

# Gestión de Información de Producción Porcina en Pie, Toma de Decisiones Soportada en Metodologías Blandas

Management of standing pig production information, decision making supported by soft methodologies.

<sup>1</sup>Miguel Ojeda Enríquez, <sup>2</sup>Hugo Andrade Sosa.

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia

<sup>2</sup>Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Industrial de Santander - UIS Bucaramanga, Colombia.

maojeda@ucundinamarca.edu.co, handrade@uis.edu.co

**Resumen**— La transformación y evolución progresiva del sector porcino, hacia sistemas más complejos, tecnificados y de mayor tamaño, ha conllevado a que la gestión de los datos de la dinámica productiva sea fundamental para lograr un alto nivel de información, que permita la toma de decisiones eficientes y efectivas. Este artículo da cuenta de una experiencia de estudio organizacional orientada al diseño de un modelo de gestión de información en la producción porcina en pie, para la finca “la Esperanza” de Fusagasugá Colombia. El diseño se fundó en la interpretación del sistema de actividades humanas (sistema productivo) mediante la metodología de sistemas blandos (MSB) y, en la identificación de la dinámica productiva y la toma de decisiones, mediante la dinámica de sistemas (DS) con el software “Evolución 4.5”. Finalmente, el modelo de gestión de información orientó la construcción de un prototipo de sistema de información, “UCPigModel”, que sirve al sistema humano de producción porcina.

**Palabras clave**— Gestión de producción, Metodologías de Sistemas Blandos, Dinámica de Sistemas, gestión de la información, Producción porcina.

**Abstract**— The transformation and progressive evolution of the pig sector, towards more complex, technified and larger systems, has caused that the management of the data of the dynamics of production being fundamental to achieve a high level of information, allowing an efficient decision-making and effective. This article presents an organizational study experience oriented to the design of a model for the management of information in pig production on foot for La Esperanza farm of Fusagasugá Colombia. The design was based on the interpretation of the system of human activities (productive system) through the soft systems methodology (MSB) and, in the identification of productive dynamics and decision making, through system dynamics (DS) with the software "Evolution 4.5". Finally, the model for the management of information guided the construction of a

prototype of the information system, "UCPigModel", which serves the human pig production system.

**Key Word** — Production Management, soft systems methodologies Dynamics of Systems, management of information, pig production.

## I. INTRODUCCIÓN

Fusagasugá es un municipio con larga tradición y potencial para la producción agropecuaria por su clima, ubicación geográfica y experiencia acumulada por pequeños y medianos productores porcinos en pie (etapas de levante, ceba y finalizador). Aún la experiencia, la información generada en el proceso de identificación, manejo, sanidad, alimentación y venta suele ser registrada de forma manual o en formatos con hoja de cálculos. Para ilustrar el sistema productivo y proponer una nueva cultura de información-decisiones, se describe la experiencia desarrollada en la finca Porcicola “La Esperanza” ubicada en la vereda Tierra Negra en Fusagasugá (Cundinamarca), Figura. 1. En esta finca, no hay control de la información por parte de los agentes (las personas, la finca y la oficina) que intervienen en el proceso productivo.



Figura. 1. Ubicación geográfica finca “La Esperanza” Fuente:  
<https://goo.gl/7kFAhE>

A nivel regional existe poca aplicación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sector agroindustrial ver [1], a pesar de la existencia de programas TIC y proyectos de investigación por parte de las instituciones gubernamentales y académicas, del orden regional y nacional.

Se diseña un modelo para la gestión de la producción porcina en pie, guiado por la Metodología de sistemas blandos (MSB). Ver [2] y la dinámica de sistemas (DS) Ver [3]. Este modelo se asume en el prototipo de Software Web denominado “UCPigModel”<sup>1</sup> el cual permite realizar la trazabilidad del proceso productivo siguiendo las variables identidades en el modelo.

Este software puede ser útil para concebir diferentes tipos de producción agropecuaria en pie con alta capacidad de replicabilidad en otros contextos a nivel local, nacional e internacional. Además, se espera que este aporte sea significativo para el sector porcino, puesto que la gestión de información representa un proceso de mejora continua lo cual se adapta a cualquier condición necesaria incrementando la productividad, promoviendo a mediano plazo la asociatividad entre los pequeños y medianos productores porcinos que les permita participar de forma competitiva en el mercado, garantizando la sostenibilidad y presencia a nivel local, regional, nacional.

## II. CONTENIDO

### A. Contexto.

La investigación experimental, objeto de este artículo, se desarrolla en la finca “La Esperanza” que se encuentra ubicada geográficamente en el kilómetro 5,5 vía Fusagasugá-Sibaté en la vereda Tierra Negra, departamento de Cundinamarca, Colombia, Continente Suramericano, a una altitud norte de 4°22'21.1" y longitud oeste de 74°20'44.3", Figura. 1, con un clima templado y una temperatura que oscila entre de 12 °C a 18 °C.

La finca cuenta con un molino donde se combinan variedad de materias primas para obtener mensualmente una tonelada de pienso formulado, empacado y almacenado en bultos de 50 Kg para consumir en raciones para cada una de las etapas de los cerdos. Para esta actividad está asignado un operario el cual labora 8 horas diarias. Este pienso abastece los 35 corrales de los cerdos en etapas de levante, ceba y finalizador, alimentándolos una o dos veces al día. Los corrales son de dos tamaños, unos pequeño, con una

capacidad para 20 cerdos y otros grandes, con capacidad para 50 cerdos. Diez corrales utilizan el sistema de cama profunda el cual ayuda al desarrollo de los cerdos y adicionalmente mitiga el impacto ambiental por la baja emisión de residuos, la reducción considerable de malos olores y baja presencia de animales de carroña y moscas.

En cuanto a la capacidad operativa se encuentran 2 trabajadores laborando 8 horas diarias.

La última área de importancia en la infraestructura de la finca es la administrativa, en donde se gestiona los ingresos, costos y gastos generados por materias primas, bultos de alimento procesado, medicamentos, servicios públicos, mano de obra, control de parafiscales y transporte; así mismo se manejan los inventarios y costos de los cerdos vivos y muertos en cada etapa.

### B. Técnicas, instrumentos de recolección de datos e interpretación de la información.

En la recolección e interpretación de datos participan los agentes del proceso de producción por áreas así: una primera área conformada por Trabajadores y Proveedores, la segunda por la infraestructura de la finca y la tercera definida por los corrales para cerdos de raza Hampshire en etapas de levante, ceba y finalizador.

Los instrumentos de recolección, con la guía de la investigación experimental, fueron:

- Acompañamiento y observación directa en los procesos.
- Entrevistas
- Formatos de planillas impresas

Mediante la observación directa y las entrevistas iniciales con el propietario de la finca y los trabajadores; se identificó el contexto, se dio viabilidad al proyecto y se obtuvo el apoyo y aprobación para ejecutarlo; finalmente, la entrevista orientó la primera etapa de comprensión organizacional con la MSB para el diseño del modelo. Los formatos elegidos para la toma de registros permitieron identificar la evolución, cambios significativos en la actitud y procesos operacionales y administrativos por parte de los agentes participantes.

Como resultado del proceso anterior, se identificó que para el diseño del modelo de gestión de la información con DS, y la mejora en los tiempos de toma de decisiones y de respuesta; incrementar la cantidad y calidad del ciclo porcino en pie; lograr bienestar en los funcionarios y disminuir costos con mejor aprovechamiento de los insumos y gastos, junto con el seguimiento de los procesos de mejora continua del sistema productivo porcino en pie de la finca “La Esperanza”; se debe recopilar los siguientes datos representativos:

<sup>1</sup>UCPigModel: <http://www.sadconf.com/produccion/index.php/login>

- Costo de alimento semanal por porcino
- La ganancia de peso semanal
- Conversión alimenticia para la Finca La Esperanza
- Definición de los procesos del negocio (Oficina, Molino y Corrales)
- Funcionarios (gastos)
- Entradas (Compras insumos, materias primas y cerdos) y salidas (Alimento procesado, Mortandad, sacrificio y venta de cerdos).
- Cantidad de chocheras y de cerdos
- Gastos generales (Servicios públicos y Transporte).

C. Diseño de modelo de gestión de información soportado en MSB y DS.

La MSB propone un ciclo de aprendizaje que va desde indagar acerca de una situación problemática, hasta definir/tomar una acción para mejorarla [4]. Esta propuesta metodológica se recrea en general con la Fig. 2:

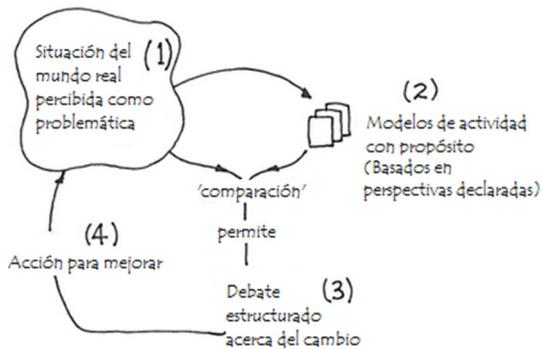


Fig. 2. Ciclos de investigación acción de la MSB. Fuente: Adaptado de [5]

Su relevancia radica que, en cuanto se tienen modelos de actividad humana, estos pueden ser usados para hacer preguntas enfocadas en la información [5]; entendida en el contexto descrito en la Fig. 2 y la noción de información Fig. 3 y sistema de información Fig. 4.

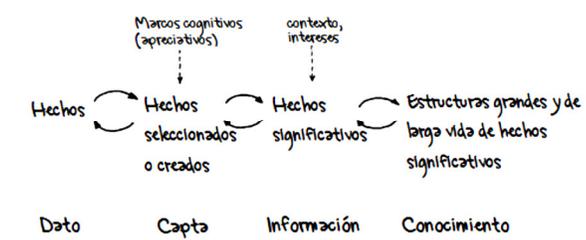


Fig. 3. Noción de Información Fuente: Traducción libre [5]

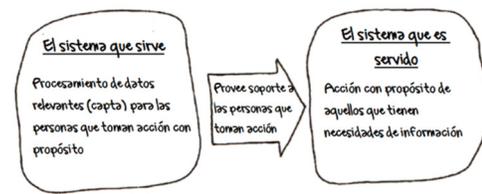


Fig. 4: Noción de Sistema de información. Fuente traducción libre [5]

En la dinámica de investigación acción, con la guía general de la MSB, la organización y el interventor van logrando un aprendizaje que facilita el diseño del modelo de gestión de la información, en siete:

1. Etapa 1: Situación problema no estructurada.

La finca “La Esperanza” es un centro de producción porcina, su propietario, el señor Juan Agustín Quiñones Lizcano es consciente que la gestión de la información, los tiempos de respuesta, reportes en formato digital e impreso, no son los mejores para la toma de decisiones en la producción porcina, y autoriza al ingeniero Miguel Antonio Ojeda para hacer la revisión de la situación actual, facilitando tiempo en horario laboral, la infraestructura y personal para estudiar experiencias que brinden la información base para identificar las diferentes apreciaciones e interpretaciones de la situación actual de la Finca.

La distribución física de la finca la Esperanza está conformada por las siguientes áreas:

- La de sacrificio y desinfección,
- La oficina, la cual posee un archivador, un portátil y plantillas de registro manual y digital por medio de hojas de cálculo,
- La bodega (molino donde se realiza el proceso de alimentos) y
- 35 corrales

Además, se cuenta con una camioneta y cinco funcionarios incluido el propietario.

El modelo actual de negocio se sustenta en el proceso productivo de cerdos en pie (Levante, Ceba y Finalizador) obviando la etapa de gestación, maternidad, cría, castración y destete, descolmille y otras; es decir, se compran cerdos en etapa de levante los cuales a su llegada reciben una purga que se repite a los 20 y 30 días. Así mismo, se les da la Medicada a los 15, 35 y 45 días de la compra.

Lo anterior garantiza que el proceso de levante sea de cerdos sanos que superan exitosamente la etapa de mayor mortalidad, con un índice de conversión de alimento de 2.5 (Es decir, cada 2.5 Kg de alimento consumido se transforman en 1 Kg de peso vivo) Ver [6] y [7]. Además, la etapa de ceba se inicia aproximadamente a los 55 Kg y la etapa de finalizador alrededor de 110 kg.

Lo anterior se desarrolla en un sistema de cama profunda con cascarilla y aserrín, Fig. 5. En este sistema se ha observado una baja tasa de mortalidad, reducción del estrés y beneficios en la calidad de vida del cerdo; además de minimizar los olores y moscas del corral, genera ingresos adicionales al vender el compost producido.



Fig. 5. Sistema cama profunda

Como resultado de la primera apreciación del sistema productivo, se observa que para la gestión de la información porcina se carece de la organización pertinente y que el negocio tan solo subsiste económicamente. Lo anterior, junto con la deficiente formación técnica de los trabajadores, explica la baja productividad y el lento crecimiento en la producción y utilidades.

Lo anterior, demanda minimizar tiempos en la obtención y registro de datos pertinentes para la información, reportes que permitan la toma de decisiones oportunas y disminuir tiempos en los procesos del sistema productivo. Asumiendo todo lo anterior, en el contexto de mejor bienestar para los funcionarios, disminución de costos y mayor aprovechamiento de los insumos.

## 2. Etapa 2: situación problema expresada.

De la etapa anterior y con la técnica de observación de trabajo y entrevistas verbales se evidenció que, a pesar de ser solo cinco funcionarios, el único medio de comunicación formal entre ellos, durante el proceso de producción y de gestión de la información de la finca, son las planillas situadas en sitios visibles, en las que cada uno responde por su actividad.

Las instalaciones están organizadas físicamente en 4 zonas, Fig. 6; el primer lugar es la administración u oficina, donde reposa la mayoría de la información producida por la finca y donde se preparan informes periódicos; el segundo lugar es el Molino (Bodega), donde se producen los alimentos; en el tercer lugar el área de los 35 corrales y, en cuarto lugar el área de sacrificio y desinfección, permitiendo que los empleados se puedan desinfectar para realizar el sacrificio o ir a los corrales. El personal, entre propietario y funcionarios, son cinco. Uno para la oficina, uno para el Molino, dos para los corrales y el propietario



Fig. 6. División física de "la finca la Esperanza"

Es importante señalar que no poseen métricas para medir el estado de cada una de las dependencias que conforman la granja, recurriendo a la observación para la evaluación de sus procesos, además de un proceso de registro de datos distribuido que se centraliza cada mes en informes internos oficiales, Fig. 7.



Fig. 7. Ubicación general de registro de datos de "La Esperanza"

Según el enunciado de la etapa 1: Situación problema no estructurada y el análisis anterior, se identificó que el proceso de flujo de la información es descentralizado, sin embargo, se unifica mes a mes para crear informes que se resumen en la contabilidad del mes. Para recrear lo anterior, mediante una mirada global, se ha diseñado el cuadro criptográfico de la situación actual, Fig. 8.

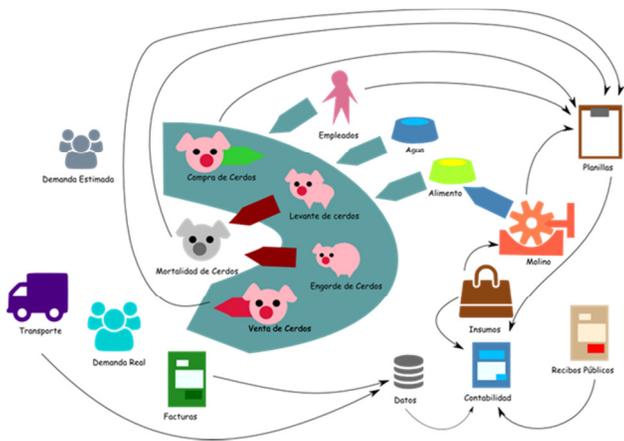


Fig. 8 Cuadro criptográfico de la situación actual de la finca “La Esperanza” Fuente: La investigación

3. Etapa 3: Nombramiento de los sistemas relevantes.

Considerando la situación actual de la finca la esperanza, formulada en la etapa 2, se acuerda la siguiente definición raíz que propone la transformación general deseable para la mejora de la situación organizacional:

Transformar una organización con un sistema de información centrado en la contabilidad, a una organización con un sistema de información centradas en los procesos generadores de datos para la toma de decisiones.

El estado resultante de la transformación descrita por la definición raíz formulada, es posible recrearla en términos de la Fig. 9.

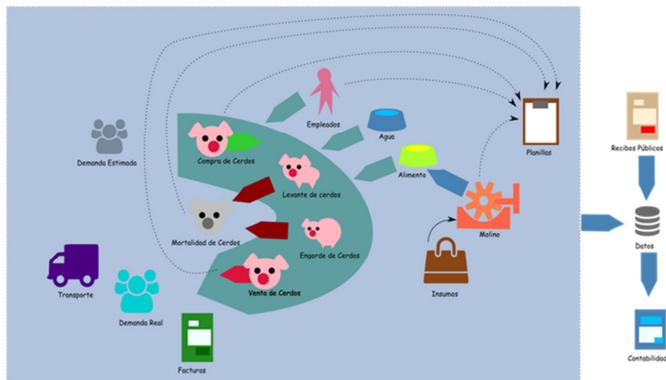


Fig. 9. Cuadro criptográfico de la situación deseada para “La Esperanza” Fuente: La investigación

Además, la transformación propuesta para lograr la situación deseada demanda la realizar los siguientes cambios específicos:

- 1) El eje principal deja de ser la contabilidad y pasa a ser los procesos que generan datos representados en planillas, las cuales permiten el monitoreo de los procesos mismos y la toma de decisiones oportunas.

- 2) Existirán dos tipos de entradas, los informes externos (que por el momento se limita a los recibos públicos) y los informes internos.
- 3) Los datos integrados en términos de la contabilidad permitirán una apreciación global del proceso productivo.
- 4) Se mantienen las planillas, por ser una herramienta útil para observar el estado actual de la granja.
- 5) Se registra la demanda prevista, con el objetivo de mantener un histórico y conocer el margen de error en las estimaciones.
- 6) Los documentos almacenados se convierten en una herramienta para auditar la veracidad de los datos registrados.
- 7) Se hace necesario la implantación de una aplicación orientada a la web para digitalizar el archivo y realizar reportes programados.
- 8) El ciclo de recolección de información se acorta de mensualmente a diario, realizando día a día la recolección de planillas y digitación en un sistema de información, en hora previamente acordada.
- 9) Se realizan y registran controles a los porcinos periódicamente para ver su evolución.

Con base en la definición raíz formulada, se proponen las siguientes alternativas de sistemas de información relevantes, teniendo en cuenta el nemónico CATWOE<sup>2</sup> Ver [2], los cuales serán la base para la construcción del modelo deseado de gestión de la información para la finca, observables en las Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8 y Fig. 9.

- Sistema de gestión unificado
- Sistema de Planillas de eventos influyentes
- Sistema de Informe de contabilidad

Para evaluar los sistemas relevantes identificados, se eligieron los siguientes parámetros y ponderación en puntos para cada uno:

- 1) Frecuencia de actualización (1 punto): Cantidad de veces que es registrado un dato, va de una escala de 1 a 30, donde 30 es a diario y 1 mensualmente.
- 2) Frecuencia de uso (1 punto): Cantidad de veces que es utilizado al mes, va de una escala de 1 a 30, donde 30 es a diario y 1 mensualmente.
- 3) Importancia en la toma de decisiones diarias (10 puntos): Relevancia al tomar decisiones, va de una escala de 1 a 5, donde 1 es poco relevante y 5 mucho.
- 4) Importancia en la toma de decisiones significativas (12 puntos): Relevancia al tomar decisiones que harán parte de una estrategia programada, va de una

<sup>2</sup> CATWOE: C: Customers (Cliente), A: Actors (Actores), T: Transformación, W: Weltanschauung (Punto de vista), O: Owner (dueño), E: Environmental (ambiente)

escala de 1 a 5, donde 1 es poco relevante y 5 mucho.

De acuerdo con lo anterior, 170 es la máxima cantidad de puntos, por consiguiente, la escala es: Tabla 1

| Puntos | Puntos | Relevancia             |
|--------|--------|------------------------|
| 0      | 34     | Nada relevante         |
| 35     | 68     | Poco relevante         |
| 69     | 102    | Medianamente relevante |
| 103    | 136    | Relevante              |
| 137    | 170    | Muy relevante          |

Tabla 1. Escala de puntos y relevancia

| Sistema                          | Frecuencia de actualización | Frecuencia de uso | Importancia en la toma de decisiones diarias | Importancia en la toma de decisiones más significativas | Puntuación | Relevancia             |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|--|---|------------|------------------------|
| Planillas de eventos influyentes | 30                          | 20                | 5  | 2   | 124        | Relevante              |
| Sistema de Gestión Unificado     | 30                          | 30                | 5  | 5   | 170        | Muy relevante          |
| Informes de contabilidad         | 1                           | 5                 | 3  | 5   | 96         | Medianamente relevante |

Tabla 2. Relevancia de los sistemas identificados

Según el resultado de la Tabla 2, se identifica que todos los sistemas son relevantes y se evidencia la aplicabilidad del nemónico CATWOE.

4. Etapa 4: Modelo conceptual

Al aplicar el nemónico CATWOE a los tres sistemas relevantes identificados en la etapa 3, es posible caracterizar cada una de esta alternativa así:

i. Sistema de gestión unificado.

Sistema de información orientado a la producción, encargado de conocer el estado actual de la organización y tras un proceso de estimación por parte del usuario, tomar decisiones para mejorar la cadena de suministro.

- 1) Cliente: Empleados, Gerente, Proveedores, Clientes, Contador
- 2) Actor: Empleados, Gerente, Contador
- 3) Proceso de Transformación:

Entrada

- Inexistencia de registros unificados
- Inexistencia de datos oportunos

- Inexistencia de almacenamiento eficiente

Salida

- Existencia de registros de eventos con referencia a porcinos, con referencia a la producción de la granja.
- Existencia de registros actualizados y a tiempo con una demora menor a 24 horas.
- Existencia de datos históricos de la producción de la granja desde su implantación.

- 4) Punto de Vista: Establece un sistema unificado y confiable con información actualizada del estado de la granja.
- 5) Propietario: Gerente, es quien toma las decisiones de realizar acciones prospectivas, realizando estimaciones confiables que toma como base el sistema actual.
- 6) Entorno: Flujo de dinero, informes de estado, competencia.

ii. Sistema de planillas de eventos influyentes.

- 1) Registro rápido: sirve como borrador para filtrar y asegurar que los datos antes de almacenarse sean reales.
  - Cliente: Empleados, Gerente
  - Actor: Empleados, Gerente
  - Proceso de Transformación:

Entrada

- Inexistencia de registros de eventos en los porcinos
- Inexistencia de un estado actual de la organización reflejado en cifras.

Salida

- Existencia de registros de eventos con referencia a porcinos, con referencia a compra, venta y mortalidad.
- Existencia de registros de horas extras, contratación, pagos de sueldo.
- Existencia de registros a cerca de la compra de insumos.

- 2) Punto de Vista: Establece un estado actual de la granja a simple vista de entradas y salidas de dinero y porcinos.
- 3) Propietario: Gerente, es quien toma las decisiones de compra y venta de insumos, lechones o contratación de empleados.
- 4) Entorno: Autonomía del personal, competencia, producción, proveedores, clientes.

iii. Sistema de informe de contabilidad.

Registros del flujo de efectivo y movimientos contables, que, tras comparar facturas y datos, se detectan

desequilibrios y asegura la veracidad oficial ante los entes reguladores a nivel nacional encargados del recaudo de impuestos.

- 1) Cliente: Contador
- 2) Actor: Gerente, Contador
- 3) Proceso de Transformación:
  - Entrada
    - Inexistencia de un estado financiero oficial.
  - Salida
    - Existencia de un informe detallado de los movimientos contables del último mes para ser declarados oficialmente.
- 4) *Punto de Vista*: Establece el balance contable de la organización mensualmente.
- 5) *Propietario*: Contador, es quien realiza un cierre de mes.
- 6) Entorno: Cámara y comercio, DIAN, Granja.

El sistema de información unificado, necesita ser transformado, ya que actualmente es dependiente de los informes contables para la toma de decisiones.

5. Etapa 5: Consideración de la situación deseada y modelo de gestión en el contexto de la dinámica de producción.

La DS se asume aquí como un lenguaje de representación del conocimiento [8], que facilita el construir y recrear la explicación del porqué y cómo un fenómeno sucede en el tiempo, en una relación dinámica de construcción sistémica del todo a la parte y de las partes al todo [9].

Para recrear la dinámica básica de la situación deseada Fig. 9, apreciando los flujos de información y material, determinantes en la toma de decisiones para la gestión del sistema productivo; se diseñó, mediante DS y el software Evolución<sup>3</sup> en versión 4.5 [10], el modelo presentado en la Fig. 10, el cual matemáticamente corresponde a un sistema de ecuaciones diferenciales, en el cual se relacionan cada una de las variables que se aprecian en el diagrama de flujo-nivel Fig. 10.

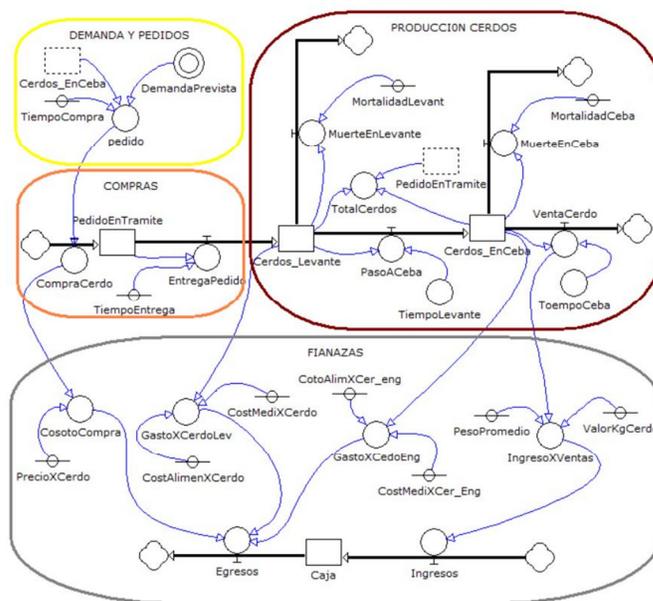


Fig. 10 Diagrama flujo nivel para la gestión de la dinámica de producción porcina en pie, propuesto para la finca "La Esperanza"

Asumiendo un escenario definido por la condición inicial del sistema, los valores de cada uno de los parámetros y la variable exógena que representa la demanda, es posible observar la evolución en el tiempo de todas las variables del modelo. De esta manera el presente modelo puede responder preguntas de la forma: qué podría pasar si .....?. Por ejemplo: ¿Qué podría pasar si se incrementa el tiempo de entrega de nuevos cerdos para levante?, y cualquier otra pregunta de interés para la toma de decisiones.

Por ejemplo, que podría pasar si la demanda prevista de cerdos es como la señalada en la Fig. 11 ?

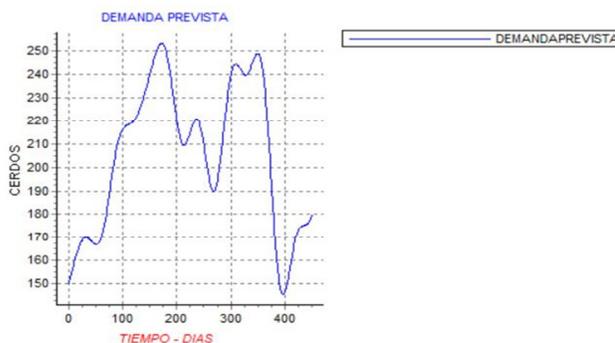


Fig. 11. Demanda prevista para la finca "La Esperanza"

La respuesta a la anterior pregunta se puede presentar en términos de cualquier otra variable de interés, aquí se representa en términos de cerdos en ceba y levante (Fig. 12) y los ingresos y egresos (Fig. 13)

<sup>3</sup> Software desarrollado por el Grupo SIMON de Investigación en Modelado y Simulación. Universidad Industrial de Santander. Colombia. Para disponer del instalador y el modelo aquí presentado: <http://simon.uis.edu.co/publicaciones/articulos/modeloproduccionporcina/>

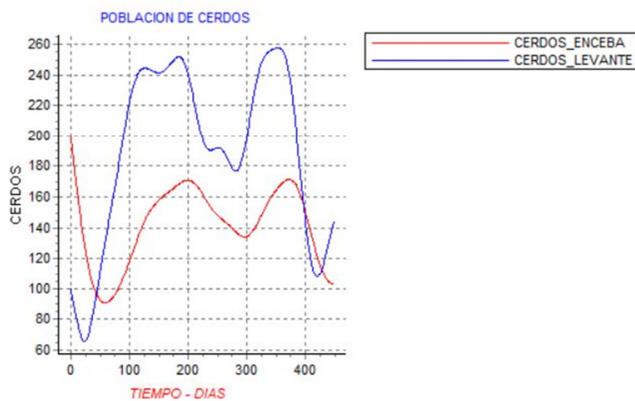


Fig. 12. Dinámica Poblacional de cerdos en etapa de Levante y Ceba para la finca "La Esperanza"

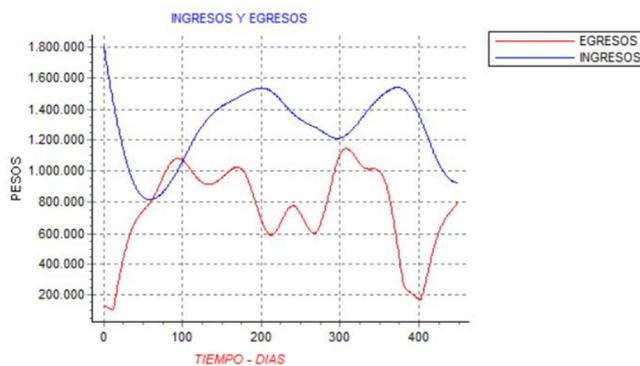


Fig. 13. Ingresos y Egresos asociados a la dinámica de producción de la finca "La Esperanza"

Además, es de señalar que, la comprensión del modelo por los tomadores de decisiones, al ver recreado en el mismo la lógica de comportamiento de un sistema que ellos bien conocen, les genera un aprendizaje profundo y múltiples preguntas que normalmente no se hacen pero que, ante la presencia del modelo de DS, le surgen como muy necesarias para la toma de decisiones [11].

Igualmente, la comprensión y uso del modelo permite consolidar la idea de la situación deseada para el sistema productivo centrado en los procesos y descrito en el apartado anterior como sistema de gestión unificado.

#### 6. Etapas 6 y 7: Poner cambios en ejecución "factibles" o "deseables".

Para implementar y dejar en funcionamiento el modelo del sistema propuesto se debe realizar los siguientes cambios: Implementación de un sistema de información que esté acorde a la cadena de producción actual.

- Crear metas periódicamente, estimación acorde a la demanda prevista y con el apoyo del modelo de DS.
- Crear una rutina de recolección de planillas para digitarlas en el sistema de información.

- Mensualmente auditar, con ayuda de un contador, que el estado financiero en el sistema de información corresponda a las facturas y otros documentos.
- Crear un proceso de pesaje periódico en la granja que guarde estadísticamente el peso promedio de cada corral.

#### D. Desarrollo del prototipo software para aplicar el modelo.

Los procesos productivos porcinos y su correspondiente gestión de información, además de la definición del modelo requieren de un componente software que permita aplicar y validar el modelo de gestión propuesto.

Esta aplicación, en ambiente web, se diseñó con notación UML 2.0 [12] y se desarrolló en proceso de construcción de software por prototipos, propio del modelo evolutivo, en el cual su característica principal es que cada entregable correspondiente al avance del software es evaluado y realimentado por el cliente. La base de datos desarrollado en MySQL [13], el editor de código Sublime Text2 se utilizó para escribir el código fuente. El Framework frontend Bootstrap se usó para el diseño de las interfaces y para el Backend se utilizó el Framework CodeIgniter. Este tecno-facto facilita la creación de funcionalidades como el CRUD y permite manejar el patrón de diseño arquitectónico, Modelo Vista Controlador.

Con este prototipo software denominado "UCPigModel" y alojado en:

<http://mdm.ucundinamarca.edu.co/ucpigmodel/index.php/login>. Se aplicará el modelo para la gestión de información de la producción porcina en pie en etapas de Levante, Ceba y Finalizador de la finca La Esperanza, y se validará la articulación entre los actores, agentes y procesos que generan datos proporcionados por las entidades de productos, corrales y servicios los cuales interactúan con el modelo.



Fig. 14. Diagrama UML de UCPigModel para Finca “La Esperanza”

En la Fig. 14 se muestra como los actores se relacionan con los procesos y estos a su vez con el software prototipo UCPigModel Fig. 15.



Fig. 15. Interfaz para usuario con procesos de producción porcina Finca La Esperanza

### III. CONCLUSIONES

- Se propuso el modelo de Gestión de la información para el proceso productivo porcino en pie de la finca “La Esperanza” como posible solución al problema de tiempos en la toma de decisiones y de obtención de la información. Finalmente, se evidenció gran satisfacción por parte del propietario y funcionarios de la finca al ser conscientes del mejoramiento proporcionado por el modelo de producción.
- Se desarrolló el prototipo de una aplicación orientada a la Web “UCPigModel” con arquitectura cliente/servidor

para la gestión de información de tipo cualitativo para la finca “La Esperanza.

- La MSB y la DS soportan un nuevo modelo de sistema de gestión de información para realizar de forma eficiente las actividades productivas diarias en la finca La Esperanza.
- La evaluación de uso del prototipo se realiza por medio de una encuesta de satisfacción en cuanto al uso en producción y el resultado es positivo para los diferentes actores.
- El ejercicio de investigación aquí presentado mostró cómo el aporte de la MSB y la DS, puede permitir establecer una clara relación entre sistema de información y sistema de actividades humanas (sistema productivo), en un proceso de aprendizaje que genera transformación organizacional.
- Se apreció como la integración de la MSB y la DS, permite proponer el transformar el modelo de negocio de la finca La Esperanza, de centrado en la contabilidad a uno centrado en los procesos que generan los datos que permiten informar y tomar decisiones oportunas.
- La experiencia de asumir el desarrollo de un sistema de información para la producción agropecuaria mostró la relevancia de fundar el desarrollo en la relación sistema que sirve (el informático) – sistema que es servido (el humano).
- Las TICs y las metodologías de aprendizaje organizacional, así como están al servicio de las grandes empresas agropecuarias, pueden ponerse al servicio de las pequeñas y medianas empresas, logrando importantes impactos en producción y productividad.

### RECOMENDACIONES

1. Ampliar la arquitectura tecnológica actual y la propuesta como trabajo futuro a todo tipo de dispositivos móviles. Implementación de los modelos matemáticos de optimización para la producción porcina en pie en la finca “La Esperanza”.
2. Realizar un estudio estadístico descriptivo de los resultados arrojados por los modelos para soportar su evaluación.
3. Implementar un sistema de gestión integral de información de la producción porcina aplicando la trazabilidad de toda la cadena productiva y datos de todos los agentes de producción ((identificación, manejo, sanidad, alimentación), transformación (Sacrificio y almacenado) y comercialización (Conservación y venta). Para lo anterior se debe integrar la tecnología electrónica para la identificación animal, tecnología informática y las TICs.
4. La continuidad de experiencias de intervención organizacional, apoyadas en sistemas de información centrados en los procesos y en la toma de decisiones, se pueden fortalecer en la medida que se integren con

modelos matemáticos de simulación que faciliten el aprendizaje y la toma de decisiones.

5. Incluir como componente fundamental del sistema de información de producción porcina en pie, un modelo de DS que permita la simulación de alternativas para la toma de decisiones, a desarrollar a partir de la primera versión aquí presentada.

#### REFERENCIAS

- [1]. A. Ruiz, (2016, Agosto 18). “Las TIC en el sector agropecuario y agroindustrial”. [En línea]. Disponible en: <https://www.genbiogan.com/single-post/2016/05/18/Las-TIC-en-el-sector-agropecuario-y-agroindustrial>. [Accedido: 20-ene - 2018].
- [2]. J. S. Peter Checkland, “La metodología de sistemas suaves en acción/ *Soft Systems Methodology In Action*”, Editorial Limusa S.A. De C.V. pp 349., 2002.
- [3]. J. Sterman. “*Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. USA*”: Irwin McGraw-Hill. 2000.
- [4]. P. Checkland y J. Poulter, “*Learning for Action: A short Definitive Account of Soft Systems Methodology and its use for Practitioners, Teachers and Students, Chichester*”: John Wiley & Sons Ltd., 2006
- [5]. P. Checkland & S. Holwell. “*Information, Systems and Information Systems - making sense of the field*”. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd. 1998.
- [6]. R.C. Cañas. “*Alimentación y Nutrición Animal*”, 2 edición. Chile: Ediciones Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Chile. 2000
- [7]. M.A. Ojeda, J. Quevedo y N. Gámez., “*Modelo de optimización para minimizar costos de piensos porcinos en pie (levante, ceba y finalizador)*,” Scientia Et Technica, vol. 23, jul. 2018.
- [8]. H. H. Andrade, I. R. Dyner, A. Espinosa, H. López, R. Sotaquirá. “*Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de Unidad*” Primera Edición, Bucaramanga, Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2001.
- [9]. M. Bunge. “*Big questions come in bundles, hence they should be tackled systemically*” Systema: Connecting matter, life, culture and technology. ISSN: 2305-6991. Volumen 2, 2014.
- [10]. H. Andrade, E. Lince, E. Hernández y A. Monsalve. “*Evolución: Herramienta software para el modelado y la simulación con Dinámica de Sistemas*” Revista de Dinámica de Sistemas. Vol. 5 Núm. 1, septiembre. 2010
- [11]. U. Gómez, H. Andrade, C. Vásquez. “Lineamientos Metodológicos para construir Ambientes de Aprendizaje en Sistemas Productivos Agropecuarios soportados en Dinámica de Sistemas”. *Información Tecnológica* Vol. 26 (4), pp. 125-136, agosto 2015. [Online]. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642015000400016](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642015000400016)
- [12]. R. Miles “*Learning UML 2.0: A Pragmatic Introduction to UML*” 1st Edition. Series: A Pragmatic Introduction to UML. O'Reilly Media; 1 edition, 286 pages, 2006.
- [13]. L. Welling & L. Thomson. “*PHP and MySQL Web Development (5th Edition)*” Developer's Library. Addison-Wesley Professional; 5 editions. 688 pages, 2016.