento del PMBOK, garantizando una administración coherente e integral del diseño e implementación del sistema.

Acta de Constitución del Proyecto.

A continuación, se presenta el acta de constitución del proyecto asociado al diseño del sistema de información ERP propuesto para Agroindustria Internacional (Interagro). Este documento resume los elementos fundamentales de inicio del proyecto, siguiendo la estructura utilizada en el ejemplo de tesis basado en la guía PMBOK.

Tabla 32 Acta de constitución del proyecto

Nombre del proyecto	Diseño e implementación propuesta de un sistema de información ERP para la gestión integral del inventario ganadero y control de costos en Agroindustria Internacional (Interagro).
Siglas del proyecto	SGG-Interagro (Sistema de Gestión Ganadero Interagro).
Patrocinador del proyecto	Socios directivos de Agroindustria Internacional (Interagro).
Director del proyecto	Equipo autor del Trabajo Final de Graduación.
Ubicación del proyecto	Finca y oficinas administrativas de Agroindustria Internacional (Interagro), departamento de Olancho, Honduras.
Fecha de emisión	Julio de 2026.

Versión del documento	1.0
-----------------------	-----

Criterios de éxito e indicadores de aceptación del proyecto.

Para efectos del Acta de Constitución del Proyecto SGG-Interagro, se establecen los siguientes criterios de éxito:

1. Que al finalizar la fase piloto al menos el 90% de los registros operativos definidos (ingreso y baja de animales, pesajes, ordeño y eventos sanitarios) se realicen dentro del sistema ERP, sin recurrir a hojas de cálculo paralelas.
2. Que el tiempo requerido para consolidar la información productiva y económica para un periodo mensual se reduzca, como mínimo, en un 50% respecto a la línea base actual de 8 horas semanales de trabajo manual.
3. Que los errores de transcripción detectados en los reportes de inventario y de costos disminuyan al menos en un 50% en comparación con la incidencia aproximada de 15% identificada en el diagnóstico.
4. Que la gerencia disponga de reportes automáticos de costo por animal, costo por litro de leche y costo por kilogramo en pie, generados directamente desde el ERP, al menos una vez por mes.
5. Estos criterios se medirán mediante indicadores de aceptación específicos: porcentaje de registros realizados en el ERP frente al total de registros operativos, tiempo promedio de consolidación mensual de información, porcentaje de reportes que requieren corrección por errores de captura y disponibilidad oportuna de los indicadores económicos priorizados.

Campo	Contenido Propuesto
Nombre del proyecto.	Diseño e implementación del sistema de información ERP SGG-Interagro para la gestión integral del inventario ganadero y control de costos
Patrocinador formal	Gerente General de Agroindustria Internacional (Interagro)
Co-patrocinadores funcionales	Gerente de Operaciones; Gerente Administrativo-Financiero
Objetivo general del proyecto	Contar con un sistema ERP integrado que registre y consolide la información de inventario ganadero, producción, sanidad y costos biológicos y operativos, generando indicadores gerenciales para la toma de decisiones
Alcance de alto nivel	Diseño funcional y de datos del ERP SGG-Interagro; parametrización inicial; desarrollo o adaptación de módulos clave; prueba piloto en una unidad productiva; propuesta de despliegue gradual a otras unidades
Criterios de éxito	1) $\geq 90\%$ de los registros operativos definidos realizados en el ERP al cierre de la fase piloto. 2) Reducción $\geq 50\%$ del tiempo de consolidación mensual (línea base: 8 horas semanales). 3) Disminución $\geq 50\%$ de errores de transcripción (línea base: 15%). 4) Disponibilidad mensual de reportes automáticos de costo por animal, costo por litro de leche y costo por kilogramo en pie.
Indicadores de aceptación	Porcentaje de registros en ERP vs. total; tiempo promedio de consolidación mensual; porcentaje de reportes con

Campo	Contenido Propuesto
	correcciones por errores; frecuencia de generación de indicadores económicos clave
Beneficios esperados medibles	Reducción de al menos 50% del tiempo de elaboración manual de reportes; disminución de errores de transcripción a $\leq 7,5\%$; generación periódica de indicadores de rentabilidad por hato; mejora del nivel de satisfacción de directivos respecto a la oportunidad y calidad de la información (medida vía encuesta interna)
Principales entregables	Acta de constitución aprobada; diseño funcional y de datos del ERP SGG-Interagro; prototipo o versión piloto operativa; plan de implementación y capacitación; informe de resultados de la fase piloto

Tabla 33 Elementos clave del acta de constitución del proyecto ERP

Tabla 31. Elementos clave del acta de constitución del proyecto ERP SGG-Interagro, **Patrocinador formal del proyecto.**

El patrocinador formal del proyecto será el Gerente General de Agroindustria Internacional (Interagro), quien autoriza el inicio del proyecto, respalda la asignación de recursos humanos y financieros necesarios, y asume la responsabilidad de aprobar los principales entregables del sistema ERP SGG-Interagro. Adicionalmente, se reconoce como co-patrocinadores funcionales al Gerente de Operaciones y al Gerente Administrativo-Financiero, encargados de asegurar la alineación del proyecto con los procesos productivos y con la gestión económico-financiera de la empresa.

Beneficios esperados medibles.

En coherencia con el diagnóstico del Capítulo IV y con la justificación de la propuesta, se definen como beneficios esperados medibles del proyecto:

a) Reducción de al menos un 50% en el tiempo dedicado a la elaboración manual de reportes de inventario ganadero y costos operativos.

b) Disminución de la incidencia de errores de transcripción y duplicidad de registros a un valor igual o inferior al 7,5% de los reportes revisados durante el primer año de operación del ERP.

c) Generación periódica de indicadores clave de rentabilidad (costo por animal, costo por litro de leche, costo por kilogramo en pie y margen de contribución por hato) para todos los lotes incluidos en la fase piloto.

d) Incremento en el nivel de satisfacción de los directivos respecto a la oportunidad y calidad de la información para la toma de decisiones, medido mediante una encuesta interna posterior a la implementación piloto del sistema.

Propósito y justificación del proyecto

El propósito es diseñar una propuesta integral de sistema de información ERP adaptada al contexto operativo, tecnológico y administrativo de Agroindustria Internacional (Interagro), que integre en una sola plataforma los procesos de inventario ganadero, trazabilidad, producción, sanidad animal, costos biológicos y costos operativos, generando información confiable y oportuna para la toma de decisiones gerenciales.

Situación actual

Actualmente, la gestión de la información en Agroindustria Internacional (Interagro) se basa en registros manuales dispersos en cuadernos físicos y hojas de cálculo independientes, con duplicidad de captura de datos, baja frecuencia de consolidación trimestral y ausencia de indicadores automatizados de costo por animal y rentabilidad, tal como se evidenció en el diagnóstico del Capítulo IV. Esta situación genera retrasos en la disponibilidad de información gerencial, una alta probabilidad de errores de transcripción y una limitada capacidad para evaluar, en tiempo oportuno, el desempeño productivo y económico de las diferentes unidades del hato.

Situación futura deseada

Con la implementación del sistema de información ERP SGG-Interagro se espera contar con una plataforma única que integre los procesos de inventario ganadero, trazabilidad, producción, sanidad animal, costos biológicos y costos operativos, permitiendo el registro estandarizado de datos en el momento en que ocurren las actividades y la generación automática de reportes e indicadores económicos y productivos clave. En este escenario futuro, la gerencia dispondrá de información confiable y oportuna para la toma de decisiones, con cortes de información más frecuentes y con menor dependencia de procesos manuales de consolidación.

Brecha que se busca cerrar

La propuesta del sistema ERP SGG-Interagro se orienta precisamente a cerrar la brecha entre esta situación actual, caracterizada por registros manuales fragmentados y falta de indicadores, y la situación futura deseada, basada en un sistema integrado con enfoque Offline-First, adecuado a las limitaciones de conectividad rural. Al sustituir las hojas de cálculo y cuadernos físicos por procesos estandarizados dentro del ERP, y al automatizar el cálculo de los indicadores priorizados en el Capítulo IV, el proyecto contribuye a mejorar de forma directa el control operativo y financiero de la empresa y a reducir los riesgos asociados a decisiones tomadas con información incompleta o desactualizada.

Objetivos del proyecto

El objetivo general es diseñar una propuesta de sistema de información ERP para Agroindustria Internacional (Interagro) que integre de forma confiable y oportuna la información del inventario ganadero, la producción, la sanidad y los costos operativos, transformándola en reportes e indicadores gerenciales útiles para la toma de decisiones estratégicas.

Objetivos específicos.

Objetivos técnicos del proyecto

- a. Diseñar y documentar el módulo de inventario ganadero y trazabilidad del sistema ERP SGG-Interagro, de manera que permita el registro individual del 100% del hato y el control de todos los movimientos internos de animales durante la fase piloto (primeros 12 meses del proyecto).
- b. Diseñar y documentar el módulo de producción y sanidad para la captura estructurada de ordeños, pesajes, eventos reproductivos y tratamientos veterinarios, asegurando que, al finalizar la fase piloto, al menos el 90% de estos eventos se registren dentro del ERP.
- c. Diseñar el módulo de costos biológicos y operativos para asignar y prorratear costos por etapa fisiológica, lote y animal, de forma que el sistema permita calcular automáticamente, al cierre de cada mes, los indicadores de costo por animal, costo por litro de leche y costo por kilogramo en pie definidos en el Capítulo IV.
- d. Diseñar el módulo de inteligencia gerencial y tableros de control que consolide la información productiva, sanitaria y económica, generando al menos cuatro reportes

gerenciales automáticos mensuales (inventario ganadero, producción, costos por centro de costo y rentabilidad por hato).

- e. Elaborar un cronograma detallado y un presupuesto preliminar para la implementación escalonada del sistema ERP SGG-Interagro, especificando fases, hitos principales, recursos requeridos y horizonte temporal de los primeros 24 meses del proyecto.

Objetivos organizacionales del proyecto

- a. Mejorar la eficiencia operativa de la gestión ganadera reduciendo, en al menos un 50%, el tiempo dedicado a la consolidación manual de información productiva y de costos al término del primer año de operación piloto del ERP, en comparación con la línea base actual.
- b. Fortalecer el control de costos biológicos y operativos mediante el uso sistemático de los indicadores económicos generados por el ERP, de forma que los tres socios directivos utilicen mensualmente, como mínimo, los reportes de costo por animal, costo por litro de leche y rentabilidad por hato para la toma de decisiones.
- c. Incrementar el nivel de trazabilidad del inventario ganadero asegurando que, al finalizar la fase piloto, al menos el 95% de los animales tengan registrada en el sistema su historia básica de movimientos, eventos sanitarios y productivos, conforme a los requerimientos internos y a la normativa de trazabilidad vigente.

Alcance, entregables, supuestos y restricciones.

Tabla 34 Alcance, entregables, supuestos y restricciones.

Alcance del proyecto	Incluye: el diseño funcional, lógico y arquitectónico del sistema ERP SGG-Interagro; la definición del modelo de datos esencial; la definición de los indicadores clave de rendimiento (KPIs); el diseño de los módulos ERP priorizados (inventario y trazabilidad, producción y sanidad, costos biológicos y operativos, inteligencia gerencial y tableros de control); el diseño de los reportes y dashboards gerenciales; y la elaboración del cronograma de implementación inicial y del presupuesto estimado de inversión. No incluye: la construcción ni puesta en
----------------------	--

	producción del software definitivo, la adquisición física de hardware o infraestructura tecnológica, la implementación técnica completa del sistema en todas las fincas, la migración integral de datos históricos ni el desarrollo de integraciones con sistemas externos, los cuales se consideran parte de un proyecto posterior de implementación tecnológica.
Entregables principales	Acta de constitución del proyecto; documento de alcance y diseño general del sistema ERP SGG-Interagro; diseño funcional detallado de los módulos priorizados (inventario y trazabilidad, producción y sanidad, costos biológicos y operativos, inteligencia gerencial y tableros de control); modelo de datos relacional esencial de la base de datos del sistema; definición formal de los indicadores clave de rendimiento (KPIs) y de los reportes y dashboards gerenciales asociados; cronograma preliminar de implementación escalonada; y presupuesto estimado de inversión para las fases de desarrollo, parametrización, capacitación y despliegue inicial.

Supuestos y restricciones del proyecto

Tabla 35 Supuestos y restricciones del proyecto

Supuestos	Los socios directivos de Interagro brindarán la información requerida y validarán los entregables; se dispondrá de acceso a los registros administrativos y productivos necesarios; el entorno rural permitirá la operación de una arquitectura híbrida con sincronización diferida y uso de dispositivos móviles.
Restricciones	El diseño debe ajustarse a las limitaciones de conectividad rural; debe priorizarse el uso de tecnologías de código abierto; el presupuesto inicial estimado se limita a un monto de referencia de 3,000.00 USD; la propuesta se

	formula en el marco académico del Trabajo Final de Graduación y su implementación real dependerá de decisiones posteriores de la empresa.
Riesgos del proyecto	• Limitaciones de conectividad rural, que pueden impedir la sincronización oportuna de los datos capturados en finca con el servidor central del ERP, especialmente en temporadas de lluvia o en zonas con cobertura inestable. • Baja adopción tecnológica por parte de algunos usuarios clave, derivada de su escasa experiencia previa con sistemas de información y dispositivos electrónicos, lo que podría retrasar el uso efectivo de los módulos del ERP. • Insuficiente capacitación del personal operativo y administrativo, que se traduzca en errores de registro, omisiones de datos o subutilización de las funcionalidades de reportes e indicadores. • Resistencia al cambio organizacional, manifestada en la preferencia por seguir utilizando cuadernos físicos y hojas de cálculo paralelas, lo que aumentaría la duplicidad de registros y pondría en riesgo la calidad de la información integrada en el sistema.

Interesados clave y riesgos iniciales

Tabla 36 Interesados clave y riesgos iniciales

Interesado	Rol en el proyecto	Nivel de influencia	Nivel de interés
Socios directivos de Interagro	Patrocinadores del proyecto y tomadores de decisiones estratégicas.	Alto	Alto
Gerente de operaciones	Interesado clave y validador funcional de los procesos de inventario, producción y sanidad.	Alto	Alto
Personal administrativo	Usuarios clave de módulos de costos,	Medio	Alto

		reportes y controles internos.		
Personal operativo de finca		Usuarios finales de captura de datos en campo mediante la aplicación móvil.	Bajo-medio	Alto
Equipo autor del TFG		Responsables de estructurar, documentar y presentar la propuesta técnica y el plan de implementación.	Medio	Medio
Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Respuesta inicial propuesta
Resistencia al cambio	Preferencia del personal por registros manuales y baja adopción del sistema.	Media-alta	Alto	Programa de capacitación progresiva, acompañamiento en campo y comunicación de beneficios.
Conectividad limitada	Interrupciones en la red rural que afectan la sincronización de datos.	Alta	Alto	Diseño Offline-First con sincronización asíncrona y colas de mensajes.
Errores en migración de datos	Inconsistencias o pérdida de información al pasar de cuadernos y hojas de cálculo al ERP.	Media	Medio-alto	Plan de depuración, validación y carga masiva controlada con revisión cruzada.
Sobrecostos tecnológicos	Aumentos de precio en hardware o conectividad respecto a la estimación inicial.	Media	Medio	Priorización de módulos críticos y selección de alternativas de software y hardware de

				código abierto o bajo costo.
--	--	--	--	------------------------------

Presupuesto y cronograma preliminar

Presupuesto preliminar. De acuerdo con el análisis financiero del Capítulo VI, la inversión inicial estimada de referencia para el proyecto asciende a 3,000.00 USD, concentrada en desarrollo de software backend, aplicación móvil y mecanismos de sincronización de datos.

El presupuesto preliminar se desagrega en cuatro rubros principales: (a) desarrollo y/o parametrización de software backend, aplicación móvil y mecanismos de sincronización de datos, (b) servicios profesionales de análisis, diseño, pruebas y acompañamiento en la implementación piloto, (c) infraestructura tecnológica mínima requerida en finca y oficina (equipos de cómputo, dispositivos móviles y mejoras básicas de conectividad) y (d) actividades de capacitación y gestión del cambio dirigidas al personal operativo y administrativo. La estimación de cada rubro se realizó tomando como referencia cotizaciones de mercado de proveedores locales y regionales de software y servicios tecnológicos, así como costos unitarios de equipos y conectividad recopilados durante el diagnóstico financiero del Capítulo VI, considerándose como costos directos aquellos vinculados de forma inmediata al diseño y puesta en marcha piloto del ERP (desarrollo, servicios profesionales y capacitación) y como costos indirectos los asociados a infraestructura compartida y gastos generales de soporte. Adicionalmente, se incorpora una reserva para contingencias equivalente al 10 % o 15 % aproximadamente del total estimado, destinada a cubrir posibles incrementos de precios en hardware, conectividad o servicios de desarrollo, así como ajustes menores al alcance funcional durante la fase piloto.

Tabla 37 Presupuesto preliminar por rubros del proyecto ERP

Rubro	Tipo de costo	Monto estimado (USD)	Fuente de estimación
Desarrollo y parametrización de software	Directo	2,000	Cotizaciones de proveedores de ERP/local
Servicios profesionales de análisis y pruebas	Directo	500	Tarifas promedio de consultoría TI en Honduras
Capacitación y gestión del cambio	Directo	200	Estimación de horas de formación y materiales

Rubro	Tipo de costo	Monto estimado (USD)	Fuente de estimación
Reserva para contingencias (10%)	Indirecto	300	Porcentaje aplicado sobre el subtotal
Total, estimado	—	\$ 3,300.00	—

Tabla 35. Presupuesto preliminar por rubros del proyecto ERP

Cronograma preliminar. El plan de implementación contempla un ciclo inicial de cuatro semanas que incluye instalación y configuración de la infraestructura, carga masiva de datos históricos, capacitación al personal y salida en vivo con auditoría de flujos operativos, según el cronograma descrito en la sección 6.6.

Aprobación del proyecto

Mediante la presente acta, el Gerente General de Agroindustria Internacional (Interagro), en su calidad de patrocinador formal del proyecto, aprueba el desarrollo, documentación y presentación de la propuesta técnica del sistema ERP SGG-Interagro descrita en el Capítulo VI del Trabajo Final de Graduación. Esta aprobación se realiza con base en el diagnóstico organizacional y metodológico previamente realizado y en el cumplimiento de los criterios de éxito e indicadores de aceptación definidos en la sección 6.2.1, particularmente la reducción de tiempos de consolidación de información, la disminución de errores de registro y la generación automática de indicadores económicos y productivos clave. Serán objeto de validación formal por parte del patrocinador y de los gerentes de Operaciones y Administrativo-Financiero los siguientes entregables principales: el acta de constitución del proyecto, el documento de alcance y diseño general del sistema, el modelo de datos relacional esencial, el diseño funcional de los módulos priorizados, la definición de indicadores y reportes gerenciales, el cronograma preliminar de implementación y el presupuesto estimado de inversión.

Tabla 38 Aprobación del proyecto.

Nombre	Cargo / Rol	Firma	Fecha
Representante de Interagro	Patrocinador del proyecto		
Gerente de operaciones de Interagro	Interesado clave / validador funcional		

Nombre	Cargo / Rol	Firma	Fecha
Carlos Eduardo Zapata Cerrato	Autor del proyecto		
Samir Salomón Escoto	Autor del proyecto		

6.2.3 Integración Costos y Producción para Romper la Ceguera Financiera

El principal argumento empírico que justifica el desarrollo del software es la desconexión total observada entre el área técnica de campo y el área contable central. El 100% de los informantes clave evaluados en la encuesta gerencial coincidieron en que, si bien se registran los costos operativos fijos mensuales de mano de obra directa, gastos veterinarios y combustible de forma sistemática, los registros vigentes no permiten conocer el costo total por animal de forma precisa ni la rentabilidad real de la producción agropecuaria.

Esto se constata físicamente al auditar el documento de campo DOC-PROD-001, donde se evidencia un 0% de completitud en métricas financieras. El encargado del hato anota diariamente los litros globales de ordeño y los pesajes masivos trimestrales, pero desconoce por completo los costos de las facturas de insumos que se archivan de manera aislada en carpetas físicas. Al no existir un punto unificado de datos, la gerencia de Interagro calcula los márgenes económicos basándose únicamente en la experiencia adquirida "a ojo" y en estimaciones mentales de umbrales de venta mínimos. La integración de los tres módulos de inventarios core (Ganado, Medicamentos y Alimentos) planteada en el diseño funcional resuelve esta vulnerabilidad al automatizar el cálculo del Retorno de Inversión (ROI) tanto a nivel global como de manera individualizada por animal.

En el diseño del sistema ERP SGG-Interagro, la integración entre costos y producción se logra mediante un flujo de datos que conecta los registros operativos de campo con la contabilidad de costos. Los eventos de producción y sanidad (ordeños diarios, pesajes, movimientos de animales, tratamientos veterinarios) se registran en los módulos de inventario, producción y sanidad, y se vinculan a centros de costo biológicos (etapa fisiológica, lote, potrero) y a rubros específicos de gasto registrados en el módulo de costos operativos (alimentación, mano de obra, sanidad, energía, combustible). A partir de esta integración, el sistema consolida mensualmente los consumos de recursos por unidad productiva y los relaciona con los volúmenes producidos, permitiendo calcular de forma automática indicadores como costo por animal, costo por litro de

leche, costo por kilogramo de carne en pie, margen de contribución por hato y rentabilidad por centro de costo, que actualmente no se obtienen de manera sistemática.

Como resultado directo de esta ruptura de la ceguera financiera, el ERP genera reportes integrados de desempeño bioeconómico, entre los que destacan: (a) un reporte mensual de costos y resultados por hato o lote, donde se muestran los costos directos e indirectos asignados, la producción obtenida y el margen de contribución; (b) un tablero de control que compara el costo por litro de leche y por kilogramo de carne entre unidades productivas, identificando las de mejor y peor desempeño; y (c) un reporte histórico que permite analizar la evolución del costo por animal y de la rentabilidad en función de cambios en las prácticas de manejo o en los precios de insumos. Estos productos de información facilitan que la gerencia pase de una visión basada en gastos globales a un análisis detallado por unidad productiva, conectando de manera explícita las decisiones de manejo en campo con sus efectos financieros.

6.2.4 Superación del Desfase Informativo y la Obligación Trimestral

Los resultados demuestran que la toma de decisiones gerenciales en Interagro opera bajo un esquema reactivo debido a la baja frecuencia de actualización de la información. Tanto los datos consolidados en la matriz del archivo de hojas de cálculo como las declaraciones del Gerente de Operaciones confirman que la unificación y el análisis de las libretas de cuaderno de campo y su posterior transcripción manual a hojas de Microsoft Excel ocurre de forma estrictamente trimestral.

Este desfase en el procesamiento de la data provoca que las anomalías críticas del negocio tales como caídas abruptas en la curva de ganancia de peso, incrementos desproporcionados en el consumo de concentrado o la extensión perjudicial de los días abiertos (intervalo parto-gestación) sean detectadas semanas o meses después de haber sucedido, anulando la capacidad de intervención oportuna. Al respecto, el 100% de la muestra gerencial manifestó una necesidad de disponer de indicadores económicos clave como el costo por litro de leche producido, el costo por libra de carne y el punto de equilibrio automatizado de manera inmediata y en tiempo real. La propuesta de arquitectura informática responde a esta brecha mediante la automatización de la capa analítica de negocio (Business Intelligence), traduciendo la información cruda transaccional en tableros y paneles visuales que muestran indicadores de desempeño de forma diaria y automatizada.

Estado actual

En la situación actual, la información productiva y económica relevante para la toma de decisiones gerenciales se consolida de forma estrictamente trimestral, a partir de la unificación manual de las libretas de cuaderno de campo y de hojas de cálculo dispersas. Esto implica que anomalías críticas del negocio como caídas abruptas en la curva de ganancia de peso, incrementos desproporcionados en el consumo de concentrado o extensiones excesivas del intervalo parto-gestación se detecten semanas o meses después de ocurridas, limitando la posibilidad de una intervención oportuna.

Estado futuro con el ERP SGG-Interagro

Con la implementación del sistema ERP SGG-Interagro, se plantea pasar de un esquema de consolidación trimestral reactivo a un esquema de actualización periódica configurado directamente en el sistema, que permita generar reportes automáticos de producción y costos con una frecuencia, como mínimo, mensual y, para ciertos indicadores críticos, semanal o incluso diaria. Los registros de ordeño, pesajes, movimientos de animales y consumos de insumos se ingresarán de manera continua en la aplicación móvil o en los módulos de escritorio, de modo que la gerencia pueda consultar en cualquier momento el estado actualizado de los principales indicadores técnicos y económicos.

Tiempo estimado de mejora en la oportunidad de la información

En términos de oportunidad de la información, esto supone reducir el desfase entre el momento en que ocurre un evento productivo y el momento en que la gerencia puede analizarlo, pasando de un horizonte de aproximadamente 90 días (cortes trimestrales) a un horizonte de 7 a 30 días, según el indicador. Por ejemplo, los reportes trimestrales de producción y costos por hato serían reemplazados por reportes mensuales generados automáticamente por el ERP, mientras que las curvas de ganancia de peso, consumo de concentrado y producción lechera podrían monitorearse mediante tableros de control con actualizaciones semanales, permitiendo una reacción mucho más rápida ante desviaciones significativas.

6.2.5 Mitigación Climática y la Ineficiencia Logística del Campo

La justificación operativa se fundamenta en la necesidad imperante de blindar a la empresa contra las crisis cíclicas provocadas por las variables medioambientales de la zona rural de Olancho. Los informantes clave identificaron en las encuestas y entrevistas que el manejo de desastres naturales, sequías o excesos de lluvias es el mayor riesgo operativo y la fuente de

pérdidas económicas más severas para el hato ganadero. Actualmente, Interagro carece de cualquier mecanismo técnico o reporte formal para predecir los días de autonomía de agua, concentrado y pasto restante en los potreros, lo que causa retrasos críticos en la compra de alimentos de contingencia o en la venta estratégica de ejemplares descartados.

A esta vulnerabilidad externa se suma la ineficiencia logística provocada por la doble digitación de los datos de campo. Las anotaciones iniciales se realizan a mano en cuadernos bajo las condiciones climáticas del corral de ordeño por operarios que no utilizan computadoras corporativas, incurriendo en un retraso de 3 a 7 días y en constantes errores de transcripción o pérdida de hojas físicas antes de su llegada a la oficina. El diseño de la aplicación móvil bajo el estándar tecnológico *Offline-First* se justifica como la única alternativa viable para romper esta limitación logística. Al permitir la captura directa de la información en potreros sin conectividad a internet e incorporar alertas tempranas automatizadas para mitigar contingencias, el ERP asegura la continuidad operacional, elimina los procesos de digitación duplicados y dota a los tres socios principales de la empresa de una herramienta basada en datos reales para la planificación estratégica y la estabilidad financiera del negocio.

En el contexto de vulnerabilidad climática y logística, el sistema ERP SGG-Interagro capturará información operativa clave como inventario actualizado de animales por potrero, existencias de concentrado y suplementos, disponibilidad de agua en bebederos y reservorios, registros de lluvias y sequías reportadas por el personal de campo, así como movimientos de traslado de animales entre potreros y fincas. A partir de estos datos, el sistema podrá estimar de forma más precisa los días de autonomía de alimento y agua por unidad productiva, identificar de manera temprana potreros con cargas animales por encima de su capacidad y generar alertas cuando el nivel de inventario de insumos críticos caiga por debajo de umbrales definidos por la gerencia.

Frente a la ocurrencia de eventos climáticos adversos sequías prolongadas o excesos de lluvia, el ERP permitirá simular escenarios de redistribución de animales entre potreros, priorizar la asignación de concentrado a los grupos más vulnerables (vacas en producción, terneras en crecimiento) y planificar con anticipación compras extraordinarias de alimento o ventas estratégicas de animales descartados, reduciendo así el riesgo de pérdidas económicas severas. Asimismo, los tableros de control integrarán indicadores como días de autonomía de alimento, ocupación por potrero y variaciones inusuales en la producción lechera o en la ganancia de peso,

de modo que la gerencia pueda tomar decisiones operativas y financieras basadas en información consolidada en tiempo casi real y no únicamente en percepciones o registros manuales dispersos.

6.3 ALCANCE

Fundamentado en la teoría clásica de Sistemas de Información de (Laudon & Laudon, 2020) y con el propósito riguroso de mitigar la Limitación Contextual 1 relacionada con la deficiente infraestructura de conectividad rural en Honduras, se propone formalmente la adopción de un modelo puramente de software como servicio (SaaS) en la nube.

Para efectos de este Capítulo, el alcance funcional del sistema ERP SGG-Interagro comprende a los siguientes actores: socios directivos y gerencia general (usuarios de tableros de control e indicadores consolidados), gerente de operaciones (usuario y validador de los módulos de inventario, producción y sanidad), personal administrativo-contable (usuarios de módulos de costos e informes económicos) y personal operativo de finca (usuarios finales de la aplicación móvil para el registro de eventos en campo). El sistema cubrirá de manera prioritaria los procesos de registro y control del inventario ganadero, movimientos internos de animales, producción lechera y de carne, eventos reproductivos y sanitarios, consumo de insumos clave, cálculo de costos biológicos y operativos asociados y generación de reportes gerenciales y dashboards para las unidades productivas de Interagro ubicadas en la zona rural de Olancho. Quedan explícitamente excluidos del alcance de esta propuesta el desarrollo de integraciones técnicas con sistemas externos de contabilidad o nómina, la automatización de procesos administrativos no vinculados al hato ganadero y la expansión a otras empresas o regiones fuera del ámbito geográfico actual de Interagro, los cuales se consideran posibles fases futuras de implementación.

La capa de cliente en fincas operará mediante una aplicación móvil híbrida desarrollada en React Native o Vite, la cual se instalará en dispositivos móviles y tabletas de grado industrial, capitalizando el hallazgo del diagnóstico que indica un 88.3% de penetración de telefonía móvil dentro del personal de la organización. Esta aplicación integrará un motor de base de datos relacional embebido y ligero (SQLite3), el cual posibilitará la captura en tiempo real de eventos críticos en los potreros o corrales tales como pesajes rápidos, nacimientos, inseminaciones y aplicaciones de tratamientos veterinarios de forma autónoma y con total ausencia de conectividad a redes de datos.

Por otra parte, para albergar el sistema gestor de bases de datos relacionales principal (PostgreSQL16) y las interfaces de programación de aplicaciones (API). Al momento en que los

dispositivos móviles detecten conectividad de red local inalámbrica o datos móviles en las oficinas administrativas de la finca superando estratégicamente la brecha detectada del 41.3% de conectividad rural perenne, un servicio en segundo plano activará un protocolo de sincronización bidireccional asíncrona mediante colas de mensajes y marcas de tiempo (timestamps), resolviendo conflictos lógicos y consolidando la integridad de la base de datos institucional.

El sistema ERP diseñado para Interagro se descompone funcionalmente en cuatro módulos core nativos y altamente interconectados. Estos módulos permiten la evolución de la infraestructura de TI de la empresa desde un nivel transaccional básico (TPS) hacia un sistema de información gerencial y de soporte a decisiones (MIS/DSS):

6.3.1 Módulo de Inventario Ganadero y Trazabilidad

Este módulo comprende la automatización del ciclo de vida físico del hato. Incluye el registro y alta digital obligatoria de la ficha del animal asociada unívocamente al número de arete oficial provisto por el Sistema Nacional de Rastreo del Ganado (SINART). Asimismo, automatiza el control de movimientos internos, registrando los traslados cronológicos de lotes entre potreros y calculando de manera automática el indicador de carga animal instantánea (unidades animales por hectárea) para prevenir el sobrepastoreo. Finalmente, estructura la interfaz de salida de datos bajo las especificaciones normativas del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA), agilizando los trámites de exportación y emisión de la Guía Única de Movilización y Control Sanitario (GUIASA).

Entradas de información al módulo.

El módulo de inventario ganadero y trazabilidad recibe como entradas los datos maestros de identificación del animal (código interno, número de arete SINART, raza, sexo, fecha de nacimiento, origen), la asignación inicial a potrero y etapa fisiológica, así como los registros operativos de movimientos internos entre lotes y fincas, ingresos y salidas (compras, ventas, muertes), y eventos de pesaje y clasificación. También recibe como entrada los parámetros normativos y de trazabilidad definidos por SENASA y el Sistema Nacional de Rastreo del Ganado (SINART), necesarios para validar la consistencia de los registros.

Procesamiento dentro del sistema.

A partir de estas entradas, el sistema genera y actualiza automáticamente la ficha individual de cada animal, mantiene el inventario en tiempo casi real por potrero, lote y categoría, valida la unicidad y vigencia de los identificadores oficiales y construye la línea de tiempo de movimientos

y cambios de estado del animal. Además, calcula de manera automática indicadores como la carga animal instantánea por potrero (unidades animales por hectárea), la rotación de potreros, el tiempo de permanencia en cada etapa fisiológica y las existencias totales por categoría y ubicación, aplicando las reglas de negocio parametrizadas para el hato de Interagro.

Salidas e informes generados.

Como salidas, el módulo produce reportes de inventario ganadero por finca, potrero, lote y categoría; listados de animales con sus principales datos de identificación y trazabilidad; alertas sobre sobrepastoreo o cargas animales por encima de los umbrales definidos; y archivos de salida estructurados para cumplir con los requerimientos del SINART y de las guías de movilización y control sanitario (GUIASA). Estos reportes se integran con los tableros de control gerencial del ERP, permitiendo visualizar en tiempo resumido el estado actual del hato y su distribución espacial.

Usuarios principales del módulo.

Los principales usuarios de este módulo son el personal operativo de finca, responsable del registro diario de movimientos y actualizaciones de la ficha del animal mediante la aplicación móvil; el gerente de operaciones, quien supervisa los indicadores de carga animal, rotación de potreros y estado del inventario; y el personal administrativo y de cumplimiento sanitario, que utiliza los reportes de trazabilidad y los archivos de salida para atender los requisitos de SENASA y para apoyar procesos de compra-venta de ganado.

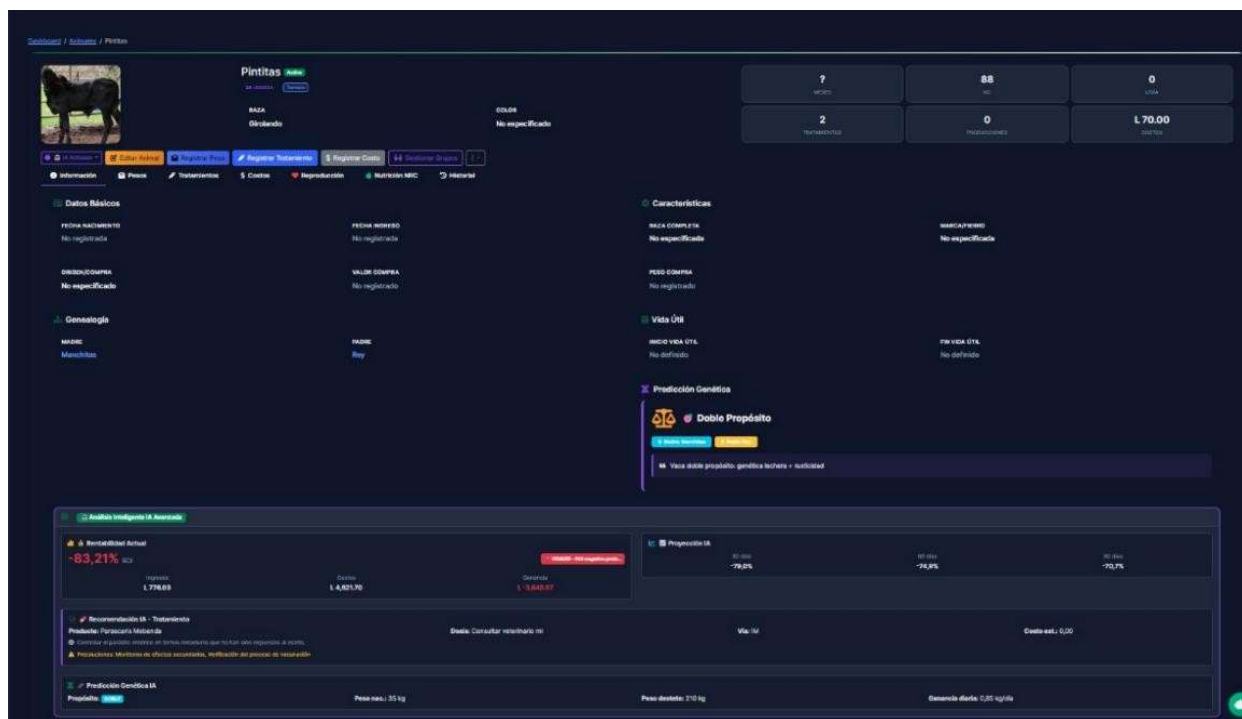


Figura 23 Módulo de Inventario Ganadero y Trazabilidad

6.3.2 Módulo de Producción y Sanidad

Diseñado para la captura ágil en campo de los volúmenes diarios de ordeño individualizado y por lote, calculando métricas de productividad expresadas en litros por vaca al día, así como el historial de pesajes periódicos destinados al cómputo de la ganancia media diaria (GMD). En la dimensión sanitaria, gestiona el expediente clínico-veterinario del hato, automatizando el calendario de vacunación, desparasitación y tratamiento de enfermedades crónicas. Una funcionalidad crítica integrada corresponde al bloqueo automático de comercialización de leche o carne si el animal se encuentra bajo tratamientos con antibióticos o biológicos en periodo de retiro activo, garantizando el estricto cumplimiento de estándares de inocuidad internacionales (ISO 22005).

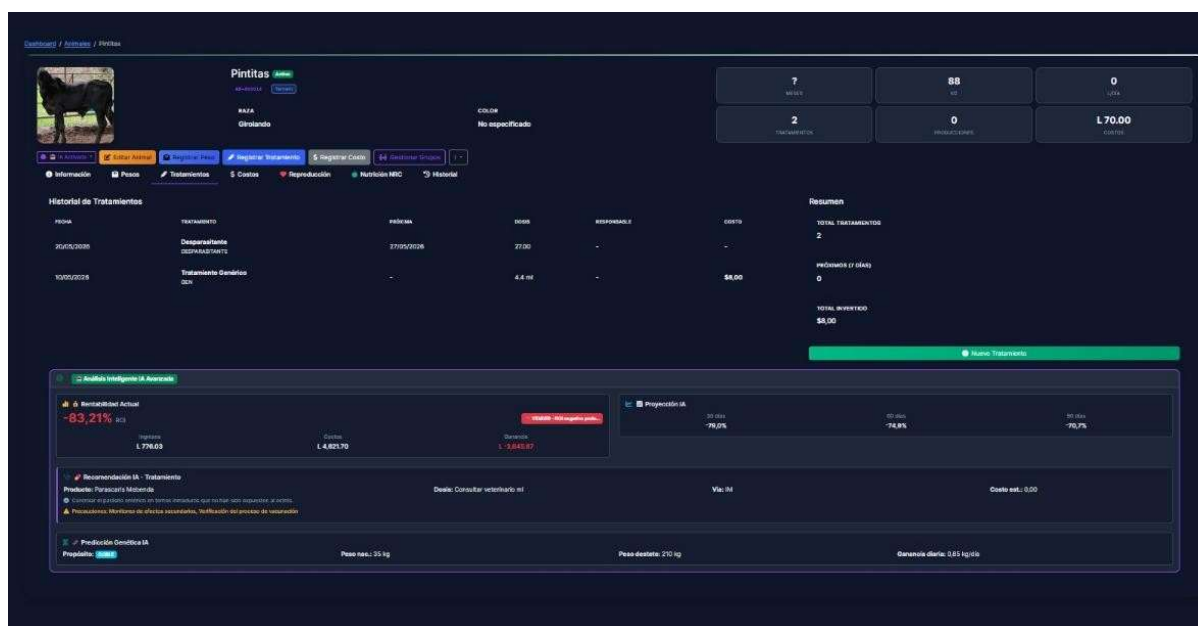


Figura 24 Módulo de Producción y Sanidad

6.3.3 Módulo de Costos Biológicos y Operativos

Este componente resuelve la principal carencia administrativa de la organización al estructurar un modelo de contabilidad de costos adaptado. El módulo automatiza la conversión dinámica del inventario general de animales a Unidades Animales Bovinas (UAB) según su peso e índice metabólico, lo que permite prorratear con precisión científica los costos operativos fijos e indirectos de la finca. Divide los centros de costos en cuatro etapas fisiológicas del desarrollo: Crianza, Levante, Engorde y Vacas en Producción. Todo insumo despachado desde la bodega (silos, concentrados, pacas, vacunas) es cargado directamente al inventario de costos del lote destino, cruzando la información con las planillas operativas de mano de obra y consumo de combustible de la maquinaria agrícola.

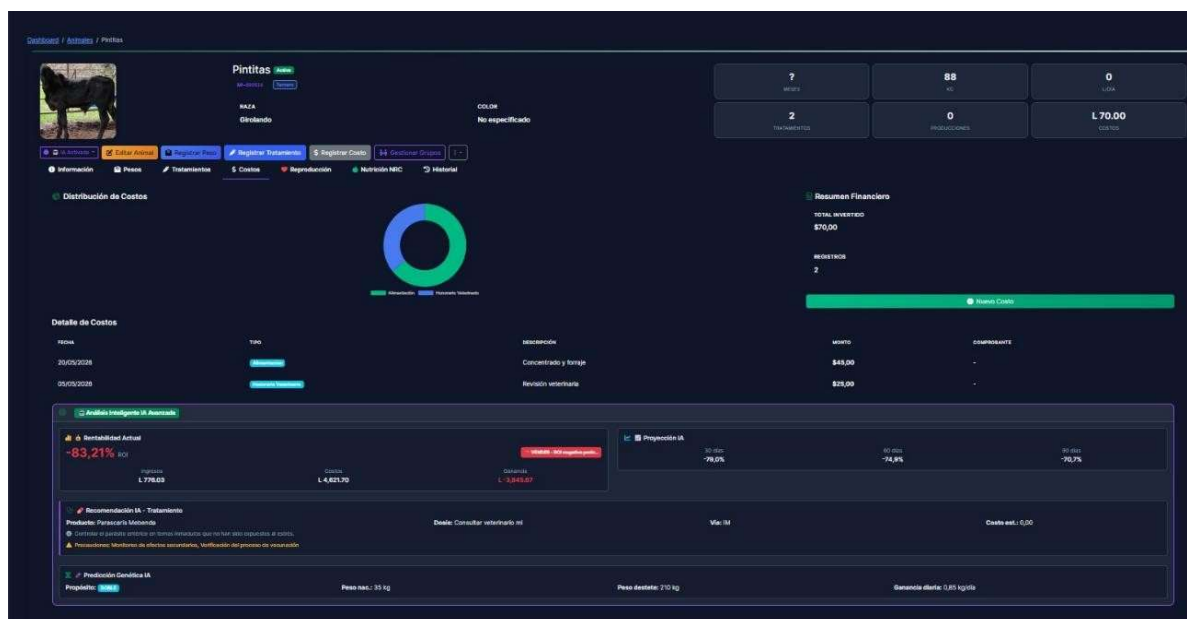


Figura 25 Módulo de Costos Biológicos y Operativos

6.3.4 Módulo de Inteligencia Gerencial y Dashboards

Representa la capa superior de analítica de negocio (Business Intelligence). Consiste en un tablero de control gerencial dinámico que extrae y unifica los datos crudos procesados por los módulos de producción y costos. Genera de forma automatizada reportes de rentabilidad bruta, costo de producción por litro de leche, costo de kilogramo en pie y proyecciones biológicas de natalidad. Este módulo reduce drásticamente el tiempo de respuesta de la gerencia para auditorías financieras e informes técnicos, disminuyendo la brecha actual detectada de 45 días a una disponibilidad de información inmediata en tiempo real.

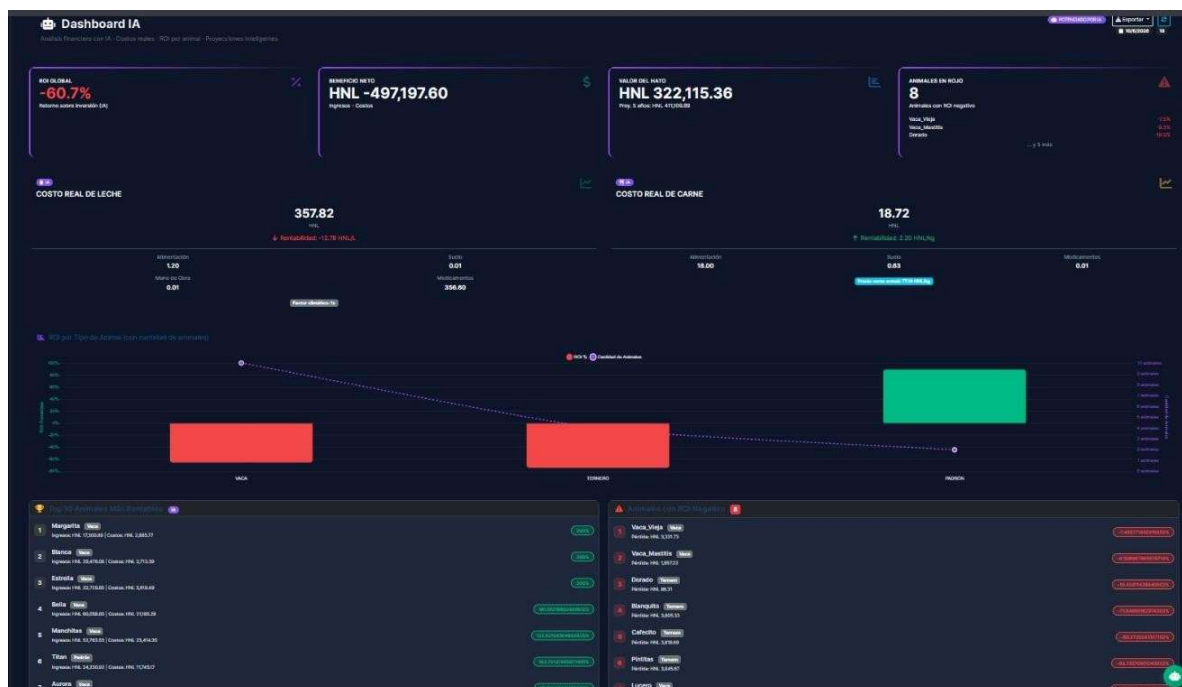


Figura 26 Módulo de Inteligencia Gerencial y Dashboards

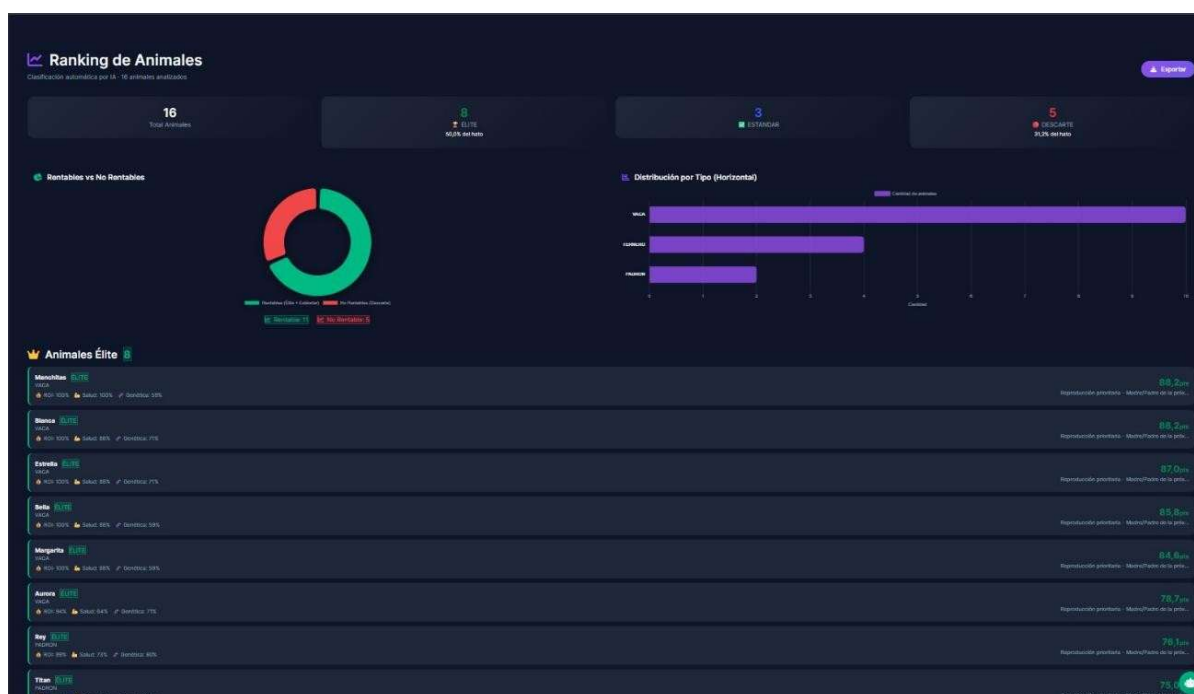


Figura 27 Módulo de Inteligencia Gerencial y Dashboards

El diseño del módulo de inteligencia gerencial del sistema ERP SGG-Interagro se deriva directamente de los hallazgos del Objetivo 6 del Capítulo IV, donde se identificaron las

necesidades de información gerencial y los tipos de reportes requeridos por la dirección de la empresa. En particular, los dashboards y reportes prototipados en este apartado buscan transformar los datos operativos de inventario, producción, costos y sanidad en información sintetizada y visualmente accesible, acorde con los principios de los sistemas de información gerencial orientados al soporte de la toma de decisiones estratégicas.

REPORTE GLOBAL - INTERAGRO			
Generado: 07/06/2026 16:25			
Total Animales	18		
Vacas	11		
Terneros	5		
Padrones	2		
Producción Hoy	0 L		
Producción 30d	1741.70 L		
Costos Totales	\$74,459.99		
ROI	-83.0%		
DISTRIBUCIÓN POR RAZA			
Brahman	5		
Holstein	3		
Girolando	9		
Pardo	1		

Figura 28 Reporte global de desempeño productivo y económico del hato

El módulo de inteligencia gerencial integra un reporte global que resume en una sola vista el estado actual del hato, la producción lechera acumulada, la rentabilidad anual y la distribución de los costos principales. Este tablero permite a la dirección de Interagro evaluar rápidamente variables como total de animales activos, producción diaria y de 30 días, ROI anual, distribución de costos por rubro y top 5 vacas productoras, así como la proyección del sistema a cinco años bajo distintos escenarios de crecimiento. De esta forma, se reduce la dependencia de reportes manuales en hojas de cálculo y se fortalece la toma de decisiones basada en indicadores consolidados en tiempo casi real.

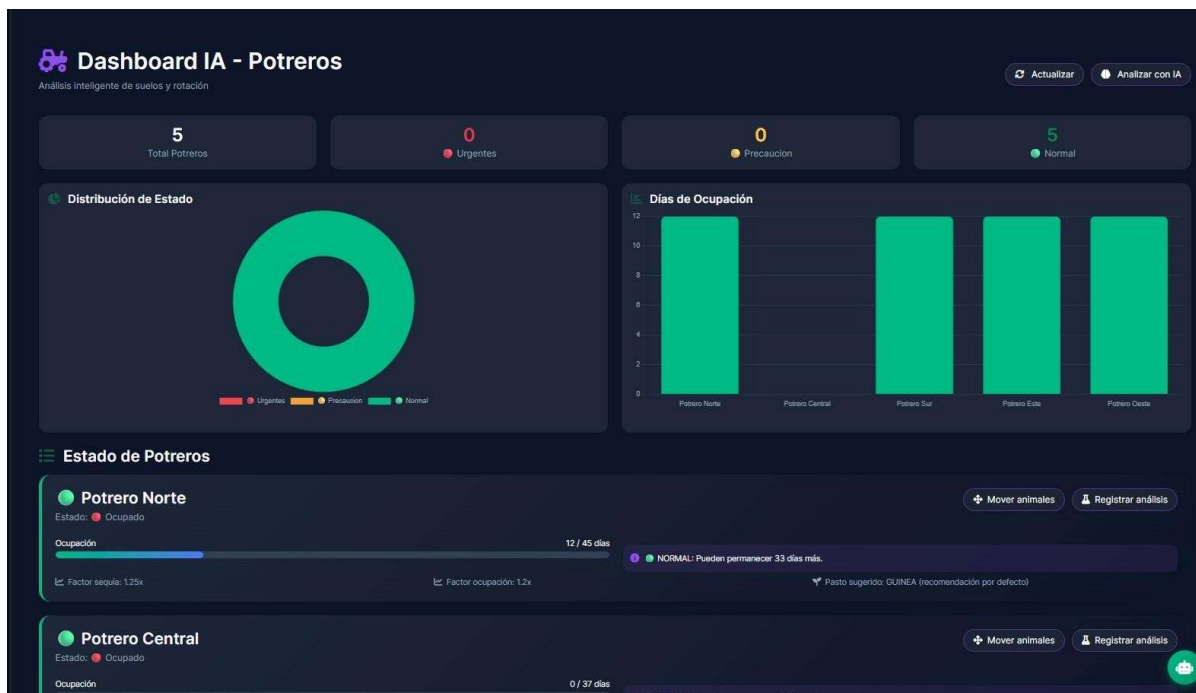


Figura 29 Dashboard de análisis de potreros y ocupación de pasturas

Complementariamente, el sistema incorpora un dashboard especializado para la gestión de potreros, el cual muestra la cantidad total de potreros, su estado actual (normal, precaución, urgente), los días de ocupación por potrero y recomendaciones sobre movimiento de animales. Esta vista facilita decisiones operativas sobre rotación de pasturas, prevención de sobrepastoreo y manejo de sequías, articulando la información de carga animal y condición de los suelos con las metas de producción definidas por la gerencia.

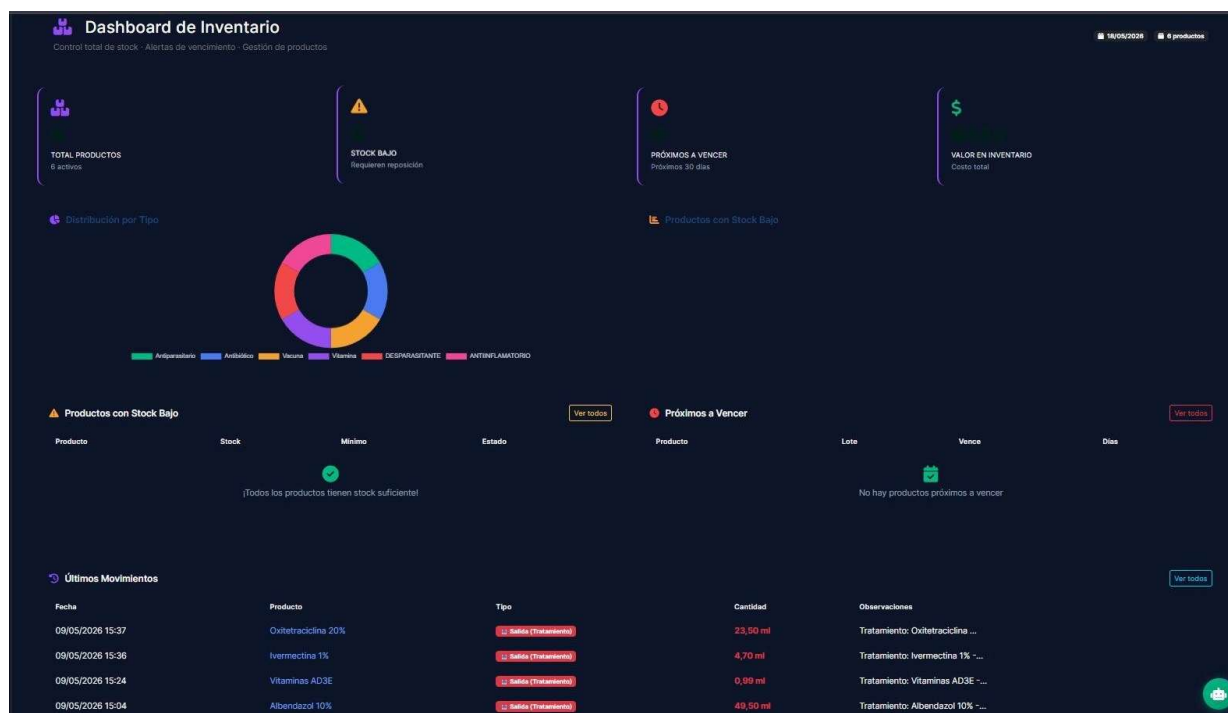


Figura 30 Dashboard de inventario de insumos veterinarios y alertas de stock.

Para la gestión de medicamentos, vitaminas y otros insumos críticos, el módulo de inventario dispone de un dashboard que muestra el número total de productos activos, el valor en inventario, la distribución por tipo de insumo y alertas de stock bajo o próximos vencimientos. Esta interfaz permite al personal administrativo anticipar quiebres de stock, programar compras con base en el consumo real y reducir pérdidas por caducidad, alineando la información de bodega con los requerimientos sanitarios del hato.

REPORTE GLOBAL - INTERAGRO			
Generado: 07/06/2026 16:25			
Total Animales	18		
Vacas	11		
Terneros	5		
Padrones	2		
Producción Hoy	0 L		
Producción 30d	1741.70 L		
Costos Totales	\$74,459.99		
ROI	-83.0%		
DISTRIBUCIÓN POR RAZA			
Brahman	5		
Holstein	3		
Girolando	9		
Pardo	1		

Figura 31 Prototipo de reporte económico global del sistema ganadero.

Además de los dashboards interactivos, el ERP genera reportes económicos globales en formato tabular que resumen, para un periodo dado, el tamaño total del hato, la producción acumulada de leche, los costos totales y el ROI del sistema, junto con la distribución de animales por raza y categoría. Estos reportes pueden exportarse a PDF o Excel y sirven como evidencia formal para auditorías internas, presentación a socios y análisis financiero detallado.

Reporte de Rentabilidad - Interagro					
Generado: 15/02/2026 13:56					
Métricas Globales					
ROI Global	-5.9%				
Beneficio Neto	\$-156				
Total Ingresos	\$2,496				
Total Costos	\$2,651				
Animales Analizado	3				
Top 10 Animales Más Rentables					
#	Animal	Tipo	ROI	Ingresos	Costos
1	OLIVIA	Vaca	18.8%	2495.675	2101.45
2	Prueba 2	Ternero	-100.0%	0	200
3	Prueba 1	Ternero	-100.0%	0	350
Proyección a 5 Años					
Valor actual del hato	\$14,600				
Año 1	\$15,330	Crecimiento: 5.0%			
Año 2	\$16,096	Crecimiento: 10.3%			
Año 3	\$16,901	Crecimiento: 15.8%			
Año 4	\$17,746	Crecimiento: 21.6%			
Año 5	\$18,634	Crecimiento: 27.6%			

Figura 32 Reporte de rentabilidad por animal con proyección a cinco años

A nivel micro, el sistema permite generar reportes de rentabilidad por animal o por lote, donde se calcula el ROI individual a partir de los ingresos y costos acumulados, identificando los animales más rentables y aquellos que generan pérdidas. El reporte incluye, además, una proyección del valor del hato a cinco años bajo distintos supuestos de crecimiento, lo que brinda a la gerencia una herramienta cuantitativa para tomar decisiones de selección, descarte e inversión en genética.

Fecha	Animal	ID	Raza	Litros	% Grasa	% Proteína	Observaciones
22/05/2026	Vaca_Mastitis	AN-000016	Holstein	5			Baja producción por mastitis
21/05/2026	Margarita	AN-000008	Brahman	20.3			
21/05/2026	Vaca_Mastitis	AN-000016	Holstein	6			Baja producción por mastitis
20/05/2026	Vaca_Mastitis	AN-000016	Holstein	7			Baja producción por mastitis
20/05/2026	Margarita	AN-000008	Brahman	25.1	0.4		
19/05/2026	Bella	AN-000003	Girolando	19			Carga inicial
19/05/2026	Luna	AN-000001	Girolando	23			Carga inicial
19/05/2026	Vaca_Mastitis	AN-000016	Holstein	5			Baja producción por mastitis
19/05/2026	Estrella	AN-000002	Holstein	29			Carga inicial
18/05/2026	Bella	AN-000003	Girolando	20			Carga inicial
18/05/2026	Luna	AN-000001	Girolando	24			Carga inicial
18/05/2026	Vaca_Mastitis	AN-000016	Holstein	6			Baja producción por mastitis
18/05/2026	Estrella	AN-000002	Holstein	30			Carga inicial
17/05/2026	Estrella	AN-000002	Holstein	28			Carga inicial
17/05/2026	Vaca_Mastitis	AN-000016	Holstein	7			Baja producción por mastitis
17/05/2026	Bella	AN-000003	Girolando	21			Carga inicial
17/05/2026	Luna	AN-000001	Girolando	25			Carga inicial
16/05/2026	Bella	AN-000003	Girolando	18			Carga inicial
16/05/2026	Luna	AN-000001	Girolando	26			Carga inicial
16/05/2026	Estrella	AN-000002	Holstein	29			Carga inicial
16/05/2026	Vaca_Mastitis	AN-000016	Holstein	5			Baja producción por mastitis
15/05/2026	Estrella	AN-000002	Holstein	30			Carga inicial

Figura 33 Prototipo de reporte de producción lechera individual por animal.

En el ámbito productivo, el ERP genera reportes de producción lechera que detallan, por fecha y por animal, los litros producidos, características de la leche (porcentaje de grasa y proteína) y observaciones relevantes sobre el desempeño. Este tipo de reporte permite analizar tendencias individuales, detectar vacas con baja producción, evaluar el impacto de tratamientos sanitarios y alimentar los indicadores de costo por litro y rentabilidad por animal definidos en el Objetivo 5.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
id_unico	nombre	tipo	tipo_display	estado	estado_display	raza_base	raza_base_display	raza_completa	color	fecha_nacimiento	fecha_ingreso	origen	valor_compra	peso_compra_kg
TER-020	Dorado	TERNERO	Ternero	ACTIVO	Activo	CRIOLLO	Criollo		Blanco					

Figura 34 Prototipo de ficha animal con historial sanitario y productivo.

Cada animal cuenta con una ficha digital que consolida sus datos de identificación, raza, origen, fechas de ingreso, valor y peso de compra, así como un historial de tratamientos, vacunas y pesajes periódicos. A partir de esta ficha se derivan reportes sanitarios por lote o por ható que permiten verificar coberturas de vacunación, periodos de retiro activos y tratamientos recientes, facilitando el cumplimiento de la normativa sanitaria y reduciendo el riesgo de comercializar leche o carne fuera de especificación.

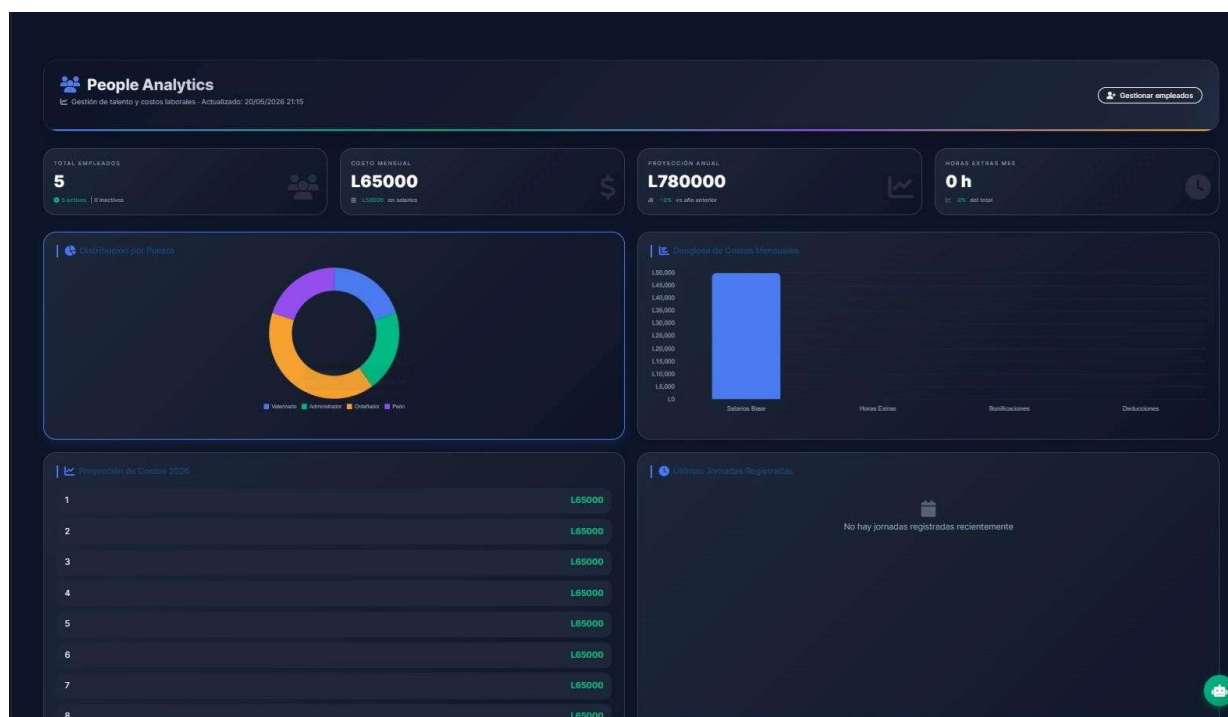


Figura 35 Dashboard de recursos humanos y costos laborales.

Finalmente, como extensión funcional, el diseño contempla un dashboard de recursos humanos orientado a monitorear el número de empleados activos, el costo mensual de salarios, la distribución de roles y la proyección anual de costos laborales. Aunque no forma parte del núcleo ganadero del proyecto, este componente ilustra el potencial del ERP para integrar información productiva, económica y de talento humano en una misma plataforma de análisis gerencial.

6.4 MODELO DE DATOS (ESQUEMA RELACIONAL ESENCIAL)

Para garantizar la consistencia, normalización e integridad referencial de la información unificada, se define el modelo de datos relacional esencial del sistema ERP SGG-Interagro, orientado a anular el margen de error y duplicidad identificado en los registros manuales.

a) ANIMAL: Entidad centralizada que almacena la información base del hato. Atributos: ID_Animal [Llave Primaria - PK], Codigo_Arete_SINART [Único], Nombre, Fecha_Nacimiento, Raza_Cruce, Sexo, ID_Fase_Fisiologica [Llave Foránea - FK], Estado_Actual [Activo, Vendido, Muerto].

b) REGISTRO_PRODUCCION: Almacena las variables volumétricas e históricas de rendimiento diario. Atributos: ID_Registro [PK], ID_Animal [FK], Fecha [Date], Litros_Leche, Peso_Kg, Observaciones.

c) CENTRO_COSTO_UAB: Define los parámetros base de prorrateo financiero agropecuario. Atributos: ID_Centro [PK], Nombre_Etapa, Factor_Conversion_UAB, Descripcion.

d) TRANSACCION_COSTO: Registra la afectación económica de cada movimiento operativo. Atributos: ID_Transaction [PK], ID_Centro [FK], ID_Animal [FK, Nullable], Fecha, Rubro [Categorías: Alimentación, Sanidad, Mano de Obra, Combustible], Monto_Lps [Moneda Local], Cantidad_Insumo.

6.4.1 Diagrama Entidad Relación.

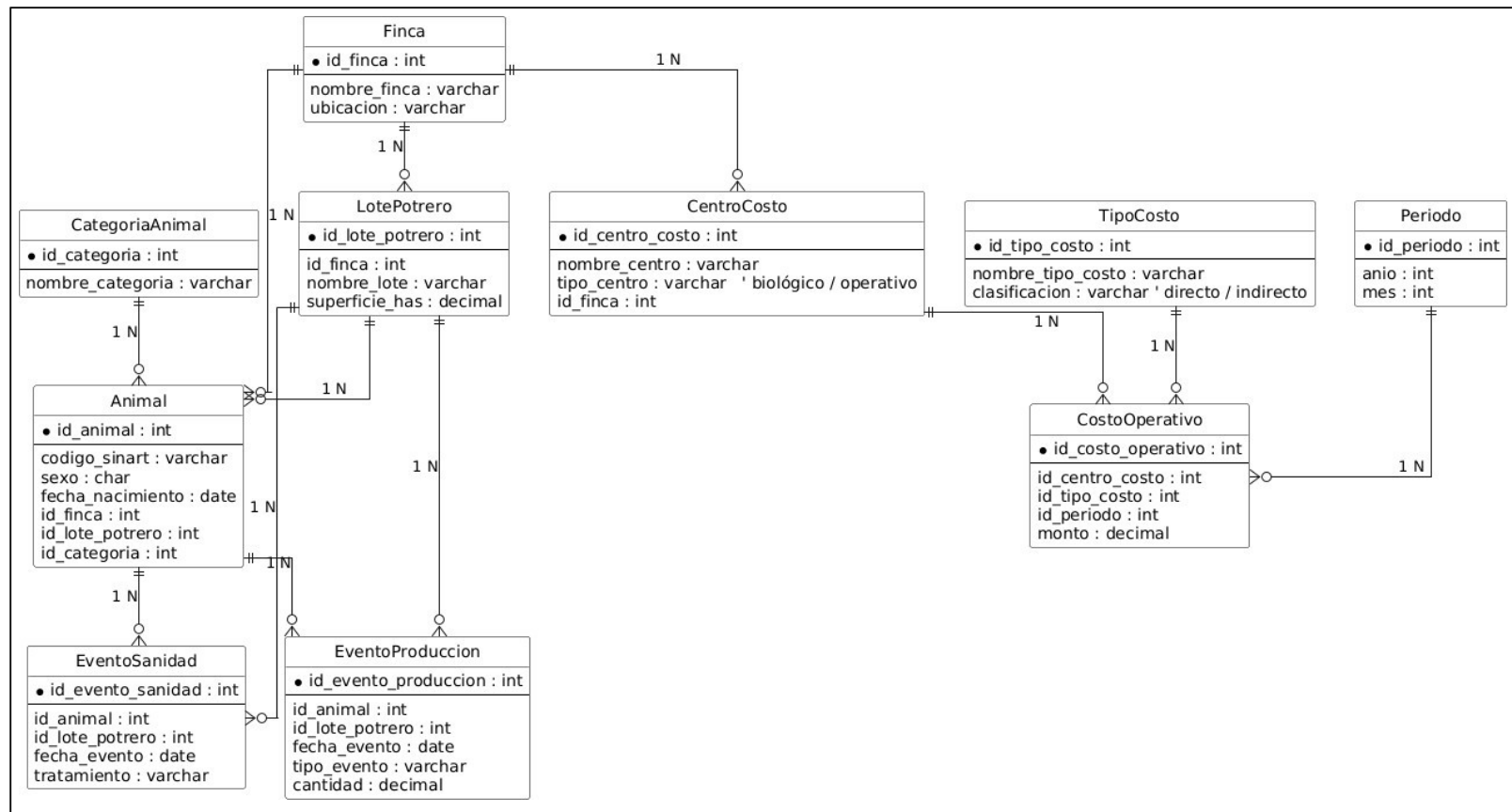


Figura 36 Diagrama Entidad Relación

El diagrama entidad-relación del sistema ERP SGG-Interagro presenta las entidades centrales del dominio ganadero (Animal, LotePotrero, EventoProducción, EventoSanidad, CostoOperativo, Usuario, entre otras) y sus relaciones, indicando las cardinalidades uno-a-muchos y muchos-a-muchos donde corresponde. Este modelo busca asegurar que cada animal se identifique de forma única, que cada evento quede asociado a un animal y a un centro de costo, y que la información pueda consolidarse de forma consistente para soportar los indicadores económicos y productivos definidos en el Capítulo VI.

6.4.2 Definición de llaves primarias y foráneas.

Tabla 39 Definición de llaves primarias y foráneas

Entidad	Llave primaria	Llaves foráneas principales
Animal	id_animal	id_lote_potrero, id_categoria, id_finca
LotePotrero	id_lote_potrero	id_finca
EventoProducción	id_evento_produccion	id_animal, id_lote_potrero, id_tipo_evento
EventoSanidad	id_evento_sanidad	id_animal, id_tratamiento, id_lote_potrero
CostoOperativo	id_costo_operativo	id_centro_costo, id_tipo_costo, id_periodo
Usuario	id_usuario	id_rol, id_finca

Las llaves primarias se definen como identificadores numéricos únicos para cada entidad, mientras que las llaves foráneas materializan las relaciones del diagrama E-R y garantizan la integridad referencial entre animales, eventos productivos, costos y unidades espaciales (fincas, potreros).

6.4.3 Cardinalidades Principales.

Las relaciones clave del modelo presentan las siguientes cardinalidades: un LotePotrero puede estar asociado a muchos animales (1:N), un Animal puede tener muchos eventos de producción y sanidad (1:N), y cada EventoProducción o EventoSanidad está asociado exactamente a un animal y a un lote vigente en la fecha del evento (N:1). La relación entre CostoOperativo y CentroCosto se modela como 1:N, permitiendo que múltiples costos se acumulen en un mismo centro de costo en un período determinado.

6.4.4 Diccionario de datos.

Tabla 40 Diccionario de datos

Tabla / Campo	Tipo de dato	Descripción funcional
Animal.id_animal	Entero	Identificador interno único del animal

Tabla / Campo	Tipo de dato	Descripción funcional
Animal.codigo_sinart	Texto(20)	Código oficial de arete asignado por SINART
Animal.sexo	Texto(1)	Sexo del animal (M/F)
Animal.fecha_nac	Fecha	Fecha de nacimiento del animal
Animal.id_lote_potrero	Entero	Lote o potrero en el que se encuentra el animal
EventoProducción.id_evento_produccion	Entero	Identificador único del evento de producción
EventoProducción.tipo_evento	Texto(20)	Tipo de evento (ordeño, pesaje, parto, etc.)
EventoProducción.fecha_evento	Fecha	Fecha de realización del evento
CostoOperativo.id_costo_operativo	Entero	Identificador único del registro de costo
CostoOperativo.monto	Decimal(12,2)	Monto del costo registrado
CostoOperativo.id_centro_costo	Entero	Centro de costo al que se imputa el gasto

6.5 MEDIDAS DE CONTROL E INDICADORES DEL SISTEMA

Con la finalidad de evaluar rigurosamente el éxito de la implementación, la estabilidad técnica de la infraestructura informática y el verdadero impacto administrativo de la propuesta de diseño del ERP dentro de Interagro, se definen los siguientes indicadores clave de rendimiento (KPIs).

Tabla 41 Indicadores clave de rendimiento (KPIs) del sistema ERP

Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Costo por litro de leche producido	Costo total directo de producción lechera del período / Litros de leche producidos en el período	Reducción de al menos 10 % respecto a la línea base del año anterior, al cabo de 12 meses de uso del ERP	Mensual	Gerente de Operaciones y Gerente Administrativo-Financiero
Tiempo de consolidación de	Horas requeridas desde el cierre del período hasta	Reducir de 24 horas a un máximo de 8 horas al término del primer	Mensual	Personal administrativo

Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
información productiva y de costos	la generación del reporte gerencial validado	año de implementación		
Porcentaje de animales con ficha completa en el ERP	$(\text{Número de animales con ficha individual completa} / \text{Total de animales censados}) \times 100$	Alcanzar al menos 95 % de animales con ficha completa al finalizar la fase piloto	Trimestral	Gerente de Operaciones
Porcentaje de eventos productivos y sanitarios registrados en el sistema	$(\text{Número de eventos registrados en el ERP} / \text{Número estimado de eventos ocurridos}) \times 100$	Lograr un 90 % de registro al cierre del primer año de operación	Mensual	Personal operativo de finca
Oportunidad de los reportes gerenciales	$\text{Número de reportes generados en la fecha planificada} / \text{Número total de reportes planificados} \times 100$	Al menos 90 % de reportes generados en la fecha establecida en el cronograma de gestión	Mensual	Equipo administrativo y de inteligencia gerencial

Tabla 40. Indicadores clave de rendimiento (KPIs) del sistema ERP SGG-Interagro

Para cumplir con los requerimientos formales de presentación de datos cuantitativos, se estructuran bajo el estándar reglamentario de tablas de la norma APA 7:

Tabla 42 Medidas de Control e Indicadores del Sistema

Categoría	Nombre del Indicador	Fórmula de Cálculo	Meta Operativa
Desarrollo	Cobertura de Código (Code Coverage)	(Líneas de código probadas / Líneas de código totales) x 100	>= 85% de cobertura en pruebas automatizadas.
Rendimiento	Tiempo de Respuesta de la API	Tiempo promedio en procesar y responder una petición HTTP crítica.	< 200 ms por petición en la red local de la finca.
Sincronización	Tasa de Éxito en Sincronización	(Sincronizaciones exitosas / Intentos de sincronización totales) x 100	>= 99.5% de registros integrados sin pérdida de datos.
Administrativo	Precisión de Inventario de Bodega	(Existencia física real de insumos / Existencia registrada en el ERP) x 100	100% de coincidencia en insumos críticos.

6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

El proceso operativo para el despliegue práctico en terreno de la propuesta de diseño arquitectónico e informático de la plataforma, una vez culminadas satisfactoriamente las pruebas de laboratorio de software, adopta un enfoque escalonado y progresivo. Este esquema busca garantizar una transición transparente, minimizando los riesgos de parálisis operativa. Se estructura cronológicamente en un ciclo mensual crítico detallado a continuación:

Semana 1: Instalación, configuración de servidores y parámetros iniciales. Comprende la ejecución del montaje físico del servidor de contingencia local en las dependencias administrativas de la finca, la configuración técnica de las redes inalámbricas y puntos de acceso exteriores en los corrales, y el despliegue automatizado de contenedores virtualizados (v.g., Docker) para los servicios del backend (Django), el gestor PostgreSQL y los servicios base de la app.

Semanas 1-2: Carga masiva del inventario ganadero, administrativo y vehicular. Consiste en la migración estructurada, depuración y validación de los datos históricos desde las hojas de cálculo de Microsoft Excel y registros en papel hacia las tablas normalizadas de PostgreSQL. Se da de alta el inventario inicial del hato bovino por lotes, la maquinaria agrícola, los vehículos y el stock físico de insumos de bodega.

Semana 2: Capacitación intensiva al personal administrativo y operativo. Implementación de una estrategia sociotécnica in-situ dividida según perfiles de usuario. Sesiones de carácter técnico en oficina orientadas al personal administrativo para el dominio global de la consola web del ERP, y talleres prácticos de campo interactivos con capataces y vaqueros enfocados en el uso ergonómico de la interfaz móvil y los procesos de sincronización local.

Semanas 3-4: Auditoría exhaustiva de flujos de datos y Salida en Vivo (Go-Live). Ejecución de pruebas en paralelo donde los métodos tradicionales en papel y el nuevo sistema ERP operan simultáneamente durante un periodo de siete días con el fin de auditar discrepancias. Tras validar una tasa de error de cero, se procede al cese definitivo del formato analógico y al arranque oficial (Go-Live) del ERP como el único sistema rector de la empresa Interagro.

El cronograma de implementación se representa mediante un diagrama de Gantt simplificado que distribuye las actividades clave a lo largo de cuatro semanas críticas del primer mes de despliegue del sistema ERP en Interagro.

			junio de 2026																											
Equipo	Nombre de Tarea	Asignado	Fecha de Inicio	Fecha Fin	Duracion	Días	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Infraestructura	Configurar y parametrizar entorno producción	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-06-17	2026-06-18	2																									
Implementadores	Depurar y normalizar bases datos origen	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-06-19	2026-06-23	5																									
Implementadores	Migrar datos históricos al SaaS	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-06-24	2026-06-25	2																									
Equipo de QA	Ejecutar pruebas conectividad y accesos	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-06-26	2026-06-26	1																									
Configuracion	Definir variables personalizadas negocio	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-06-29	2026-06-30	2																									
Equipo de QA	Ejecutar escenarios flujos datos controlados	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-01	2026-07-02	2																									
Configuracion	Calibrar y ajustar parametrización sistema	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-03	2026-07-06	4																									
Validacion	Auditar flujos y conciliar saldos iniciales	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-07	2026-07-08	2																									
RRHH + Implementadores	Diseñar plan capacitación diferenciado	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-09	2026-07-10	2																									
RRHH + Implementadores	Ejecutar capacitación personal administrativo	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-13	2026-07-14	2																									
RRHH + Implementadores	Ejecutar capacitación personal operativo	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-13	2026-07-14	2																									
Equipo de QA	Iniciar pruebas paralelo operación dual	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-15	2026-07-17	3																									
Soporte	Establecer mesa ayuda interna soporte	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-20	2026-07-22	3																									
Validacion	Auditar concurrencia y validar consistencia	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-20	2026-07-21	2																									
Implementadores	Cerrar registros formatos manuales legacy	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-23	2026-07-23	1																									
Validacion	Ejecutar auditoria final balance saldos	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-24	2026-07-24	1																									
Despliegue	Realizar salida oficial go-live producción	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-27	2026-07-27	1																									
Soporte Post Instalacion	Proporcionar soporte post-go-live estabilización	Samir Salomon / Carlos Zapata	2026-07-28	2026-08-03	7																									

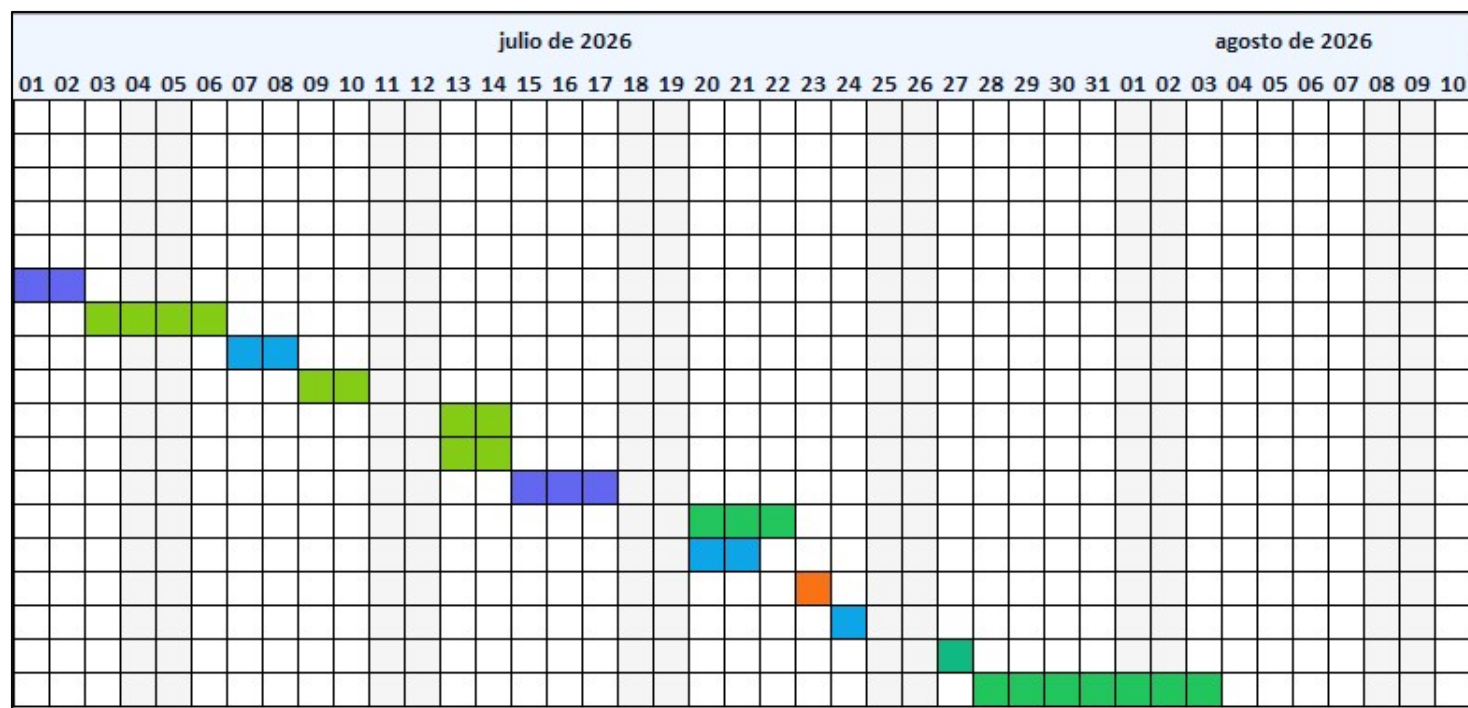


Figura 37 Cronograma de Implementación

6.7 PRESUPUESTO

Para determinar la factibilidad financiera del proyecto, se estructuró un análisis de costos detallado. Los rubros consideran únicamente tarifas promedio de mercado para el desarrollo de soluciones de software corporativas personalizadas de complejidad media-alta en la región, reduciendo a cero el costo recurrente de licenciamiento mediante el uso de tecnologías robustas de código abierto (Open Source) como Django, PostgreSQL, React Native y SQLite. El presupuesto maestro de inversión inicial se divide de la siguiente manera:

a) Desarrollo de Software (Inversión Única): Comprende el diseño y codificación de la Arquitectura Core de servicios web Back-End (Django y base de datos PostgreSQL unificada) presupuestado, el desarrollo front-end de la aplicación móvil híbrida junto a la programación del motor lógico de sincronización asíncrona bidireccional (Offline-First) y la programación e integración de las API analíticas para los dashboards financieros gerenciales presupuestado en \$3,000.00.

b) Servicios de Implementación y Consultoría (Inversión Única): Incluye los honorarios técnicos profesionales por los procesos de auditoría, migración y depuración de datos históricos, sumado al desarrollo de las jornadas de capacitación in-situ y soporte técnico post-implementación durante la fase de Go-Live.

Con base en el presupuesto maestro de inversión inicial estimado en 3,000.00 USD y en los beneficios económicos esperados por la reducción de costos administrativos y operativos descritos en el Capítulo IV, se realizó una evaluación financiera preliminar del proyecto. Bajo un horizonte de análisis de N años y una tasa de descuento del $r\%$ (consistente con el costo de oportunidad del capital de Interagro), se estimó el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto, la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Retorno sobre la Inversión (ROI) y el período de recuperación (payback), demostrando que los ahorros proyectados superan la inversión inicial en un plazo razonable para la escala de la empresa.

Tabla 43 Tabla de evaluación financiera

Indicador financiero	Valor estimado	Interpretación resumida
VAN (r = 12%)	4,209.55 USD	VAN positivo y superior a la inversión inicial, lo que indica que el proyecto genera valor actualizado neto significativo.
TIR	60.38%	La TIR supera ampliamente la tasa de descuento del 12%, por lo que el proyecto es financieramente atractivo.
ROI (5 años)	233.33%	El retorno acumulado en cinco años triplica aproximadamente la inversión inicial.
Payback simple	1.5 años	La inversión inicial se recupera en alrededor de año y medio de operación del ERP.

Tabla de evaluación financiera.

Los valores obtenidos son coherentes con la escala de inversión considerada para el proyecto, dado que se parte de una inversión inicial relativamente pequeña de 3 000,00 USD y de un ahorro anual moderado estimado en 2 000,00 USD. En consecuencia, la evaluación financiera presentada debe interpretarse como una estimación conservadora basada en los ahorros administrativos y operativos esperados, descritos previamente en el diagnóstico organizacional del Capítulo IV, por lo que los resultados de VAN, TIR, ROI y período de recuperación constituyen un escenario prudente y no el máximo potencial de beneficios del sistema ERP SGG-Interagro.

Tabla 44 Presupuesto (Análisis Financiero de la Propuesta)

Módulo de Servicios de Implementación	Alcance y Entregables Incluidos	Costo (HNL)	Equiv. USD
1. Arquitectura & Parametrización	Provisionamiento de <i>tenant</i> SaaS, configuración de unidades de medida, catálogo de insumos, centros de costo y mapeo GPS/geolocalización de potreros.	L 18,200.00	\$700.00
2. Migración & Carga de Datos	Extracción, depuración de consistencia zootécnica y carga masiva del padrón animal, genealogía, histórico de producción e inventario inicial.	L 19,500.00	\$750.00

Módulo de Servicios de Implementación	Alcance y Entregables Incluidos	Costo (HNL)	Equiv. USD
3. Capacitación & Calibración IA	Talleres para rol Administrativo y Operativo (campo). Configuración del motor de IA local (Ollama) adaptado al vocabulario y contexto de la finca.	L 18,200.00	\$700.00
4. Acompañamiento Operativo	Asistencia remota prioritaria 24/7 durante 21 días en producción, auditoría de datos capturados y afinación de tableros directivos.	L 22,100.00	\$850.00
TOTAL, PAQUETE DE IMPLEMENTACIÓN	Garantía de puesta en marcha 100% funcional	L 78,000.00	\$3,000.00

Aclaración sobre el Modelo SaaS: Este costo de L 78,000.00 HNL (\$3,000.00 USD) corresponde a los servicios profesionales de puestas en marcha e ingeniería de onboarding. La suscripción recurrente SaaS (alojamiento en la nube, mantenimiento de servidores Docker/PostgreSQL, actualizaciones continuas y uso de la IA) se maneja mediante el plan mensual/anual acordado según el volumen de animales.

Entregables Clave del Paquete:

1. **Entorno Multi-Tenant Aislado:** Datos del cliente con seguridad lógica a nivel de esquema en PostgreSQL.
2. **Mapa Interactivo de la Finca:** Potreros y lotes ubicados en el módulo GPS del sistema.
3. **Padrón Animal 100% Cargado:** Sin vacíos en la trazabilidad inicial.
4. **Personal Capacitado y Certificado:** Documento de guía rápida entregada al personal de campo.
5. **Modelo de IA Operativo:** Capaz de responder consultas como "*¿Qué vacas están próximas a secado este mes?*" directamente en español.

Bibliografía

- Agencia Nacional de Desarrollo ANDE. (2024). *Implementación de software de gestión integral agropecuario*. Obtenido de ANDE Uruguay: <https://www.ande.org.uy/proyectos-apoyados/item/implementacion-de-software-de-gestion-integral-agropecuario.html>
- Agroinformática. (2019). *CONTABILIDAD AGRICOLA, COSTOS GANADEROS Y CONTROL INTERNO EN CAMPO*. Obtenido de Firma Consultora en Contabilidad Agropecuaria: <https://agroinformatica.com.ve/wp-content/uploads/2019/07/workshop-contabilidad-costos-y-control-inventarios-en-fincas-.pdf>
- Agros. (26 de noviembre de 2025). *ERP agropecuario: El software de gestión para el campo*. Obtenido de Agros.ar: <https://agros.ar/software/erp/>
- Ajzen, F. y. (10 de Noviembre de 2025). *www.simplypsychology.org*. Obtenido de *www.simplypsychology.org*: <https://www.simplypsychology.org/theory-of-reasoned-action.html>
- Almanza Junco, C., & Aponte, D. (2023). La cultura organizacional y su rol en la adopción de tecnología en el sector agropecuario. *CITAS*(9(2)), págs. 1–20. Obtenido de <https://doi.org/10.15332/24224529.8839>
- Almeida, J., Arias, J., & Vargas, F. (2024). Un enfoque basado en Business Intelligence para asociaciones de producción agropecuaria. *Polo del Conocimiento*, 9(2), págs. 1–20. doi:10.1234/polodelconocimiento.2024.6531
- Andalucía Agrotech Digital Innovation Hub. (2024). *Test de madurez digital agroalimentario*. Obtenido de Junta de Andalucía: <https://www.andaluciaagrotech.com/proyectos/modelo-de-madurez-digital/>
- ANDE. (2023). *Implementación de software de gestión integral agropecuario*. Obtenido de 10 años ande: <https://www.ande.org.uy/proyectos-apoyados/item/implementacion-de-software-de-gestion-integral-agropecuario.html>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Análisis de políticas agropecuarias en Honduras*. Banco Interamericano de Desarrollo (misma organización). Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/analisis-de-politicas-agropecuarias-en-honduras>
- Bendaña, S. (29 de Junio de 2023). *Competencias Digitales en el Sector Agro*. Obtenido de LinkedIn: <https://es.linkedin.com/pulse/competencias-digitales-en-el-sector-agro-scarleth-benda%C3%B1a>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2025). *Digitalización de la agroindustria en América Latina y el Caribe: Avances, desafíos y experiencias*. CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/notas/digitalizacion-la-agroindustria-america-latina-caribe-avances-desafios-experiencias-la-cepal>
- Congreso Argentino de Agroinformática. (2020). *Software ERP para gestión en PyME agropecuaria*. 49 JAIIO. Obtenido de https://49jaiio.sadio.org.ar/pdfs/cai/CAI_40.pdf
- Contexto Ganadero. (6 de octubre de 2024). *Cómo hacer un inventario de insumos agropecuarios*. Obtenido de ContextoGanadero.com: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-hacer-un-inventario-de-insumos-agropecuarios>
- CORFOGA. (19 de Mayo de 2025). *Costos de Producción*. Obtenido de corfoga: <https://www.corfoga.org/estadisticas/costos-de-produccion/>
- Creswell, John, W., & Plano, C. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Los Angeles: Third Edition. Obtenido de <https://cmc.marmot.org/Record/.b64692048>
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), págs. 319–340. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dialnet. (2020). *Control De Los Inventarios En Las Empresas Agrícolas*. polodelconocimiento. doi:10.23857
- El Heraldo. (17 de noviembre de 2024). *Dos millones de hondureños en área rural no tienen acceso a internet*. Obtenido de El Heraldo: <https://www.elheraldo.hn/honduras/dos-millones-hondurenos-area-rural-no-tienen-acceso-a-internet-BD22742113>
- Enbekshi QazaQ. (8 de Julio de 2025). *Digital transformation in livestock farming – full product traceability*. Obtenido de Enbekshi QazaQ: <https://www.enbekshiqazaq.kz/en/news/386469-digital-transformation-in-livestock-farming--full-product-traceability.html>
- Escuela Agrícola Panamericana Zamorano . (2023). *Implementación de sistemas ERP en empresas agropecuarias: Reducción de tiempos y mejora de coordinación*. Obtenido de Repositorio institucional Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/2eeded00-3de6-4cfc-acbd-2d85b8ecbbb2/download>
- FAO & BID. (2019). *Cerrando la brecha digital en Uruguay y Honduras: Evaluación del uso de TIC en el sector agrícola*. Roma: FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/support-to-investment/news/detail/es/c/1195730/>

- FAO tecnologías digitales. (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: Briefing paper*. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/def3baab-d313-4158-9741-deb4418ad3ce/content>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). *Guide to good dairy farming practice*. (FAO, Editor) Obtenido de FAO Animal Production and Health Guidelines: <https://www.fao.org>
- Gallardo, Cobos; Sánchez, Zamora;. (2025). *El papel de las nuevas tecnologías en la agricultura y el desarrollo rural*. Obtenido de <https://ecosfron.org/el-papel-de-las-nuevas-tecnologias-en-la-agricultura-y-el-desarrollo-rural/>
- Garcia de Nieves, M. (2024). *Investigación Mixta: Métodos y Modelos según Hernández-Sampieri*. Obtenido de Studocu: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-abierta-y-a-distancia/fundamentos-y-generalidades-de-investigacion/investigacion-mixta-investiga/122242841>
- Hansali, O., Elrhanimi, S., & El Abbadi, L. (2022). *Supply Chain Maturity Models – A Comparative Review*. Obtenido de <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2022.751>
- Hernández, R., & Sampieri. (2024). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8474992.pdf>
- IICA, I. I. (2023). *Conectividad rural en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=SiCC2TTwzU4&t=6s>
- INE Estadísticas. (2024). *Conectividad en Honduras*. Obtenido de <https://temp.ine.gob.hn/wp-content/uploads/2025/04/ConectividadenHonduras2024.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. (2025). *Transformación digital agroalimentaria: El papel protagónico de las juventudes rurales*. IICA. Obtenido de <https://blog.iica.int/blog/transformacion-digital-agroalimentaria-papel-protagonico-las-juventudes-rurales>
- Instituto Nacional de Estadísticas INE. (2025). *Conectividad digital en Honduras 2024*. Obtenido de <https://ine.gob.hn/wp-content/uploads/2025/04/ConectividadenHonduras2024.pdf>
- ISO 22005. (s.f.). *International Organization for Standardization*. (I. 22005:2007, Ed.) Obtenido de Traceability in the feed and food chain – General principles and basic requirements for system design and implementation.: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/36297/d7a46b50ca0544e0a23056520de70225/ISO-22005-2007.pdf>

- Jesus Vazquez Hernandez, P. (12 de Mayo de 2025). *De la Evaluación a la Excelencia: Cómo los Modelos de Madurez Integrados impulsan la competitividad en Supply Chain e Industria 4.0*. Obtenido de LinkedIn: <https://es.linkedin.com/pulse/de-la-evaluaci%C3%B3n-excelencia-c%C3%B3mo-los-modelos-madurez-jesus-dkcic>
- Kenneth , C., & Jane, P. (2004). *Google.com*. Obtenido de Google.com: <https://books.google.co.cr/books?id=KD8ZZ66PF-gC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Kerlinger, & Lee. (2022). *Muestreo No Probabilístico Intencional: Fundamentos y Ejemplos en Investigación*. Obtenido de Universidad Nacional de San Martín Perú: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-san-martin-peru/investigacion-ii/muestreo-no-probabilistico-intencional-fundamentos-y-ejemplos-en-investigacion/144098588>
- Kotter, J. (2024). *Lucidchart.com*. Obtenido de Lucidchart.com: <https://www.lucidchart.com/blog/es/modelo-kotter-8-pasos-para-la-gestion-del-cambio>
- LACCEI. (2025). *Impact of ERP systems on process automation and technological transformation in Peruvian agro-industrial SMEs*. Obtenido de Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology: https://laccei.org/LEIRD2025-Cartagena/full-papers/Contribution_467_final_a.pdf
- Laudon, K., & Laudon, J. (2020). *Sistemas de Información Gerencial*. Pearson Education. Obtenido de <https://studylib.es/doc/9368874/sistemas-de-informacion-gerencial---laudon-keneth>
- Mayo, M. (2026). *Modelo de Kotter: Los 8 Pasos para el Cambio Organizacional*. Obtenido de margaritamayo.com: <https://www.margaritamayo.com/modelo-de-kotter-los-8-pasos-para-el-cambio-organizacional/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. (2021). *Sectores agroalimentario y pesquero: Honduras*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Obtenido de <https://www.mapa.gob.es>
- Morrone, S., Dimauro, C., & Gambella, F. (2022). *Industry 4.0 and precision livestock farming (PLF): an up to date overview across animal productions*. Basel. doi:<https://doi.org/10.3390/s22124319>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. New York: Naciones Unidas. Obtenido de <https://sdgs.un.org/es/goals>
- Nations, F. a. (2019). *Digital technologies in agriculture and rural areas: Briefing paper*. Obtenido de FAO: <https://www.fao.org>

- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2016). *Management information systems* (10th ed. ed.). McGraw-Hill Education.
- OIRSA, O. I. (2023). *Honduras: OIRSA, SAG, SENASA y la Policía suscriben acuerdo sobre control en puntos de trazabilidad*. OIRSA. Obtenido de <https://web.oirsa.org/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (11 de Julio de 2021). *La FAO y SAG realizaron la integración oficial de la Plataforma Nacional de Ganadería Sostenible*. Recuperado el 7 de Febrero de 2026, de FAO: <https://www.fao.org/honduras/noticias/detail-events/es/c/1415775/>
- PESAH-2023-2043. (2023). *Política de Estado del Sector Agroalimentario de Honduras (PESAH) 2023-2043*. Secretaria de Estado en los Despachos de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <https://sag.gob.hn/wp-content/uploads/2024/01/PESAH-2023-2043.pdf>
- PRONAGRO. (2022). *Costos de producción: “La otra cara de la moneda”*. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario. Obtenido de <https://www.pronagro.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2022/03/Costos-de-produccion.pdf>
- Ruiz, O., & Vélez, M. (s.f.). *Análisis de la Producción de Hatos de Doble Propósito en Olancho Honduras (Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano)*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a0a34d43-6980-43f1-8bde-9ec34ca1444d/content>
- SAG–SENASA–OIRSA–Seguridad, C. (2023). *Secretaría de Agricultura y Ganadería*. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <https://www.prensa.sag.gob.hn/2023/05/15/la-sag-senasa-oirsa-y-secretaria-de-seguridad-firman-convenio-para-la-implementacion-del-sistema-de-trazabilidad-agropecuaria-en-el-pais/>
- Sampieri, H. (2015). *Metodología para la investigación en Ciencia Política*. Obtenido de MacGraw: http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasS4/Hernandez_Sampieri_Cap._7_disenos_no_experimentales.pdf
- Schoonhoven, A., & Holmann, F. (2025). *Costos y Beneficios de Suministrar Heno y Ensilaje durante la Epoca Seca en Honduras y Costa Rica*. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/3c658e5e-9411-4106-8ff7-7a71cad6a035/content>

- Secretaría de Agricultura y Ganadería IICA. (2024). *Política de Estado del Sector Agroalimentario de Honduras (PESAH) 2023-2043*. SAG, Tegucigalpa. Obtenido de <https://iica.int/es/press/noticias/secretaria-de-agricultura-de-honduras-presento-politica-de-estado-del-sector/>
- Seidor. (3 de diciembre de 2025). *Cómo un ERP revoluciona la gestión de explotaciones agrícolas*. Obtenido de Seidor: <https://www.seidor.com/es-es/blog/como-erp-revoluciona-gestion-explotaciones-agricolas>
- SENASA. (28 de Diciembre de 2022). *senasa.gob.hn*. Obtenido de *senasa.gob.hn*: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://senasa.gob.hn/wp-content/uploads/2023/09/2023-3-17-PCM-281-2022-NUEVA-DELEGACION-GACETA-28-DE-DICIEMBRE-DE-2022-36114-SECCION-A.pdf>
- SENASA C.D.-N6-2018. (2018). *ACUERDO No C.D. SENASA-N6-2018*. HONDURAS. Obtenido de <https://senasa.gob.hn/web/wp-content/uploads/2022/08/Reglamento-General-del-Sistema-de-Trazabilidad-Agropecuaria.pdf>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (09 de Marzo de 2018). *Trazabilidad en la cadena alimentaria*. Obtenido de El nuevo Ecuador: <https://www.acreditacion.gob.ec/trazabilidad-en-cadena-alimentaria/>
- Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria. (2020). *SENASA*. (SENASA, Ed.) Obtenido de Reglamento General del Sistema Nacional de Rastreabilidad o Trazabilidad y Registro Agropecuario, Acuícola y Pesquero (SINART). Acuerdo No. CD-SENASA-001-2020: https://senasa.gob.hn/wp-content/uploads/2023/01/2020-6-03-Reglamento-General-SINART-CD-SENASA-001_2020-ACTUALIZADO.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria. (2023). *Trazabilidad en Honduras avanza con resultados positivos*. SENASA Honduras. Obtenido de <https://senasa.gob.hn/2023/08/28/trazabilidad-en-honduras-avanza-con-resultados-positivos/>
- Sonora, I. T. (2012). *Diseños de investigación*. Obtenido de Biblioteca: http://biblioteca.itson.mx/oa/educacion/oa14/disenio_investigacion/p12.htm
- Strategic Impact Advisors. (2022). *Honduras digital agriculture assessment: A report for USAID/Feed the Future*. Obtenido de Digital Frontiers/DAI: <https://www.digitalfrontiersdai.com/resources/honduras-digital-agriculture-assessment/>
- Técnico Agrícola. (23 de abril de 2024). *Inteligencia de negocios*. Obtenido de BI – Inteligencia de negocios en agricultura: <https://www.tecnicoagricola.es/inteligencia-de-negocios/>

- Thomson Reuters. (30 de Marzo de 2023). *Agro 4.0: la tecnología a favor de la agroindustria*. Obtenido de thomsonreuters: <https://www.thomsonreutersmexico.com/es-mx/soluciones-de-comercio-exterior/blog-comercio-exterior/agro-4-0-la-tecnologia-a-favor-de-la-agroindustria>
- Tribal. (11 de septiembre de 2023). *Cultivando el éxito: Estrategias para una gestión de inventarios en la agroindustria*. Obtenido de Tribal: <https://www.tribal.mx/blog/como-hacer-una-buena-gestion-de-inventarios-en-la-agroindustria>
- UNAG, U. N. (2018). *Cálculo de costos de producción por cruces de ganado vacuno de doble propósito en Honduras (Informe técnico)*. Obtenido de http://amanglana.unag.edu.hn/jspui/bitstream/123456789/714/1/Informe_final_SE16278.pdf
- Universidad de América. (2024). *Impacto del uso de tecnologías digitales en los procesos de la cadena de suministro agropecuaria*. Obtenido de Repositorio institucional: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstreams/7ce581d8-aa56-4155-afd5-680f693abf5c/download>

ANEXOS

ANEXO 1. Cuestionario estructurado para personal administrativo, operativo y técnico de Interagro.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc1846TjwcL1GCQ9s5gWuGDHoplYWcza0Uh3uxVCOAvCgsDQQ/viewform>



ut unitec®

Encuesta sobre Gestión del Inventario Ganadero y Control de Costos en Interagro (Grupo Unico).

Instrumento del estudio de maestría: Diseño de un sistema de información ERP para la gestión integral del inventario ganadero y control de costos en Agroindustria Internacional (Interagro) en el Rancho RUVE, Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información – UNITEC.

samiraxl20@gmail.com [Cambiar cuenta](#)

 No compartido 

[Siguiendo](#)  [Página 1 de 10](#) [Borrar formulario](#)

Sección 2 de 10

Consentimiento informado y uso de la información



La presente encuesta tiene como finalidad recopilar información para analizar la situación actual de la empresa y definir los requerimientos del sistema propuesto.

Las respuestas serán utilizadas únicamente con fines académicos y de investigación.

La participación es voluntaria, puede retirarse en cualquier momento y no existen respuestas correctas o incorrectas.

Los datos se manejarán de forma confidencial y anónima: no se publicará su nombre ni se compartirán respuestas individuales con terceros ajenos al estudio.

¿Declaras que ha leído la información anterior y que está de acuerdo en participar voluntariamente en este estudio?



- ☐ Sí, he leído la información y acepto participar.
- ☐ No estoy de acuerdo en participar.

Sección 3 de 10

Datos sociodemográficos



Descripción (opcional)

Edad *

- ☐ 18 a 25 años
- ☐ 26 a 35 años
- ☐ 36 a 45 años
- ☐ 46 a 55 años
- ☐ 56 años o más

Genero *

☐ Masculino

☐ Femenino

Puesto o Cargo *

☐ Gerente General

☐ Gerente Administrativo

☐ Gerente de Operaciones

Años de laborar en la empresa *

☐ Menos de 1 año

☐ 1 a 3 años

☐ 4 a 6 años

☐ 7 a 10 años

☐ 11 a 15 años

☐ Más de 15 años

Sección 4 de 10

Gestión actual del inventario ganadero



Escala Likert: 1 2 3 4 5 (1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo.)

1. ¿Existe un registro individual para cada animal del hato ganadero en Interagro? *

☐ Sí

☐ No



2. ¿Con qué frecuencia se actualiza el registro del inventario ganadero? *

☐ Diariamente

☐ Semanalmente

☐ Mensualmente

☐ Trimestralmente

☐ Anualmente

3. ¿Qué información se registra actualmente de cada animal? (Puede seleccionar varias opciones)

- ☐ Identificación / número de arete
- ☐ Fecha de nacimiento / edad
- ☐ Control de peso
- ☐ Producción de leche
- ☐ Historial veterinario
- ☐ Eventos reproductivos
- ☐ Movimientos entre potreros
- ☐ Ninguna de las anteriores

4. La información del inventario ganadero se actualiza de forma oportuna y completa.

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

5. El sistema de registro actual permite identificar rápidamente el historial de un animal específico cuando se necesita. *

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

6. ¿Qué formato utiliza actualmente para registrar el inventario ganadero? (Varias opciones) *

- ☐ Cuaderno / registro físico
- ☐ Hojas de Excel
- ☐ Sistema informático especializado (Nombre del sistema en Otros:)
- ☐ Fotografía / imagen digitalizada
- ☐ Otros: _____

Control de costos operativos



Descripción (opcional)

7. ¿Se registran los costos operativos de cada rubro de manera sistemática en Interagro? *

- ☐ Si
- ☐ No



8. ¿Qué rubros de costos se registran actualmente? (Puede seleccionar varios) *

- ☐ Alimentación (concentrados, pastos, sal mineral)
- ☐ Mano de obra directa
- ☐ Gastos veterinarios y medicamentos
- ☐ Mantenimiento de instalaciones
- ☐ Combustible y transporte
- ☐ Costos reproductivos
- ☐ Ninguno de los anteriores

9. Los registros de costos actuales permiten conocer el costo total por animal de forma precisa.

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

10. Es fácil acceder a información consolidada sobre los costos totales de operación del mes.

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

11. ¿Con qué frecuencia se elaboran reportes de costos operativos? *

- ☐ Diariamente
- ☐ Semanalmente
- ☐ Mensualmente
- ☐ Trimestralmente
- ☐ Anualmente

...

12. ¿Cuál es la principal dificultad para controlar los costos? (Seleccione la más relevante) *

☐

Falta de registros organizados

☐

Información dispersa en múltiples formatos

☐

Falta de tiempo para registrar

☐

No existe un responsable definido

☐

No se reconoce dificultad

Sección 6 de 10

Requerimientos del sistema ERP

⌵ ⋮

Descripción (opcional)

13. ¿Qué información considera más importante registrar en el sistema ERP? (Puede seleccionar varias) *

☐

Registro individual del animal (ID, nacimiento, raza)

☐

Control de peso periódico

☐

Producción de leche diaria

☐

Historial reproductivo (partos, servicios)

☐

Historial veterinario y tratamientos

☐

Costos por animal

☐

Movimientos entre potreros

14. Contar con un sistema que centralice toda la información del ganado mejoraría significativamente mi trabajo diario. *

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

15. Sería útil que el sistema genere alertas automáticas (vacunaciones, tratamientos, partos próximos).

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

16. ¿En qué dispositivo preferiría usar el sistema de información? *

- ☐ Computadora de escritorio
- ☐ Laptop
- ☐ Tableta (tablet)
- ☐ Teléfono celular / smartphone
- ☐ Cualquier dispositivo

Herramientas y recursos tecnológicos



Descripción (opcional)

17. ¿Qué herramientas tecnológicas utiliza actualmente para registrar información ganadera? (Varias opciones) *

- ☐ Hojas de cálculo (Excel / Google Sheets)
- ☐ Documentos de texto (Word)
- ☐ Mensajería (WhatsApp / Telegram)
- ☐ Software especializado de ganadería
- ☐ Registros manuales en papel
- ☐ Ninguna herramienta tecnológica

18. Tengo acceso a internet con suficiente velocidad para usar un sistema en línea en mi área de trabajo. *

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

19. Me siento cómodo(a) aprendiendo a usar nuevas herramientas tecnológicas para mi trabajo. *

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

20. ¿Qué limitación tecnológica considera más importante resolver para implementar el ERP? *
(Seleccione una)

- ☐ Falta de acceso a internet estable
- ☐ Falta de dispositivos adecuados
- ☐ Falta de capacitación en sistemas
- ☐ Resistencia del personal al cambio
- ☐ Costos de implementación

Indicadores de eficiencia productiva y económica



Descripción (opcional)

21. ¿Cuáles indicadores económicos son más necesarios para la toma de decisiones? (Puede seleccionar varios) *

- ☐ Costo por animal por mes
- ☐ Costo por litro de leche producido
- ☐ Costo por libra de carne
- ☐ Margen de contribución por hato
- ☐ Punto de equilibrio
- ☐ Rentabilidad mensual del negocio
- ☐ Ninguno / no se usan indicadores

22. Actualmente se calculan indicadores productivos o económicos de forma regular.

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

23. Contar con indicadores automáticos en el ERP mejoraría la toma de decisiones gerenciales.

*

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

24. ¿Con qué periodicidad se necesitarían estos indicadores? *

- ☐ Diariamente
- ☐ Semanalmente
- ☐ Mensualmente
- ☐ Trimestralmente
- ☐ Anualmente

25. ¿Qué tipo de reportes considera necesarios para la gestión de Interagro? (Puede seleccionar varios) *

- ☐ Reporte de inventario del hato
- ☐ Reporte de producción de leche
- ☐ Reporte de costos por rubro
- ☐ Reporte reproductivo (partos, servicios)
- ☐ Reporte sanitario (vacunaciones, tratamientos)
- ☐ Estado de resultados ganadero
- ☐ Reporte de rentabilidad por animal

26. Los reportes que genera actualmente el sistema de información son suficientes para tomar decisiones gerenciales oportunas.

- ☐ Totalmente en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Totalmente de acuerdo

27. ¿Con qué frecuencia necesita reportes consolidados para tomar decisiones sobre el negocio?

- ☐ Diariamente
- ☐ Semanalmente
- ☐ Mensualmente
- ☐ Trimestralmente
- ☐ Anualmente

28. ¿Existe alguna información adicional que necesite y actualmente no pueda obtener?
Describa brevemente:

Texto de respuesta largo

Fin del Formulario



Gracias por su tiempo, ha decidido no participar en este estudio.

Puede cerrar esta ventana.

Anexo 2. Guía de entrevista semiestructurada para personal directivo y gerencial de Interagro.

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Sistema de Información ERP para la Gestión del Inventario Ganadero y Control de Costos - Interagro

Investigación:	Diseño de un sistema de información ERP para la gestión integral del inventario ganadero y control de costos en Agroindustria Internacional (INTERAGRO)
Dirigida a:	Personal directivo y gerencial de Interagro (Grupo A: 2--3 informantes clave)
Objetivo:	Obtener información cualitativa en profundidad sobre los procesos actuales, limitaciones operativas, requerimientos del sistema ERP y expectativas de los directivos, conforme a las variables V1--V6
Investigadores:	Carlos Eduardo Zapata Cerrato y Samir Salomón Escoto
Institución:	UNITEC - Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información
Duración estimada:	45 a 60 minutos por entrevista
Registro:	Grabación de audio con consentimiento escrito del informante + notas de campo del entrevistador
Confidencialidad:	La información es estrictamente confidencial y de uso exclusivamente académico. Participación voluntaria.

INSTRUCCIONES PARA EL ENTREVISTADOR

1. Llegar con anticipación al lugar acordado y preparar el equipo de grabación de audio.
2. Explicar el propósito del estudio al informante antes de iniciar la entrevista.

3. Solicitar la firma del consentimiento informado e incluir autorización para la grabación.
4. Presentar las preguntas orientadoras de forma clara y natural, siguiendo el orden por ejes temáticos.
5. Utilizar las preguntas de profundización cuando la respuesta lo amerite o sea necesario ampliar información.
6. Mantener un tono de conversación y evitar influenciar las respuestas del entrevistado.
7. Tomar notas de campo sobre observaciones contextuales y lenguaje no verbal relevante.
8. Al finalizar, agradecer la participación e informar el paso siguiente del estudio.

PRESENTACIÓN AL INFORMANTE

Buen día. Mi nombre es Carlos Zapata y junto con Samir Salomón estamos realizando un trabajo de investigación de Maestría en UNITEC. El objetivo de esta entrevista es conocer su perspectiva sobre los procesos actuales de gestión del inventario ganadero y control de costos en Interagro, con el fin de diseñar un sistema de información ERP que responda a las necesidades reales de la empresa. La entrevista tendrá una duración aproximada de 45 a 60 minutos. Con su autorización, grabaré la sesión únicamente para facilitar el análisis posterior; dicha grabación será confidencial y de uso exclusivamente académico. Su participación es completamente voluntaria y podrá retirarse en cualquier momento. ¿Tiene alguna pregunta antes de comenzar?

BLOQUE I: Gestión del inventario ganadero

- **Pregunta 1:** ¿Cuál es su rol dentro de la empresa?
- **Pregunta 2:** ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en Interagro?
- **Pregunta 3:** ¿Cómo se lleva actualmente el registro de cada animal del hato en Interagro?
- *Profundización:* ¿Podría mostrarme un ejemplo del registro actual?
 - **Pregunta 4:** ¿Qué información se documenta y con qué frecuencia se actualiza?
- *Profundización:* ¿Qué información debería registrarse, pero actualmente no se registra?
 - **Pregunta 5:** ¿Quiénes son los responsables de registrar y actualizar el inventario?
- *Profundización:* ¿Cuánto tiempo dedica diariamente a buscar o registrar información?
 - **Pregunta 6:** ¿Qué tan fácil es acceder a la información de un animal específico?

- *Profundización:* ¿Han ocurrido pérdidas o errores por falta de información oportuna?

BLOQUE II: Control de costos operativos

Pregunta 5: ¿Cuáles son los principales rubros de costo en la operación diaria?

- *Profundización:* ¿Podría estimar el porcentaje que representa la alimentación del costo total?

Pregunta 6: ¿Cómo se registran y controlan actualmente los costos operativos?

- *Profundización:* ¿Existen costos difíciles de cuantificar o que se escapan al control?

Pregunta 7: ¿Cuáles son las mayores dificultades para controlar y cuantificar costos?

- *Profundización:* ¿Cómo ha influido la disponibilidad de información en la toma de decisiones?

Pregunta 8: ¿Cómo estima o calcula el costo de mantener un animal?

- *Profundización:* ¿Cómo compara los costos actuales con períodos anteriores?

BLOQUE III: Requerimientos del sistema ERP

Pregunta 9: ¿Qué información debería centralizar el ERP para la gestión de Interagro?

- *Profundización:* De estos elementos, ¿cuáles considera prioritarios?

Pregunta 10: ¿Qué funcionalidades debería incluir el ERP para apoyar las operaciones diarias?

- *Profundización:* Si tuviera que elegir 3 funcionalidades clave, ¿cuáles serían?

Pregunta 11: ¿Qué procesos actuales deberían ser gestionados por el ERP?

- *Profundización:* ¿Qué procesos considera prioritarios automatizar?

Pregunta 12: ¿Qué módulos debería integrar el ERP en su primera implementación?

- *Profundización:* De estos módulos, ¿cuáles considera prioritarios?

BLOQUE IV: Herramientas y recursos tecnológicos

Pregunta 13: ¿Qué herramientas tecnológicas utiliza el equipo actualmente?

- *Profundización:* ¿Cuántas fincas tienen acceso a internet estable?

Pregunta 14: ¿Cuál es la situación de la conectividad a internet en las fincas?

- *Profundización:* ¿Cuál es el mayor obstáculo tecnológico que anticipa?

Pregunta 15: ¿Qué equipos tecnológicos están disponibles?

- *Profundización:* ¿Se intentó implementar algún sistema similar antes?

Pregunta 16: ¿Considera que el equipo está preparado para adoptar un sistema digital?

- *Profundización:* ¿Estaría la empresa dispuesta a invertir en equipos para la

implementación?

BLOQUE V: Indicadores de eficiencia productiva y económica

Pregunta 17: ¿Qué indicadores productivos o económicos utiliza actualmente?

- *Profundización:* ¿Ha podido estimar el punto de equilibrio de la operación?

Pregunta 18: ¿Cómo calcula el costo por litro de leche o el costo por animal?

- *Profundización:* ¿Compara el rendimiento entre fincas o entre períodos?

Pregunta 19: ¿Qué indicadores son prioritarios para incluir en el ERP?

- *Profundización:* ¿Qué indicador impacta más directamente la rentabilidad?

Pregunta 20: ¿Con qué frecuencia necesita revisar indicadores para tomar decisiones?

- *Profundización:* ¿Cuáles le gustaría ver en un panel de control (dashboard)?

BLOQUE VI: Reportes gerenciales para la toma de decisiones

Pregunta 21: ¿Qué tipos de reportes genera actualmente para apoyar la toma de decisiones?

- *Profundización:* ¿Qué información falta en los reportes actuales?

Pregunta 22: ¿Con qué frecuencia necesita información consolidada para planificar?

- *Profundización:* ¿Preferiría reportes automatizados o generados manualmente?

Pregunta 23: ¿Qué decisiones estratégicas toma con base en los reportes actuales?

- *Profundización:* ¿Necesita que los reportes puedan exportarse a Excel o PDF?

Pregunta 24: ¿Qué reportes considera los más críticos e indispensables?

- *Profundización:* ¿Quiénes en la empresa necesitan acceso a estos reportes?

CIERRE DE LA ENTREVISTA

Pregunta 25: ¿Hay algún aspecto importante sobre la gestión de Interagro que no se haya abordado y que considere relevante para el diseño del ERP?

Pregunta 26: En general, ¿qué espera que cambie en la empresa una vez implementado el sistema ERP?

Pregunta 27: ¿Qué dificultades anticipa en la implementación del ERP (por ejemplo, recursos, tiempo, capacitación, coordinación entre áreas)?

Pregunta 28: ¿Cree que el personal se resistirá al cambio que implica el ERP? ¿Por qué?

Agradecimiento: "Muchas gracias por su tiempo y por compartir su experiencia. La información que nos ha proporcionado es sumamente valiosa para diseñar un sistema que realmente responda a las necesidades de Interagro. En las próximas semanas estaremos procesando estos datos y nos pondremos en contacto para presentarle los avances del estudio."

Anexo 3. Fichas de análisis documental de inventario ganadero, producción y costos operativos.

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Sistema de Información ERP para la Gestión del Inventario Ganadero y Control de Costos - Interagro

Investigación:	Diseño de un sistema de información ERP para la gestión integral del inventario ganadero y control de costos en Agroindustria Internacional (INTERAGRO)
Completada por:	Investigador(es): Carlos Eduardo Zapata Cerrato / Samir Salomón Escoto
Institución:	UNITEC - Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información
Instrucciones:	Complete una ficha por cada documento o grupo de documentos del mismo tipo revisado en Interagro. Registre con objetividad los campos encontrados y las brechas identificadas respecto a los requerimientos del ERP (variables V1--V6, sección 3.7).
Período de revisión:	Registros internos del período enero 2025 -- marzo 2026 (según criterios de inclusión, sección 3.4)

DATOS DEL DOCUMENTO

Código del documento:

Asigne un código único:

- DOC-INV-____(inventario)
- DOC-CST-____(costos)
- DOC-VET-____(veterinario)
- DOC-REP-____(reproductivo)
- DOC-PROD-____(producción)
- DOC-CONT-____(contable)

Código asignado: _____

Tipo de documento:

Marque el tipo correspondiente:

- ☐ Registro de inventario ganadero
- ☐ Formato de control de costos
- ☐ Registro veterinario / sanitario
- ☐ Registro reproductivo (partos, servicios)
- ☐ Registro de producción (leche, peso)
- ☐ Reporte contable / financiero
- ☐ Otro (especifique): _____

Responsable del documento:

Nombre / Cargo: _____

Departamento / Finca: _____

Período que cubre:

Fecha de inicio: _____ Fecha de fin: _____

Frecuencia de actualización:

- ☐ Diaria
- ☐ Semanal
- ☐ Mensual
- ☐ Irregular
- ☐ No se actualiza

Formato del soporte:

- ☐ Cuaderno / registro físico
 - ☐ Hoja de cálculo (Excel / Google Sheets)
 - ☐ Sistema informático especializado (especifique): _____
 - ☐ Fotografía / imagen digitalizada
 - ☐ Otro (especifique): _____
-
-

CONTENIDO Y ANÁLISIS DEL DOCUMENTO

Campos / variables que contiene actualmente:

Liste los datos que se registran en el documento (marque los presentes):

- ☐ ID / número de arete
- ☐ Raza / categoría
- ☐ Fecha de nacimiento / edad
- ☐ Sexo
- ☐ Control de peso (fechas)
- ☐ Producción de leche (litros/día)
- ☐ Historial veterinario
- ☐ Vacunas / fechas
- ☐ Servicio reproductivo
- ☐ Fecha de parto / número de partos
- ☐ Costo de alimentación
- ☐ Costo de mano de obra
- ☐ Costo veterinario

- ☐ Costo de combustible / mantenimiento
- ☐ Costos totales consolidados
- ☐ Indicadores calculados

Otros campos presentes:

Campos requeridos por el ERP (V1--V6) NO presentes en el documento (brechas):

Liste los campos que deberían existir según la operacionalización de variables (sección 3.7) pero que están ausentes:

Nivel de completitud del registro:

Marque el nivel de completitud observado:

- ☐ Completo ($\geq 90\%$ de los campos llenados correctamente)
- ☐ Parcial (50--89% de los campos completos)
- ☐ Incompleto (25--49% de los campos completos)
- ☐ Muy incompleto ($< 25\%$ de los campos completos)

Porcentaje estimado de completitud: _____%

Consistencia de los datos:

- ☐ Alta: datos sin contradicciones, fechas correctas, valores lógicos
- ☐ Media: algunas inconsistencias menores (fechas faltantes, valores atípicos)
- ☐ Baja: múltiples inconsistencias, errores frecuentes, datos dudosos

Observación específica: _____

HALLAZGOS Y RELACIÓN CON VARIABLES

Observaciones y hallazgos relevantes:

Describa los hallazgos más importantes, inconsistencias, patrones o elementos de interés para el diseño del ERP:

Variables del estudio que cubre este documento:

Indique qué variables (V1--V6) se pueden diagnosticar con base en este documento:

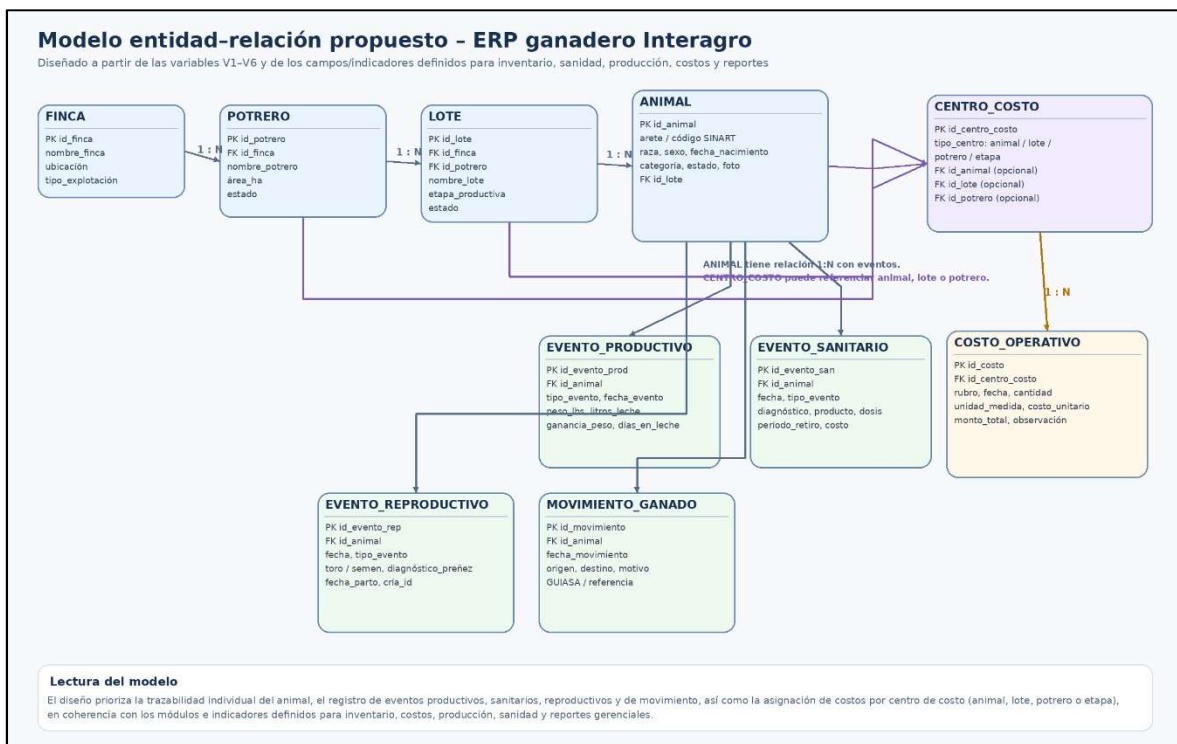
- ☐ V1 - Gestión del inventario ganadero
- ☐ V2 - Control de costos operativos
- ☐ V3 - Requerimientos de información del sistema ERP
- ☐ V4 - Herramientas y recursos para el diseño del ERP
- ☐ V5 - Indicadores de eficiencia productiva y económica
- ☐ V6 - Reportes gerenciales para decisiones

Revisado por:

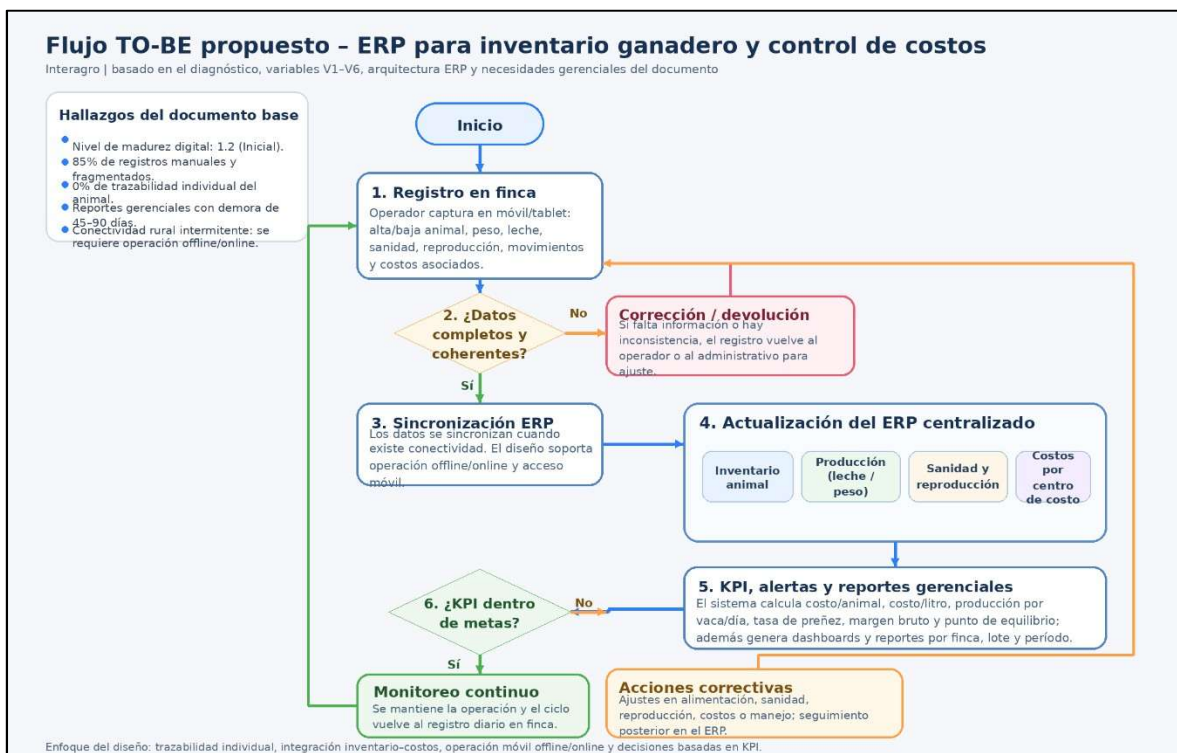
Nombre del investigador: _____ Fecha: _____

Firma: _____

Anexo 4. Modelos de datos y diagramas entidad-relación



Anexo 5. Diagramas de flujo de procesos



Anexo 6. Análisis FODA de la gestión de información en Interagro.

FORTALEZAS (Internas)	OPORTUNIDADES (Externas)
DEBILIDADES (Internas)	AMENAZAS (Externas)

Anexo 7. Matriz de requerimientos funcionales y no funcionales.

MATRIZ DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA ERP SGG-INTERAGRO

Matriz de requerimientos del ERP ganadero – Interagro										
Base documental utilizada: objetivos, variables V1-V6, madurez digital, arquitectura ERP, flujograma actual y tablas de operacionalización del documento analizado.										
ID_RE	Descripción del requerimiento	Tipo	Variable asociada	Módulo ERP	Prioridad	Fuente	Actor principal	Criterio de aceptación	Fase SDLC	Base documental
R-001	Registrar ficha única por animal con ID, arete/código SINART, raza, sexo, fecha de nacimiento, categoría, estado, ubicación y foto.	Funcional	V1	Inventario	Must	Cuestionario / Entrevista	Operador	El sistema permite crear, consultar y actualizar la ficha individual del animal con todos los campos obligatorios.	Análisis	Tabla 15 (V1) / Tabla 17
R-002	Registrar eventos productivos por animal: peso, producción de leche, ganancia de peso, días en leche y lote/potrero asignado.	Funcional	V1	Producción	Must	Cuestionario / Entrevista	Operador	Cada animal puede almacenar múltiples eventos productivos con fecha, tipo de evento y valores numéricos válidos.	Análisis	Tabla 15 (V1) / Tabla 17
R-003	Registrar historial sanitario por animal incluyendo vacunaciones, desparasitaciones, tratamientos, diagnósticos, medicamento, dosis y costo.	Funcional	V1	Sanidad	Must	Cuestionario / Entrevista / Análisis documental	Veterinario	El historial sanitario muestra todos los eventos clínicos del animal y permite consultar fechas, dosis, productos y costos.	Análisis	Tabla 15 (V1) / Tabla 17
R-004	Registrar eventos reproductivos por animal: monta o IA, toro/semen, diagnóstico de preñez, fecha de parto, cría e intervalo entre partos.	Funcional	V1	Reproducción	Must	Cuestionario / Entrevista	Veterinario	El sistema guarda eventos reproductivos y permite generar historial reproductivo y cálculo del intervalo entre partos.	Análisis	Tabla 15 (V1)
R-005	Registrar movimientos del ganado con fecha, origen, destino, motivo y referencia GUIASA para asegurar trazabilidad individual.	Funcional	V1	Trazabilidad	Must	Cuestionario / Entrevista / Análisis documental	Operador	Cada traslado, venta, muerte o compra queda asociado al animal y es consultable en su trazabilidad histórica.	Análisis	Tabla 15 (V1) / SINART
R-006	Permitir búsqueda rápida del historial completo de un animal.	No funcional	V1	Inventario	Should	Observación / Entrevista	Administrativo	Un usuario autorizado localiza la ficha completa de un animal en un tiempo objetivo menor a 2 minutos.	Pruebas	Tabla 15 (eficiencia de búsqueda)
R-007	Registrar costos de alimentación por tipo de alimento, cantidad, costo unitario, costo total y lote destinatario.	Funcional	V2	Costos	Must	Cuestionario / Análisis documental	Administrativo	El sistema registra costos de alimentación por fecha, rubro y destino, y permite consolidación mensual por lote o período.	Análisis	Tabla 16 (V2)
R-008	Registrar costos de mano de obra por empleado, cargo, horas trabajadas, salario o jornal y área asignada.	Funcional	V2	Costos	Must	Cuestionario / Análisis documental	Administrativo	El sistema guarda costos de personal operativo y permite asociarlos a finca, potrero, lote o actividad.	Análisis	Tabla 16 (V2)
R-009	Registrar costos veterinarios, sanitarios y reproductivos por animal o lote.	Funcional	V2	Costos	Must	Cuestionario / Entrevista / Análisis documental	Veterinario	Cada gasto sanitario o reproductivo puede asociarse al animal/lote tratado, con fecha, insumo, cantidad y monto.	Análisis	Tabla 16 (V2)
R-010	Registrar costos de mantenimiento, infraestructura y combustibles por tipo, materiales, mano de obra y consumo.	Funcional	V2	Costos	Should	Cuestionario / Análisis documental	Administrativo	El sistema permite registrar gastos de mantenimiento y combustibles con desglose suficiente para análisis por categoría.	Análisis	Tabla 16 (V2)
R-011	Asignar todos los costos a centros de costo por animal, lote, potrero o etapa productiva, con soporte para conversión UAB.	Funcional	V2	Costos	Must	Entrevista / Cuestionario / Análisis documental	Contabilidad	El sistema obliga a seleccionar un centro de costo al registrar gastos y permite su consolidación por unidad de análisis.	Diseño	Tabla 17 (módulo de costos)
R-012	Controlar periodicidad de registro de costos y evidenciar costos no registrados o incompletos.	Funcional	V2	Costos	Should	Cuestionario / Entrevista	Gerente	El sistema emite alertas o listados de periodos/rubros sin registro y permite identificar brechas de documentación.	Diseño	Tabla 16 (frecuencia / costos no registrados)

ID_RE	Descripción del requerimiento	Tipo	Variable asociada	Módulo ERP	Prioridad	Fuente	Actor principal	Criterio de aceptación	Fase SDLC	Base documental
R-013	Contar con un módulo de inventario ganadero para administrar altas, bajas, estados, categorías y ubicación del hato.	Funcional	V3	Inventario	Must	Entrevista / Cuestionario	Operador	El módulo permite gestionar la vida útil del animal desde su ingreso hasta venta, muerte o baja.	Diseño	Tabla 17 (módulo inventario)
R-014	Contar con un módulo de producción para registrar leche, peso vivo, producción acumulada y etapa fisiológica.	Funcional	V3	Producción	Must	Entrevista / Cuestionario	Operador	El módulo registra datos productivos diarios o periódicos y permite consultas por animal, lote o período.	Diseño	Tabla 17 (módulo producción)
R-015	Contar con un módulo de sanidad que maneje calendario de vacunación, tratamientos, alertas y períodos de retiro.	Funcional	V3	Sanidad	Must	Entrevista / Cuestionario	Veterinario	El módulo genera alertas de vencimiento y mantiene el historial sanitario por animal.	Diseño	Tabla 17 (módulo sanidad)
R-016	Integrar inventario, producción, sanidad, reproducción y costos en una base de datos centralizada y multiusuario.	No funcional	V3	Integración	Must	Entrevista / Cuestionario	Gerente	Los datos capturados en un módulo quedan disponibles para consulta cruzada en los demás módulos autorizados.	Diseño	Tabla 17 (integración de datos)
R-017	Permitir sincronización entre fincas y operación offline/online para captura en campo.	No funcional	V3	Integración	Must	Entrevista / Cuestionario	Operador	El usuario puede capturar datos sin conexión y sincronizarlos cuando exista conectividad disponible.	Desarrollo	Tabla 17 (integración / no funcionales)
R-018	Ofrecer acceso móvil y tiempo de respuesta objetivo menor a 3 segundos en operaciones frecuentes.	No funcional	V3	Acceso	Should	Entrevista / Cuestionario	Operador	Las pantallas críticas del sistema responden dentro del umbral establecido en condiciones normales de operación.	Pruebas	Tabla 17 (requerimientos no funcionales)
R-019	Disponer de arquitectura web administrativa y componente móvil para trabajo de campo.	No funcional	V4	Arquitectura	Must	Entrevista / Revisión bibliográfica	TI / Desarrollo	La solución contempla front-end administrativo, captura móvil y base de datos relacional documentada.	Diseño	Tabla 18 (arquitectura tecnológica)
R-020	Definir y documentar el sistema con diagramas de flujo/BPMN, modelo entidad-relación y prototipos de interfaz.	No funcional	V4	Diseño	Must	Revisión bibliográfica / Análisis documental	TI / Desarrollo	Existen entregables formales aprobados de procesos, datos e interfaz antes de la fase de desarrollo.	Diseño	Tabla 18 (herramientas de modelado)
R-021	Implementar roles y permisos diferenciados para operador, administrativo, veterinario y gerencia.	No funcional	V4	Seguridad	Must	Entrevista	Gerente	Cada rol accede únicamente a las funciones y datos autorizados según su perfil.	Desarrollo	Tabla 18 (arquitectura / documentación)
R-022	Mantener trazabilidad de cambios mediante bitácora de auditoría para registros críticos.	No funcional	V4	Seguridad	Should	Entrevista / Análisis documental	Administrativo	El sistema registra usuario, fecha, hora y tipo de modificación en entidades críticas del negocio.	Desarrollo	Tabla 18 (documentación y control)

ID_RE	Descripción del requerimiento	Tipo	Variable asociada	Módulo ERP	Prioridad	Fuente	Actor principal	Criterio de aceptación	Fase SDLC	Base documental
R-023	Calcular automáticamente costo por animal, costo por litro de leche y costo por libra de carne.	Funcional	V5	Indicadores	Must	Cuestionario / Entrevista / Análisis documental	Gerente	Los KPI unitarios se generan automáticamente a partir de costos e inventario/productividad registrados.	Desarrollo	Tabla 19 (indicadores de costos por unidad)
R-024	Calcular margen de contribución, margen bruto y utilidad neta por hectárea.	Funcional	V5	Indicadores	Must	Cuestionario / Entrevista / Análisis documental	Gerente	El sistema muestra los indicadores económicos con sus fórmulas y periodo de cálculo configurable.	Desarrollo	Tabla 19 (rentabilidad)
R-025	Calcular indicadores de eficiencia productiva: litros/vaca/día, ganancia de peso diaria, producción/hectárea y tasa de natalidad.	Funcional	V5	Indicadores	Must	Cuestionario / Entrevista	Gerente	Los KPI productivos se calculan por animal, lote, finca y periodo, con posibilidad de comparación histórica.	Desarrollo	Tabla 19 (eficiencia productiva)
R-026	Calcular punto de equilibrio en litros y en animales, y comparar KPI con benchmarks sectoriales.	Funcional	V5	Indicadores	Should	Entrevista / Análisis documental / Revisión bibliográfica	Gerente	El sistema muestra punto de equilibrio, meta/real y comparativo con rangos de referencia definidos.	Desarrollo	Tabla 19 (punto de equilibrio / benchmarks)
R-027	Generar reportes de producción con periodicidad diaria o mensual por animal, lote y finca.	Funcional	V6	Reportes	Must	Entrevista / Cuestionario	Gerente	El sistema exporta reportes de leche, peso y producción acumulada filtrables por periodo y unidad productiva.	Pruebas	Tabla 20 (reportes producción)
R-028	Generar reportes de costos por rubro, costo/animal, costo/litro y comparativos por periodo.	Funcional	V6	Reportes	Must	Entrevista / Cuestionario	Gerente	El sistema genera reportes consolidados de costos con filtros, totales y comparación entre periodos.	Pruebas	Tabla 20 (reportes costos)
R-029	Generar reportes reproductivos: vacas servidas/preñadas, intervalo entre partos, tasa de preñez y crías nacidas.	Funcional	V6	Reportes	Should	Entrevista / Cuestionario	Veterinario	El sistema emite reportes reproductivos con detalle por periodo y por unidad productiva.	Pruebas	Tabla 20 (reportes reproducción)
R-030	Mostrar dashboard gerencial con KPI de rentabilidad, alertas y comparación entre fincas/lotés, reduciendo la generación de reportes de días a horas.	Funcional	V6	BI / Dashboards	Must	Entrevista / Cuestionario	Gerente	La gerencia visualiza KPI y alertas en un tablero y puede obtener reportes consolidados en horas, no en semanas.	Implementación	Tabla 20 (reportes gerenciales) / Figura 5