

# Proposed Model for Coffee Cooperative in Santa Bárbara, Honduras

Jose Luis Ordoñez-Avila, Magister en Administración de Proyectos<sup>1,2,3</sup>, Maria Elena Perdomo, Magister en Dirección Empresarial<sup>1,2,4</sup> Darwin Enrique Barahona, Magister en Gestión de Proyectos<sup>1,5</sup> Héctor Orlando Perdomo, Magister en Máster en Administración de Empresas<sup>1,6</sup> Givanildo Leonel Sosa-Benavides, Magister en Gerencia de Operaciones Industriales y Gestión de Proyectos<sup>1,7</sup> and Martin G. Martínez-Rangel, Doctor en Ingeniería y Ciencias Aplicadas<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Honduras Tegucigalpa, Honduras,

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) San Pedro Sula, Honduras,

<sup>3</sup>[jlordonez@unitec.edu](mailto:jlordonez@unitec.edu), <sup>4</sup>[maría\\_perdomo@unitec.edu](mailto:maría_perdomo@unitec.edu), <sup>5</sup>[darwinbarahona2001@gmail.com](mailto:darwinbarahona2001@gmail.com),

<sup>6</sup>[hector.perdomo@unah.edu.hn](mailto:hector.perdomo@unah.edu.hn), <sup>7</sup>[givanildolslosa@gmail.com](mailto:givanildolslosa@gmail.com)

<sup>8</sup>Universidad Autónoma del Estado de Morelos Morelos, México, [mmtizr@uaem.mx](mailto:mmtizr@uaem.mx)

*Abstract— Honduras is among the top five coffee producing countries in the world. Coffee is part of the life of Honduran commerce. The objective of this document is to identify improvements to the production and commercial process of coffee cooperatives, through a systemic approach under the "Katz and Kahn Model", to determine technical specifications, in view of the implementation of a business management system. As part of the methodology, the theory of restrictions was used to observe different abstract, functional and collaborative processes of the cooperative at the time of commercializing coffee. Human resources and coffee growers were identified as the energy inputs with the greatest impact on the system. The business processes of the functional areas of human resources, production and commercialization were modeled, showing the dynamic homeostasis to which the commercialization of coffee by the suppliers and the international price of coffee is subjected.*

*Keywords—Cooperative, Coffee, Honduras, Katz Kahn*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.102>  
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

# Propuesta de Modelo de Cooperativa Cafetalera en Santa Bárbara, Honduras

Jose Luis Ordoñez-Avila, Magister en Administración de Proyectos<sup>1,2,3</sup>, Maria Elena Perdomo, Magister en Dirección Empresarial<sup>1,2,4</sup> Darwin Enrique Barahona, Magister en Gestión de Proyectos<sup>1,5</sup> Héctor Orlando Perdomo, Magister en Máster en Administración de Empresas<sup>1,6</sup> Givanildo Leonel Sosa-Benavides, Magister en Gerencia de Operaciones Industriales y Gestión de Proyectos<sup>1,7</sup> and Martin G. Martínez-Rangel, Doctor en Ingeniería y Ciencias Aplicadas<sup>8</sup> <sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Honduras Tegucigalpa, Honduras, <sup>2</sup>Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) San Pedro Sula, Honduras, <sup>3</sup>[jlordonez@unitec.edu](mailto:jlordonez@unitec.edu), <sup>4</sup>[maría\\_perdomo@unitec.edu](mailto:maría_perdomo@unitec.edu), <sup>5</sup>[darwinbarahona2001@gmail.com](mailto:darwinbarahona2001@gmail.com), <sup>6</sup>[hector.perdomo@unah.edu.hn](mailto:hector.perdomo@unah.edu.hn), <sup>7</sup>[givanildolslosa@gmail.com](mailto:givanildolslosa@gmail.com) <sup>8</sup>Universidad Autónoma del Estado de Morelos Morelos, México, [mmtzt@uaem.mx](mailto:mmtzt@uaem.mx)

**Resumen— Honduras se encuentra entre los cinco principales países productores de café del mundo. El café es parte de la vida del comercio hondureño. El presente documento tiene como objetivo identificar mejoras al proceso productivo y comercial de las cooperativas cafetaleras, a través de un enfoque sistémico bajo el “Modelo de Katz y Kahn”, para determinar especificaciones técnicas, de cara a la implementación de un sistema de gestión empresarial. Como parte de la metodología se utilizó la teoría de restricciones para observar diferentes procesos abstractos, funcionales y colaborativos de la cooperativa al momento de comercializar el café. El recurso humano y los caficultores fueron identificados como los insumos energéticos de mayor impacto en el sistema. Se modelaron los procesos de negocio de las áreas funcionales de recursos humanos, producción y comercialización, mostrando la homeostasis dinámica a la que está sujeta la comercialización del café por parte de los proveedores y el precio internacional del café.**

**Palabras clave—Cooperativa, Café, Honduras, Katz Kahn**

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el cultivo de café es uno de los elementos importantes de la economía y del sector agrícola en la república de Honduras, durante el 2020-2021 se reportó producción en el 74% de los municipios (ayuntamientos) del país, impactando en 120,000 familias productoras y generando 1.1 millones de empleo, donde se beneficia principalmente a pequeños productores (producciones menores de 50 quintales/oro); que de acuerdo a registros oficiales, estos representan el 95% de los productores a nivel nacional [1].

Es importante enfatizar que la dinámica productiva del café y su comercialización internacional ha contribuido a la estabilidad financiera de Honduras, con una participación del 28.2% de los ingresos de las exportaciones agrícolas, obteniendo una participación del 25.9% del “PIB Agrícola” y un 3.1% del “PIB Nacional”; generando durante el período del 2020-2021 el ingreso aproximado de 1.16 mil millones de dólares americanos, reportando un incremento del 30% al período anterior [1]

A pesar de la madurez y dinamismo de la industria cafetalera en Honduras, está enfrenta una serie de desafíos,

mismos que afectan a su sistema productivo; de los cuales podemos mencionar los siguientes: plagas o enfermedades en las plantaciones, afectaciones por cambio climático a la variedad del café hondureño, disminución de la mano de obra por la emigración y la pandemia, afectación por desastres naturales (sequías y huracanes) y fluctuaciones en los precios de mercado por la pandemia y la guerra en Ucrania [2,3]

Por lo que, es de nuestro interés realizar una aproximación científica que nos permita identificar aquellos elementos del proceso productivo y comercial necesarios, para efectuar un análisis de carácter sistémico, recurriendo al “Modelo de Katz y Kahn” y la “Teoría de Restricciones”. Por lo que el objetivo de esta investigación es proponer un modelo de negocios para las cooperativas de café en Santa Bárbara. Para lo cual se realizaron el “Mapeo de los Procesos de Negocios” en la cooperativa, para determinar requerimientos técnicos necesarios para la implementación de un “Sistema de Planificación Empresarial”, como medida de intervención para lograr la optimización del proceso productivo de la cooperativa.

Por lo que, nuestra pregunta de investigación se redactará de la siguiente manera:

¿Se puede identificar mejoras al proceso productivo y comercial, mediante un enfoque sistémico bajo el Modelo de Katz y Kahn, para determinar especificaciones técnicas, en miras de la implementación de un sistema de gestión empresarial?

Es importante mencionar que el tipo de investigación científica para esta investigación es carácter “exploratorio”, debido a la falta de previas experiencias en las cooperativas de café, en lo referente a un “Análisis Sistémico con el Modelo de Katz y Kahn y las Teorías de la Restricciones”; además, buscamos con el proyecto planteado, el mapeo de procesos de negocios de los procedimientos productivos y comercial de la cooperativa, que permitan documentar requerimientos técnicos, para una futura implementación de un sistema informático.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. El Proceso Industrial del Café

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.102>  
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

Un sistema de producción es un método, un procedimiento que desarrolla una organización para transformar recursos en bienes y servicios. Villacís Villacrés & Utrera Velázquez, (2018) mencionan que la producción artesanal se encarga de la elaboración de objetos a través de la transformación de materias primas naturales básicas, como ser el grano de café [4]. Por medio de procesos de producción del tipo no industrial donde se hace uso de máquinas y herramientas con mayor simplicidad.

Para la producción del café se deben seguir ciertos procesos generales, independiente, si es una procesamiento artesanal o industrial. Inicialmente, se recolecta el fruto de café de la finca, cosechando los frutos maduros de café. Con los frutos maduros, se procede al despulpado y desmucilaginado del café. Para posteriormente que este sea lavado y secado. Luego el grano es clasificado, para que pase al último paso, que es el tueste y molido. Aquí el café obtiene su sabor y aroma más característico.

En el proceso artesanal de la producción de café, el tipo de secado más utilizado es el secado solar. En este tipo de secado, los granos de café se encuentran expuestos directamente a la radiación solar en conjunto con el aire ambiental hasta llegar a la humedad establecida. De esta manera, es aprovechada la radiación solar global y la entalpía del aire para el secado. Este proceso tiene una duración promedio de 7 a 8 días, varía según las condiciones climatológicas de la región. Es el método de secado más utilizado en los países en vía de desarrollo a causa de lo económico que es [5].

Las instalaciones para el secado al sol se componen fundamentalmente de la superficie utilizada, que pueden ser terraza de concreto, tabla, terraza móvil y lonas de plástico; los pisos de concreto presentan mejores resultados en el secado además de tener mejores características de saneamiento [6]. El procesamiento del café inicia con la conversión de las cerezas de café en granos de café verde. Esto se logra a través de remover tanto la pulpa como el caso utilizando ya sea el método húmedo o seco. Dependiendo del método de procesamiento de las cerezas de café, es decir, proceso húmedo o seco, los residuos sólidos obtenidos tienen diferentes terminologías: pulpa o cáscara, respectivamente. Generalmente, el método seco es utilizada para el procesamiento del café robusta, este se debe principalmente, que este método es tecnológicamente más simple en comparación al método húmedo, lo que lo convierte en un método simple y con menor costo. Las cerezas enteras se secan al sol al aire libre, seguidas de la separación del casco (pulpa seca y pergamino) para obtener las judías verdes. Por el contrario, el proceso húmedo requiere más cuidado e inversión, pero resulta en una calidad de café superior [7].

Las cerezas de café se secan inmediatamente después de la cosecha. Existen dos maneras de secar el café ya sea natural o artificialmente. El secado natural se refiere secarse al sol. En cambio, el secado artificial se refiere al uso de maquinaria para sacar el café, también se le conoce como secado mecánico.

En el secado natural, las cerezas de café son secadas al sol en un piso limpio y seco o en estas. No requiere de ninguna inversión en equipos o maquinaria especializada. Se necesitan grandes áreas de secado, debido a la cantidad de material a secar y la lentitud del proceso de secado de las bayas, cuya pulpa contiene azúcares y pectinas. El secado al sol generalmente se lleva a cabo en suelos limpios y secos, bandejas o una superficie sólida de concreto. Independientemente del tipo de superficie, las bayas deben extenderse en una capa delgada de solo 30-40 mm de espesor, especialmente al comienzo del período de secado, para que no se produzca la fermentación. De hecho, cualquier calentamiento indebido en esta etapa puede causar decoloración (piel plateada marrón) y una infusión insatisfactoria. El rastrillado frecuente es necesario durante la etapa húmeda anterior para evitar la proliferación de mohos [8].

Un secador vertical permite que el café de cereza o pergamino caiga dentro de cámaras verticales mientras está en contacto con aire caliente. El llamado secador de grano vertical estadounidense ha sido adoptado para el café. Dichos secadores a menudo se operan por lotes con recirculación del café hasta que se seque y permitiendo la auto-igualación de la humedad. También se encuentran disponibles secadores continuos que incorporan medios internos mejorados de contacto del aire caliente con el café. El flujo de los granos húmedos y secos, con las respectivas entradas de aire seco y salida de aire húmedo y frío. Este tipo de secador vertical cuenta con un total de 9 compartimentos, (1) celdas para el secado, (2) zona de retención, (3) zona de enfriamiento, tolva de vaciado, caja de aire caliente, caja de aire frío, cámara de combustión, aire caliente generador y curva aislada [9].

Para permitir la conversión de la mezcla de café verde seleccionada en una bebida consumible, se necesitan tres operaciones: tostado, seguido de molienda y finalmente preparación. Solo al tostar se desarrolla el sabor característico y el aroma del espacio superior del café; y la molienda de los granos enteros tostados es necesaria para que tanto los sólidos solubles como las sustancias volátiles de sabor se extraigan suficientemente por infusión o preparación con agua caliente para proporcionar una bebida de la concentración requerida para el consumo inmediato, o un extracto para el posterior secado en café instantáneo fabricar [10].

El tostado es un proceso dependiente del tiempo y la temperatura, mediante el cual se inducen cambios químicos en los granos de café verde, aunque los cambios físicos marcados en la estructura del café también son evidentes. Hay una pérdida de materia seca, principalmente como dióxido de carbono gaseoso y agua (más allá de la humedad ya presente), y otros productos volátiles del pirólisis. El tostado se lleva a cabo normalmente en condiciones atmosféricas con gases de combustión calientes y exceso de aire como agente de calentamiento primario, aunque el calor también puede proporcionarse por contacto con superficies metálicas calientes, únicamente en métodos más primitivos, pero más

generalmente como un suplemento a la convección de los gases calientes [11].

### B. Teoría de restricciones

La teoría de las restricciones llamada TOC, debido a sus siglas en inglés Theory of Constraints, se puede definir como un proceso de mejora continua que se basa en el pensamiento sistémico, ayudando a las empresas a que incrementen sus utilidades utilizando un enfoque práctico y simple, y a su vez identificando cuáles son las restricciones o cuellos de botella que existen en los procesos para lograr sus objetivos y de esta forma efectuar los cambios necesarios para poder eliminarlos [12]. Sumado a eso Silva et al., (2021), dice que para que la empresa pueda cumplir estos fines que menciona la TOC, la empresa debe definir y analizar adecuadamente las estrategias que ayuden a la incorporación de esta metodología en las actividades cotidianas de los colaboradores de la compañía y que, para hacer este logro [13].

Rodríguez, (2021), menciona que las empresas se encuentran en un entorno en donde se deben tomar decisiones rápidas debido a la globalización y el crecimiento económico, así como la feroz competencia que estas enfrentan, por lo que es casi obligatorio implementar procesos de mejora continua, que sea sostenible a lo largo del tiempo, que sea flexible e innovador, la aplicación de la teoría de las restricciones ayuda a hacer más flexibles los sistemas productivos, vender más y aumentar las utilidades que es la meta de toda empresa [14].

Para que las empresas sean rentables y crezcan en los mercados depende de la eficacia con estas utilicen sus recursos y minimicen sus costos, la teoría de las restricciones establece que las empresas son una cadena y los eslabones débiles son los cuellos de botella que impiden que las empresas alcancen sus objetivos, pero que, si estos cuellos de botella se gestionan adecuadamente, se aumentarían las ganancias y se utilizarían los recursos de manera eficiente que permita reducir costos [15].

Al utilizar la teoría de las restricciones es importante también que los gerentes tengan definida una meta empresarial ayudando así a que la toma de decisiones sea mejor, los principios de las TOC son elementos que brindan apoyo a la gerencia y que se lleve un buen manejo de los procesos, además de dar un cuerpo teórico y una metodología para focalizar y encontrar hacia donde se debe actuar [16].

### C. Teoría de Sistemas y Teoría de las Organizaciones.

Se encuentran varias definiciones de sistema, Chiavenato, (2006) la describe como un "conjunto de elementos interdependientes e interactuantes; grupo de unidades combinadas que forman un todo organizado" [17].

Existe diversidad de sistemas clasificados en función de sus características: por su constitución sistemas físicos, como las máquinas, equipo, compuesto por hardware; y sistemas abstractos compuesto por software, ambos son complementarios. Por naturaleza sistemas cerrados, son herméticos a cualquier cambio del ambiente, al comportamiento, es totalmente determinista y programado y

sistema abierto existe relaciones de intercambio con el ambiente a través de las entradas (insumos) y las salidas (producto) [17]. Por otro lado, Katz & Kahn, (1986) conciben las organizaciones como sistemas abiertos, sensibles, con capacidad para crecer y autorreproducirse y con capacidad de respuesta, en constante intercambio con el ambiente que los rodea [18]. Las organizaciones son sistemas abiertos por su interacción activa y constante intercambio de materia, energía e información con el entorno: hay entradas al sistema, las transforman dentro de su capacidad y los devuelven en salidas al entorno, lo que define la subsistencia de la organización. De la misma manera Alonso & Melgoza, (2006) definen la organización como un sistema abierto, con múltiples relaciones con el ambiente, múltiples propósitos o funciones que necesita para integrar y coordinar, conlleva muchos subsistemas en interacción dinámica [19]. Todo un conjunto de procesos plenamente diferenciado e integrador en un sistema es lo que define la organización. La Figura 1, muestra la interacción de los elementos que definen a la organización.

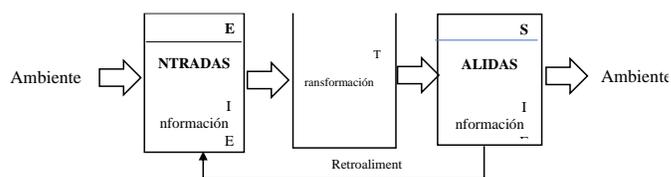


Fig. 1 Modelo General de Sistema Abierto [17].

Navarro, (2014) concibe las organizaciones como una red de interrelaciones entre sus subsistemas de las cuales se produce nuevos procesos psicosociales como la cultura, comunicación y liderazgo [20]. En otro sentido Katz & Kahn, (1986) ubican mecanismos reguladores y estructuras de adaptación bien desarrolladas como parte de la estructura gerencial [18]. Los subsistemas orientados hacia lo interno de la organización necesitan la presencia de estructuras de adaptación los cuales deben dedicar sus energías a captar los cambios ocurridos en su ambiente externo, guiando el funcionamiento organizacional y brindan retroalimentación al sistema acerca de los resultados.

## III. METODOLOGÍA

Como parte del marco metodológico se utilizará el modelo propuesto por Katz y Kan para identificar los procesos internos y las restricciones a las que está sujeta una cooperativa cafetalera en Santa Bárbara, teniendo en cuenta la teoría de restricciones. En cuanto a la teoría de las restricciones el paso 1 es identificar los cuellos de botella que están presentes en el sistema y que impiden que este se desarrolle al máximo. En el paso 2 explotar los cuellos de botella, se refiere a eliminar las restricciones con soluciones que no necesiten inversión adicional. En el paso 3 subordinar toda la decisión anterior, se relaciona con que otros recursos que no se encuentra en las restricciones trabajen para ayudar al

recurso que si tiene el cuello de botella. El paso 4 elevar la capacidad del cuello de botella se refiere a adelantarse a las fallas que puedan aparecer por ejemplo hacer mantenimientos preventivos a maquinaria, revisar los niveles de inventarios, entre otras cosas. Finalmente, en el paso 5, regresar al paso 1, pues es estar en constante mejora revisando nuevamente el proceso e identificar si aparece otra restricción o cuello de botella y repetir la metodología [12].

Para el modelado del sistema se tomaron en cuenta una serie de pasos. Según Katz & Kahn, (1986) todos los sistemas abiertos parecen definirse por las siguiente nueve características [18]:

1. La importación de energía. tomar del ambiente externo alguna forma de energía.
2. Procesamiento, los sistemas abiertos transforman la energía
3. Resultado, aportan algún producto al ambiente.
4. Los sistemas como ciclos de acontecimientos, el producto exportado al ambiente proporciona fuente de energía para que se repita el ciclo de energía.
5. Entropía negativa, para sobrevivir los sistemas abiertos deben moverse para detener el proceso entrópico, deben adquirir entropía negativa.
6. Insumos de información, retroalimentación negativa y el proceso de codificación, los insumos introducidos a un sistema no solo consisten en materiales energéticos para ser transformados, también los insumos son de información que proporciona señales al ambiente.
7. Estado estable y la homeóstasis dinámica, los sistemas abiertos se caracterizan por un estado firme, la tendencia más simple del estado firme es la homeóstasis; es un mecanismo regulador.
8. Diferenciación, los sistemas abiertos se mueven a la diferenciación, multiplicación y elaboración de funciones.
9. Equifinalidad, un sistema a partir de condiciones iniciales diferente y diversos caminos alcanzan el mismo estado final.

Se utilizará el método de la entrevista para realizar los diagramas de flujo de las áreas funcionales del procesamiento de café de la cooperativa. Estos diagramas servirán para mostrar los procesos mapeados, las restricciones y el modelo Katz Kan. Además, se realizaron simulaciones del proceso para obtener una mejor visibilidad del mapeo de procesos. Finalmente se presentan los requerimientos de software necesario para la implementación de disco modelo.

#### IV. DESARROLLO DEL MODELO

##### A. Modelo Katz Kan

Para iniciar con el modelo es necesario entender la importación de energía. Para el caso de la cooperativa esta energía viene de sus recursos humanos. Otra forma de energía son los proveedores o mejor dicho los caficultores que llevan el café de altura (por su posición geográfica) todos los años para que este pueda ser transformado. Finalmente, los recursos energéticos y la maquinaria del plantel son las entradas finales

de este sistema. La cooperativa como sistemas abiertos transforma esta energía uniendo los recursos humanos, su maquinaria y el esfuerzo de los caficultores para desarrollar un café de calidad. El proceso por el cual pasa este café fue descrito teóricamente en la primera sección del marco teórico y posteriormente se modelará mediante diagramas de flujo. El resultado esperado de la transformación de la energía es un café de calidad el cual es distribuido por dos vías para consumo local y para exportación.

Este sistema genera un ciclo virtuoso cuando la cooperativa logra diferenciar su café a nivel nacional e internacional. Este ciclo es retroalimentado según la entropía que recibe del sistema. Por ejemplo, si los caficultores no tienen una buena cosecha las entradas del sistema disminuye y los consumidores finales buscan otras alternativas de café. Por lo que mantener una entropía negativa depende de la influencia que tiene la cooperativa en los caficultores, el manejo adecuado del café en sus procesos de transformación y el bienestar de su equipo de trabajo.

Uno de los mayores altibajos que la cooperativa debe afrontar año con año es el precio internacional del café. Por lo que los costos de operación deben controlarse para evitar las pérdidas mostrando un estado estable y la homeóstasis dinámica de este sistema. La mayor diferenciación del café de la cooperativa se da por su posición geográfica, permitiendo que la mayor parte del café sea de altura. Esta altura aporta una diferenciación en el sabor del café según muchos caficultores y catadores. En cuento a la equifinalidad está claramente evidenciado que la cooperativa puede moverse al mercado nacional o internacional según su conveniencia. No obstante, hay un mayor porcentaje de comercialización del café para exportación para evitar los excesos de inventario.

Ahora, la Figura 2 muestra el modelo propuesto Katz Kan para el procesamiento de café por parte de la cooperativa. Las entradas de este modelo de administración serían los recursos humanos, los recursos tecnológicos y el café en estado pergamino húmedo que le darán energía al sistema. Por lo que la principal salida es la producción de café en sacos y bolsas de una libra dependiendo del mercado al cual está dirigido. en quintales de café.

Los procesos con la implementación de un ERP para la administración del sistema. Para la retroalimentación del sistema es necesario tener en cuenta el posicionamiento y la captación del café por parte de los competidores y clientes. Mientras que compartir experiencias y apoyar a los caficultores les permite mantener una entropía negativa en este sistema abierto. Donde la cooperativa debe mantenerse en homeostasis dinámica para soportar el precio del café mediante sus dos formas de comercialización. Una de las mayores restricciones que se tiene en la actualidad es la cantidad de producción por parte de los caficultores que, debido a eventos climáticos, mala infraestructura vial ha reducido su producción en relación con otros años.

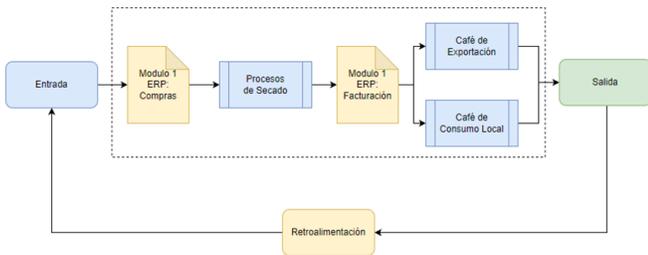


Fig. 2 Modelo Katz Kan Propuesto.

### B. Modelado de los Procesos de Negocio

La cooperativa tiene tres grandes áreas funcionales, producción, recursos humanos y comercialización como se muestra en la Figura 3. Debido a que la cooperativa es un sistema abierto el mercado tiene un efecto sobre estos procesos funcionales. Durante la temporada de cosecha la demanda por parte de los proveedores va en aumento por al menos cuatro meses (noviembre-febrero). Esto hace que recursos humanos contrate personal para la planta de producción, donde la producción de café pergamino seco va en aumento. Este café será comercializado durante todo el año por lo que el debido almacenamiento del producto es necesario.

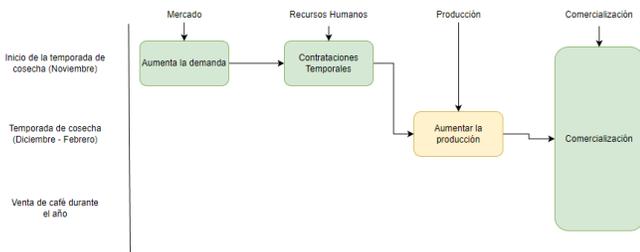


Fig. 3 Proceso de Negocio Colaborativo.

En el área de producción cuenta con una planta industrial para procesar el café, el proceso inicia desde que el proveedor lleva los sacos de café pergamino húmedo al beneficio. Estos son pesados en una báscula, obteniendo el nivel de humedad y el porcentaje de daño del café. Esto genera una nota de peso con la cual la cooperativa compra el café a sus proveedores. Una vez realizada la transacción el café se mueve al presecado, el cual es un secado al sol, hasta bajar cierto porcentaje de humedad al café, para almacenarlo en un silo. Posteriormente el café es transportado a la secadora vertical donde es secado por 32 horas o hasta alcanzar la humedad deseada, almacenándolo en un silo. Luego el café es envasado, pesado y catado para tenerlo como café pergamino seco, listo para exportación o para procesarlo de forma local. Este proceso se modela en la Figura 4.

En las temporadas de cosecha es necesario contratar personal para poder procesar el café. Para esto la cooperativa usa las redes sociales como medio de divulgación. Los candidatos llevan su documentación para que esta pueda ser analizada por el personal de la cooperativa. Los candidatos

seleccionados llamados para entrevistas y se les aplican pruebas psicométricas. Finalmente, los mejor evaluados son contratados por temporada y capacitados para desarrollar diferentes tareas en planta de producción. El proceso de contratación se modela en la Figura 5.

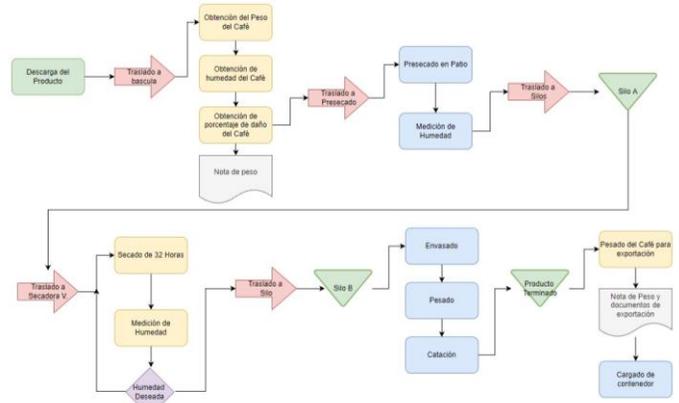


Fig. 4 Diagrama de Flujo de Proceso.

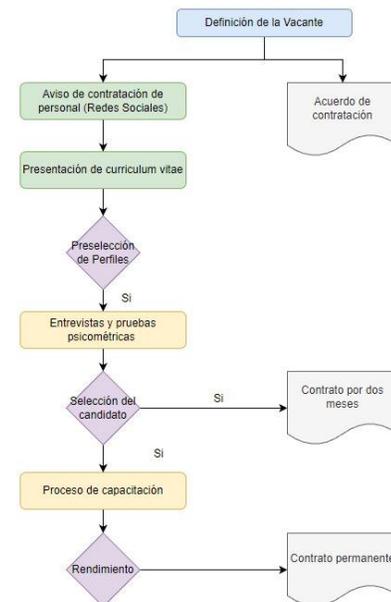


Fig. 5 Diagrama de Contratación de Talento Humano.

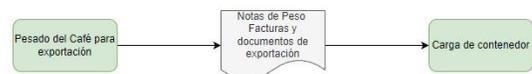


Fig. 6 Diagrama de Comercialización para Exportaciones.

En el caso que la comercialización del café se por medio de exportaciones, los sacos de café son pesados en presencia del cliente. Finalmente se factura y carga en un medio de

transporte y se le entregan los documentos al cliente como se muestra en la Figura 6.

A pesar de que la mayor parte del café se exporta, la cooperativa tiene dos marcas de café para ventas a nivel nacional. Café colinas y café volcán, estos pasan por la trilladora para no tengan exceso de cascarilla y ser pesados como café oro. Luego de ser almacenados pasan por la tostadora por 20 min, teniendo un tiempo de enfriamiento y reposo. Posteriormente el café es catado para asegurar su calidad, envasando y etiquetando en bolsas de una libra. Finalmente, el café es comercializado a distribuidores a lo largo del país como se muestra en la Figura 7.

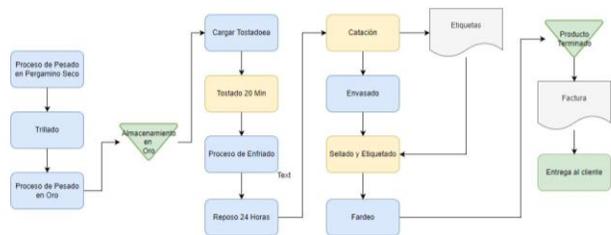


Fig. 7 Diagrama de Comercialización para Consumo Nacional.

Finalmente, los procesos de negocios abstractos se muestran en la Figura 8, donde se la cooperativa realiza transacciones comerciales con sus proveedores y consumidores. Además, esta enviar al medio ambiente capacitaciones para los caficultores, genera negocios con otros cafés de la región atrayendo turistas. Estos negocios generan desarrollo y dan una percepción de estabilidad a la comunidad.

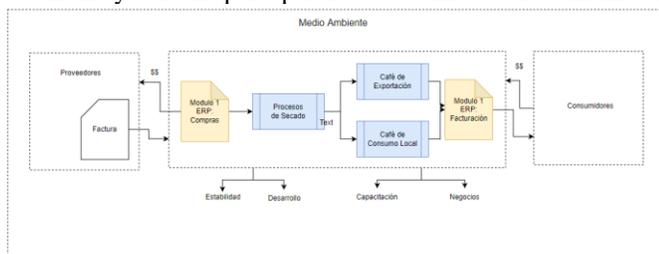


Fig. 8 Diagrama de Comercialización para Consumo Nacional.

### C. 3.3. Requisitos del ERP

#### Módulo de Trazabilidad del Café en Beneficio Seco:

La nota de peso para entrega a exportadora se realizará automáticamente mediante el uso de sensores tales como una galga extensiométrica que medirá el peso del producto y un sensor de humedad DH22, con la información resultante se elaborará la nota de peso previa a la nota de peso para entrega al exportador al mismo tiempo otra función llevará un control de la humedad del producto entre cada proceso de secado que se aplique.

Este módulo utiliza una Raspberry pi con un script en Python para la parte local y mediante un servidor http los datos se imprimirán y se guardarán en la base de datos utilizando PHP, Laravel y PyScript para tener una mayor

compatibilidad, facilidad de mantener y entender la unión de las vistas con los procesos de la raspberry pi en python

#### Módulo de Proceso de Trazabilidad del Café para Torrefacción:

En este módulo se reciclarán las funciones del primer módulo y se añadirá funciones para el pesado en pergamino, pesado en oro, pesado previo a tostar, colocación de fecha de elaboración y vencimiento y facturación de producto utilizando sensores galga extensiométrica para los procesos de pesado. Estos dos módulos constan de dos vistas para hacer un login con las siguientes funciones:

- 1) botón ingresar, este comprobará que las identificaciones están bien
- 2) un espacio para ingresar la cedula y nombre
- 3) botón reiniciar para eliminar los datos escritos en los espacios de cédula y nombre
- 4) botón de regresar para volver al inicio del programa

En caso de no tener usuario el botón “ingresar usuario” lo llevará a una vista donde podrá ingresar sus datos y crear su usuario

Una vez se haya logueado la siguiente la categoría de “café en beneficio seco” o “café para torrefacción” depende al tipo de usuario que se identifique y al módulo que pertenece, en caso de que pertenezca a los dos podrá ingresar a las dos vistas

Existe una vista previa que tiene el mismo diseño para los dos modulo, llamada “Nuevo café” aquí se notificará la entrada de café antes de pasar por los procesos para llevar un control de calidad con los siguientes espacios:

- 1) Peso de ingreso
- 2) Fecha de ingreso
- 3) id del café (el cual también estará impreso en donde se almacene el café)

En la vista para los usuarios del módulo de café en beneficio seco tendrá los siguientes espacios los cuales algunos serán llenados por los sensores y los otros por el usuario o en caso de tener datos previos también se mostrarán y serán modificables:

- 1) Peso total, donde se mostrará el dato capturado por el sensor
- 2) Tara, es el peso asociado a una bolsa vacía. Este número presenta peso extra
- 3) Tipo, es el estado del café, por ejemplo “Uva”, “Verde”, “Seco” y “Húmedo” (opcional por si aún no se ha llevado a cabo)
- 4) Calidad, es la calificación de que tan bueno es el café (opcional por si aún no se ha llevado a cabo)
- 5) Humedad, mostrará la humedad que detecte el sensor
- 6) Total, neto, mostrará la resta del peso "Tara" con peso "Peso total"
- 7) Total, Seco, es el resultado de restar el peso extra llevado por la humedad adicional por encima del 13%
- 8) Fecha
- 9) Fecha de entrega al exportador (opcional por si aún no se ha llevado a cabo)
- 10) Botón para guardar
- 11) Botón para reiniciar los espacios

## 12) Botón para regresar

En la vista para los usuarios del módulo de café para Torrefacción tendrá los siguientes espacios los cuales algunos serán llenados por los sensores y los otros por el usuario o en caso de tener datos previos también se mostrarán y serán modificables:

1) Peso total, donde se mostrará el dato capturado por el sensor

2) Tara, es el peso asociado a una bolsa vacía. Este número presenta peso extra

3) Tipo, es el estado del café, por ejemplo "Uva", "Verde", "Seco" y "Húmedo"

4) Humedad, mostrará la humedad que detecte el sensor

5) Total, neto, mostrará la resta del peso "Tara" con peso "Peso total"

6) Total, Seco, es el resultado de restar el peso extra llevado por la humedad adicional por encima del 13%

7) Peso para trillar, se mostrará el peso que tiene el café en pergamino seco para trillarlo (opcional, por si aún no se ha catado)

8) Peso en oro, se mostrará el peso que tiene el café en oro para tostarlo (opcional, por si aún no se ha realizado el proceso de trillado)

9) Peso para tostar, se mostrará el peso antes de tostar (opcional, por si aún no se almacena en oro)

10) Calidad, es la calificación de que tan bueno es el café (opcional, por si aún no se ha catado)

11) Fecha de elaboración y vencimiento (opcional, por si no ha terminado el proceso de torrefacción)

12) Fecha de proceso de molido (opcional por si no se ha llevado a cabo)

13) Fecha de Envasado, sellado y fardeo (opcional por si no se ha llevado a cabo)

14) Facturación (opcional por si no se ha llevado a cabo)

15) Botón para guardar

16) Botón para reiniciar los espacios

17) Botón para regresar

Los dos módulos también tendrán una vista "historial" donde saldrán todos los datos sobre el café, usando su id podrá desplegar una tabla con todos los registros hechos para ese café en específico para así llevar un mejor control de calidad

### **El Módulo de Proceso de Contratación de Personal:**

Cuando se defina la vacante se habilitará una vista web, cualquier usuario podrá ingresar una vez por correo en donde se le darán una serie de campos a llenar y también podrá subir su curriculum vitae, una vez se cierre el proceso de inscripción mediante la base de datos se filtraron los perfiles para ayudar a la preselección de perfiles y luego enviar el correo para realizar la entrevista. La vista será creada con laravel, php y javascript y contará con los siguientes espacios

1) Datos personales: Nombre y apellidos, lugar y fecha de nacimiento, dirección personal, teléfono de contacto, dirección de correo electrónico...

2) Formación académica: Estudios realizados, indicando fechas, centro, y lugar donde se han realizado.

3) Formación complementaria: Estudios y seminarios que amplían y complementan tu formación reglada, indicando las fechas, el centro y el lugar donde fueron realizados.

4) Experiencia Profesional: Contratos, convenios y colaboraciones. Experiencia laboral realizada incluyendo las prácticas de los estudios que puedan ser de interés para la empresa que desea contratarte. No olvides señalar las fechas, la empresa donde trabajaste y las funciones y tareas llevadas a cabo.

5) Idiomas: En este apartado mencionaré los idiomas que conoces y tu nivel. Si obtuviste algún título reconocido, como por ejemplo el 'First Certificate' en inglés, que acredite tus conocimientos, indícalo.

6) Informática: Señala aquellos conocimientos informáticos que poseas: sistemas operativos, procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, diseño gráfico, internet, etc.

7) Otros Datos de Interés: En este último apartado señala todos aquellos aspectos que no han sido incluidos todavía, tales como: Carné de conducir, disponibilidad, etc.

## IV. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

El modelo Katz & Kahn muestra las entradas, el proceso de transformación y las salidas, utilizando las tecnologías de la información como sistema de gestión empresarial ERP. El ERP consta de módulos de trazabilidad que administran la entropía volviéndola negativa, integrándose con sensores para reducir las restricciones de los procesos productivos. Los procesos abstractos como el precio de café, los insumos, los proveedores son un ejemplo de la homeostasis dinámica con la que el café debe encontrar el equilibrio. El proceso del café muestra dos tipos de salida lo cual le permite tener una equifinidad. Este equilibrio dinámico se encuentra cuando las cooperativas aumentan su venta local para minimizar o maximizar el efecto del precio internacional del café. Y la retroalimentación es la perspectiva que la cooperativa tiene por parte de la comunidad y la catación del café de los consumidores. Permitiendo a la cooperativa aportar a la comunidad en estabilidad, desarrollo, negocios y capacitación para los pequeños productores. Esto conduce a un aumento de los cooperativistas, aumento en la producción del café, lo que representa mayor energía para el modelo, como se muestra en la figura 9.

## V. CONCLUSIÓN

Se aplicó un análisis sistémico para cooperativas de café, a través de la aplicación del "Modelo de Katz y Kahn" y la teoría de restricciones donde se identificaron los recursos humanos y los capacitores como las entradas de energía con mayor impacto al sistema. Se modelaron los procesos de negocios de las áreas funcionales de recursos humanos, producción y comercialización. Donde se destaca la interacción que tiene la cooperativa con el medio ambiente como se mostró en el proceso abstracto. Se identificaron

requerimientos técnicos para la implementación de un sistema informático con el fin de optimizar los procesos productivos y comerciales de la cooperativa. El modelo propuesto muestra

una interacción positiva de la cooperativa con la comunidad logrando un aumento en la energía y una mejor homeostasis.

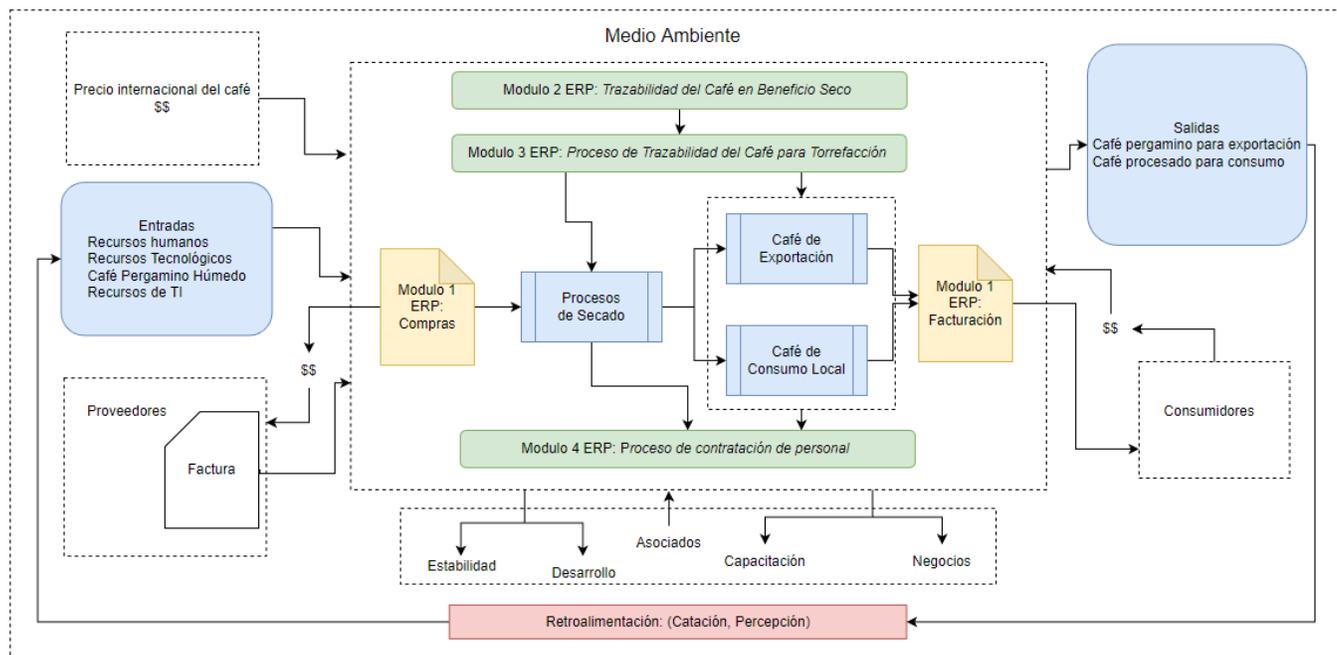


Fig. 9 Modelo de negocios de sistemas abiertos para cooperativas de café en Honduras

## VI. REFERENCIAS

- [1] Instituto Hondureño del Café. (2022). Informes de Cierre de Esportaciones—Reporte Estadístico 2020—2021 (Reporte Estadístico Núm. 2020—2021; Informes de Cierre de Esportaciones, p. 13). INHCAFE. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ihcafe.hn/wp-content/uploads/2022/02/Resumen-Informe-2020-2021.pdf](https://www.ihcafe.hn/wp-content/uploads/2022/02/Resumen-Informe-2020-2021.pdf)
- [2] Perfect Daily Grind Ltd. (2017, mayo 30). Perfect Daily Grind [Sitio Web]. ¿Cuáles son los Principales Retos que Enfrentan los Productores? <https://perfectdailygrind.com/es/2017/05/30/cuales-son-los-principales-retos-que-enfrentan-los-productores/>
- [3] Perfect Daily Grind Ltd. (2020, marzo 10). Perfect Daily Grind [Sitio Web]. Explorando la Historia de la Producción de Café de Honduras. <https://perfectdailygrind.com/es/2020/03/10/explorando-la-historia-de-la-produccion-de-cafe-de-honduras/>
- [4] Villacís Villacrés, C. D., & Utrera Velázquez, A. I. (2018). Proceso de Producción Artesanal del Café de Habas en Ambato. Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- [5] Osorio H., R., Guerra G., L. M., Tinôco, I. F. F., Martins, J. H., Souza, C. de F., & Osorio S., J. A. (2016). Simulation of the internal environment of a post-harvest installation and a solar dryer of coffee. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(2), 163-168.
- [6] Rodrigues, C. H., Meira, F., Angelo, M., & Carvalho, E. (2012). Qualidade do Café Secado em Terreiros com Diferentes Pavimentações e Espessuras de Camada. *Coffee Science, Lavras*, 7(3), 223-237.
- [7] Subedi, R. N. (2011). Comparative Analysis of Dry and Wet Processing of Coffee with Respect to Quality and Cost in Kavre District, Nepal: A Case of Panchkhal Village. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 2(5), 181-193.
- [8] Deeto, S., Thepa, S., Monyakul, V., & Songprakorp, R. (2018). The experimental new hybrid solar dryer and hot water storage system of thin layer coffee bean dehumidification. *Renewable Energy*, 115, 954-968.
- [9] Vincent, J.-C. (1987). Green Coffee Processing. In: Clarke R.J., Macrae R. (eds) *Coffee*. Springer, Dordrecht, 1-33.
- [10] Wintgens, J. N. (2004). *Coffee: Growing, processing, sustainable production*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
- [11] Król, K., Gantner, M., Tatarak, A., & Hallmann, E. (2020). The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin, and storage effect. *European Food Research and Technology*, 246(1), 33-39. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03388-9>
- [12] Goldratt, E., Goldratt, E. M., & Cox, J. (1986). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. Avraham Y. Goldratt Institute.
- [13] Silva, D. H. Z., Chávez, L. E. S., & Vicuña, J. W. U. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(11), 398-411.
- [14] Rodríguez, O. L. (2021). La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial. *Dictamen Libre*, 29, 11.
- [15] Okutmuş, E., Kahveci, A., & Kartaşova, J. (2015). Using theory of constraints for reaching optimal product mix: An application in the furniture sector. *Intellectual Economics*, 9(2), 138-149. <https://doi.org/10.1016/j.intele.2016.02.005>
- [16] Vargas, J. W. P., Acuña, M., & Crespo, L. L. G. (2012). Teoría de Restricciones Aplicada a Empresas Manufactureras y de Servicios. *Ingeniare*, 12, 79-86.
- [17] Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la teoría general de la administración (7a ed.)*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- [18] Katz, D., & Kahn, R. (1986). *Psicología Social de la Organización*. Trillas.
- [19] Alonso, E., & Melgoza, V. (2006). *Teoría de las Organizaciones*. Umbral.
- [20] Navarro, J. (2014). *Las organizaciones como sistemas abiertos alejados del equilibrio*.