

Gestión de la calidad del proceso de cosecha y secado de café mediante el concepto de actor empresa

Process quality management for coffee harvesting and drying through the enterprise actor model

Msc. Diana Jimena López Mesa¹
Corporación Universitaria Comfacauca, Colombia
dlopez@unicomfacauca.edu.co

Didier Alexander Sánchez²
Corporación Universitaria Comfacauca, Colombia
didiersanchez@unicomfacauca.edu.co

Byron David Bolaños³
Corporación Universitaria Comfacauca, Colombia
byronbolanos@unicomfacauca.edu.co

Ana María Zúñiga⁴
Corporación Universitaria Comfacauca, Colombia
anazuñiga@unicomfacauca.edu.co

Msc. Iván Iglesias Navarro⁵
Universidad Técnica del Norte, Ecuador
iiglesias@utn.edu.ec

Fecha Recepción: 09/11/07 - Fecha Aprobación: 28/11/07

Resumen: Este artículo presenta la gestión de las actividades relacionadas con el control de calidad en la cosecha y secado del café. El objetivo de esta investigación es obtener un modelo de producción que permita incrementar la productividad del café haciendo uso de un modelo de integración empresarial denominado "Modelo de Actor Empresa-MADE", con el cual se tiene la posibilidad de gestionar los procesos de calidad de las empresas cafeteras, de tal forma que produzcan mayores cantidades a menor costo y con la máxima calidad.

Palabras clave: Automatización industrial, café, calidad, integración empresarial, producción, recolección

Abstract: This article presents the management of activities related to quality control in coffee harvesting and drying. The objective of this research is to obtain a production model, to facilitate the collection of coffee and increase its productivity. In order to achieve this objective, a business integration model called "Modelo Actor de Empresa-MADE" will be used, with which it is possible to manage the quality processes of the coffee companies in such a way that they produce larger quantities, at lower cost and with the highest quality.

Keywords: Coffee, quality, harvesting, production, Business integration

1. Introducción

El café en el departamento del Cauca y a nivel mundial es un producto altamente apreciado por su gran impacto social, económico y cultural, ya que son muchas las personas que viven de su cultivo [1].

El hecho de que agricultores de las zonas tropicales y subtropicales estén vinculados a la cosecha de café

demuestra la rentabilidad que obtiene el cultivo, constituyéndolo en un elemento clave para la economía mundial. Pero quizá aquello que lo hace más interesante, es que detrás de una taza de café hay un trabajo, una dedicación y una cultura especial que la hacen única [2]. El proceso de producción del café inicia con la recolección de los granos que han alcanzado su grado de madurez, normalmente de color rojo o amarillo, este mismo día se le retira la cereza del grano, proceso

1. Ingeniera en Automática Industrial y Magister en Automática de la Universidad del Cauca, Especialista en Gerencia Educativa de la Universidad de Manizales. Integrante del Grupo de Investigación en Sistemas Inteligentes de la Corporación Universitaria Comfacauca.
2. Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, Integrante del Semillero en Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca.
3. Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, Integrante del Semillero en Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca.
4. Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, Integrante del Semillero en Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca.
5. Ingeniero en Automática, Magister en automática y Sistemas Informáticos. Docente de la Universidad Técnica del Norte.

llamado despulpado. Posteriormente, se dejan en reposo un día para la fermentación y se lavan con agua limpia para quitar el mucílago y los azúcares del grano, por último, viene la fase del secado para después ser tostado. Todo este proceso se desarrolla mediante un control de calidad por medio de las normas impuestas por la Federación Nacional de Cafeteros, dinámica que se realiza desde el sembrado hasta el momento de llevar el grano al mercado.

Los procesos de control de calidad utilizan el servicio de la Oficina de Calidad de Café, la cual brinda las recomendaciones y regula la aplicación de normas, reglamentos y procedimientos para una buena comercialización del café [3-5].

Este proyecto busca incorporar el Modelo de Integración Empresarial Actor de Empresa- MADE en la gestión y control de las actividades relacionadas con la calidad del café. Para ello, se sugiere una metodología que permita seguir los procesos que indica la Oficina de Calidad del Café de una forma ordenada y sistemática, definiendo claramente la información de entrada, salida y los objetivos de cada una de las áreas involucradas con la calidad.

En este contexto, el documento aquí propuesto inicia con el marco teórico donde se describen los aspectos fundamentales que contribuyen a la comprensión de los resultados de la investigación. Posteriormente, se muestra la forma cómo se debe aplicar el Modelo Actor de Empresa al proceso de cosecha y secado del café, finalizando con las conclusiones al respecto.

2. Marco Teórico

A continuación se definen los principales conceptos teóricos correspondientes al Modelo Actor de Empresa, además de su relación con las actividades de calidad en la cosecha y secado de café.

2.1 Modelo actor empresa (MADE)

El Modelo Actor de Empresa, más conocido como MADE, se constituye como un modelo de integración empresarial con procesos de manufactura [6].

Su propósito general es abstraer el funcionamiento de una empresa, a través de la observación del comportamiento humano, con el fin de establecer un

patrón que represente de forma integral y sistemática la estructura, la organización e integración de sus componentes [7], partiendo de la hipótesis de que toda empresa puede ser modelada a partir del esquema que representa el comportamiento humano como se observa en la Figura 1.

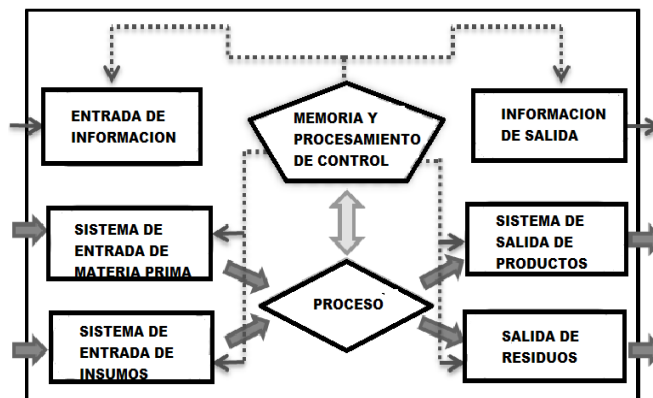


Figura 1. Esquema del ADE- Actor de empresa [Elaboración propia].

En la Figura 1 se pueden observar dos tipos de flujo:

- Flujo físico (flechas continuas), éste representa una secuencia de transformación de la materia prima y los insumos en productos y residuos al realizar un proceso.
- Flujo de información (flechas punteadas), éste representa el intercambio de información que hace posible el control del flujo físico, es decir, la secuencia del proceso.

2.2. Proceso de cosecha y secado del café

A continuación se describe el desarrollo de las diferentes formas para el proceso de cosecha y secado de café.

2.2.1 Cosecha o recolección: Para obtener una buena calidad de café se necesita cumplir con una serie requerimientos, los cuales son proporcionados por el proceso de calidad y gestión, esto con el fin de implementar los pasos que han sido estipulados para que la recolección y secado tengan un alto porcentaje de productividad. Por ejemplo, para la recolección existen varias formas de extraer el fruto del café de la planta, en nuestro país se basa en dos tipos de recolección los cuales son [8]:

- **Tipo de recolección selectiva:** Se trata de recolectar el fruto cuando tiene en su apariencia un color rojizo semejante al de una cereza, donde para los recolectores entre más rojo sea el grano mejor calidad tendrá, aunque cabe mencionar que también en las cosechas de café se da uno de color amarillo, el cual se ven en la obligación de cosecharlo, eso se debe a que si no se cosecha las condiciones climáticas dañarán el fruto. En esta parte lo único que se debe tener en cuenta es que el grano cuando presenta un color verde no podrá cosecharse, pues según estudios que se han realizado acerca de este tema, el café verde baja el porcentaje de calidad del café [9].

- **Despalillado:** Este proceso consiste en seleccionar la rama donde se encuentren la mayor cantidad de frutos rojos, luego se toma desde el inicio con ambas manos y se desliza por toda la rama, logrando así que todos los frutos caigan, después se escogen y extraen las ramas y hojas que caen.

2.2.2 Secado: Este proceso se puede hacer de tres maneras diferentes, artificial, por máquina y efecto invernadero.

- **Secado al sol:** Hay diferentes métodos en los cuales se puede aprovechar el sol para secar el café. Cada uno tiene sus ventajas y límites que se relacionan con el espacio disponible y la cantidad de café a secar. Sin importar qué método se utilice, el objetivo es el mismo, reducir la humedad de un 60% aproximadamente, que es el resultado después del proceso de lavado, a un 11% o 12%. Un porcentaje mayor a éste acarrea problemas de humedad, dando paso a la posible formación de hongos o microorganismos que deterioran la calidad del grano y que resultan en sabor a moho en la taza [10].

Secarlo demasiado tampoco es conveniente, ya que un grano demasiado seco se vuelve quebradizo, y puede dañarse fácilmente en la trilla, generando gran cantidad de defectos por granos partidos.

En las formas de secado al sol el café toma aproximadamente 40 horas para llegar al porcentaje de humedad deseado. Esto son aproximadamente 5 días, pero puede tomar un poco más dependiendo de las condiciones climatológicas [11].

- **Secado por máquina:** Hay diferentes tipos de secadoras mecánicas, las cuales se diferencian en el

tamaño (una cámara, dos cámaras), forma (rectangular o tipo silo), fuente de poder (electricidad, carbón, madera o algún combustible como gas o ACPM) y en la cantidad de café que pueden secar, la cual puede ir desde las 60 hasta las 500 arrobas.

El principio de secado es el mismo en todas las técnicas, se introduce aire caliente a una temperatura máxima de 45° o 50° centígrados, impulsado por un ventilador para que pueda llegar a toda la masa de café que reposa en mallas de metal dentro de la secadora. Se debe tener cuidado de no sobrepasar esta temperatura y de no secar el café por debajo del nivel de humedad óptimo. A altas temperaturas el embrión del café muere, lo cual acelera su descomposición, los granos se cristalizan y se vuelven quebradizos. El secado en máquina demora normalmente entre 25 y 30 horas, se acelera la extracción de humedad en la parte más lenta del proceso de secado que es entre el 15% y el 11%, ayudando a prevenir fermentaciones no deseadas [12].

Justo como en las técnicas de secado al sol, nunca debe permitirse que el café se humedezca durante el secado, ni mucho menos tratar de devolverle la humedad si se ha secado más de la cuenta. Si esto sucede, los granos se blanquean, se fermentan y pueden incluso generar hongos. Por último, el café debe reposar para enfriarse antes de ser empacado y posteriormente almacenado.

- **Efecto invernadero:** El secador solar parabólico se constituye de una plancha de cemento cubiertas de una estructura de guadua y plástico tipo domo, el cual permite la circulación de aire para que no haya retención de humedad dentro de la estructura.

Es común que las planchas tengan 25m² y se recomienda una altura de 2.10m en el punto más alto de la estructura, con una altura de 60cm en ambos lados [11].

3. Aplicación de Made al Proceso de Cosecha y Secado del Café.

Para realizar la gestión de la calidad del proceso de cosecha y secado del café basado en el MADE, se desarrollan los siguientes pasos:

1. Selección de los ADEs que modelan las actividades en el proceso de cosecha y secado del café.

2. Definición de los objetivos individuales que debe cumplir cada uno de los ADEs seleccionados.
3. Identificación de las señales de información de entrada necesarias para el cumplimiento de cada objetivo individual.
4. Identificación de los ADEs que originan la señal de entrada.
5. Identificación de señales de información de salida, las cuales se producen durante el cumplimiento de cada objetivo individual.
6. Identificación de los ADEs a los cuales van dirigidas las señales de información de salida.
7. Organización de la información de instructivos.
8. Definición del modelo de comportamiento de cada ADEs.

A continuación se describe el desarrollo de cada uno de los pasos.

Paso 1. Selección de los ADEs que modelan las actividades en el proceso de cosecha y secado del café.

De acuerdo a [6] existen 88 ADEs capaces de modelar el comportamiento de una empresa de producción. Para el caso específico de la calidad en el proceso de cosecha y secado de café se seleccionaron tres ADEs correspondientes al ámbito CAQ.

- Planificación de la calidad
- Control y supervisión de la calidad
- Documentación de la calidad

Paso 2. Definición de los objetivos individuales que debe cumplir cada uno de los ADEs seleccionados.

En la Tabla 1 se muestran los objetivos individuales definidos para cada uno de los ADEs seleccionados. Este objetivo corresponde a las actividades propias realizadas en la empresa caso estudio, sin embargo, se puede adaptar a las necesidades particulares de cada empresa.

Tabla 1. Objetivos individuales

Ámbito	ADEs	Objetivos individuales
CAQ	Planificación de la calidad de la cosecha y secado del café.	Obtener un grano de café de alta calidad aplicando un método de integración empresarial a la cosecha y secado del mismo.
	Control y supervisión de la calidad de la cosecha y secado del café.	Certificar que la cosecha y secado del grano del café fue producida de acuerdo con los estándares definidos para ese tipo de producción.
	Documentación de la calidad de la cosecha y secado del café.	Tener una base de datos que incluya información referente a la calidad de la cosecha y secado del café.

Paso 3 y 4. Identificación de las señales de información de entrada necesarias el cumplimiento de cada objetivo individual e identificación de los ADEs que originan la señal de entrada.

La Tabla 2, muestra los objetos individuales para cada uno de los ADES seleccionados junto con sus entradas y sus ADES de origen.

Tabla 2. Objetivos individuales del ámbito CAQ junto con sus entradas y ADEs de origen.

Objetivos individuales	Señal de información de entrada	ADE origen
Obtener un grano de café de alta calidad aplicando un método de integración empresarial a la cosecha y secado de mismo.	Objetivos de calidad de la cosecha y secado del café.	Planificación estratégica

Tener una base de datos que incluya información referente a la calidad de la cosecha y secado del café.	Requerimiento de producto y proceso de la cosecha y secado del café.	Datos maestros de CAQ
Certificar que la cosecha y secado del grano del café, fue producida de acuerdo a los estándares definidos para ese tipo de producción.	Características de calidad del proceso de cosecha y secado del café.	Especificaciones del producto y del proceso.
	Valores admisibles y exigidos de la cosecha y secado del café.	Planificación de la calidad.

Paso 5 y 6. Identificación de las señales de información de salida que se producen durante el cumplimiento de cada objetivo individual e identificación del ADE, al cual van dirigidas las señales de información de salida.

En la Tabla 3, se muestran los objetivos individuales para cada uno de los ADEs seleccionados junto con sus salidas y su destino.

Tabla 3. Objetivos individuales del ámbito CAQ junto a sus salidas y ADEs de destino.

Objetivos individuales	Señal de información de salida	ADE destino
Certificar que la cosecha y secado del grano del café, fue producida de acuerdo con los estándares definidos para ese tipo de producción.	Orden de control de calidad de la cosecha y secado del café.	Planificación de la calidad.

Obtener un grano de café de alta calidad aplicando un método de integración empresarial a la cosecha y secado de mismo.	Valores de calidad exigidos y admisibles de cosecha y secado del café.	Planificación de la calidad.
Tener una base de datos que incluya información referente a la calidad de la cosecha y secado del café.	Archivo de datos de calidad de la cosecha y secado del café.	Datos maestros de CAQ.

Paso 7. Organización de la información de instructivos

En MADE, un instructivo es un paquete de información que identifica a un Actor de Empresa y lo diferencia de los demás; en él se encuentra consignada la cultura del mismo, es decir, número y tipos de entradas, número y tipos de salidas, las tareas que realiza, cómo las realiza, entre otra información que necesita el modelo de comportamiento del ADE para operar [13].

El instructivo se ejecuta mediante el modelo de comportamiento de ADE y consta de unas listas básicas que incluye información detallada necesaria para que el Actor cumpla su función mediante el proceso que se está llevando a cabo. Estas listas son:

- Encabezado
- Lista de objetivos
- Lista de señales de entrada de información
- Lista de señales de salida de información
- Lista de tareas de información

Este concepto se muestra en detalle en [13].

Para el desarrollo del instructivo correspondiente a la gestión de la calidad del proceso de cosecha y secado del café se utilizó la información y las tablas sugeridas en [6]. La información consignada es la desarrollada desde la tabla 1 a la tabla 3. Para desarrollar los instructivos en otras aplicaciones se debe usar información específica determinada en los pasos anteriores.

Paso 8. Definición del modelo de comportamiento de cada ADE.

En MADE, el modelo de comportamiento es una Red de Petri, a partir de la cual se puede modelar cualquier función empresarial, sin importar si hace parte o no del proceso productivo. Cada ADE tiene su propio modelo de comportamiento. La red, contempla todas las posibles acciones que es capaz de realizar un actor de empresa genérico, al cual no le ha sido asignada una tarea o conjunto de tareas específicas. El número de veces que se realiza cada sección, así como el orden en que se ejecutan, salvo la primera de ellas, que se ejecuta una sola vez y antes que cualquier otra, depende exclusivamente del instructivo que haya sido asignado a un ADE en particular. La descripción de tareas que debe realizar un ADE se consigna también en el instructivo. La descripción detallada se muestra en [13].

3. Conclusiones

En este artículo se implementó el Modelo Actor de Empresa-MADE para la gestión del proceso de cosecha y secado del café, obteniéndose las siguientes conclusiones:

1. La ejecución del Modelo Actor de Empresa – MADE permite la organización de los flujos de información de una empresa de manufactura a través de la definición de ADEs que cumplen con unos objetivos específicos, haciendo uso de información de entrada y obteniendo a su vez información de salida.
2. Al hacer uso de los ADEs se facilitó el desarrollo de la gestión de la calidad del proceso de cosecha y secado del café mediante la regulación de información, mejorando así la productividad de la empresa.
3. Se utilizó un ámbito empresarial específico para el desarrollo de la calidad, en el cual se definen unos objetivos individuales que se adaptan a las necesidades particulares de la empresa, observando que la aplicación de MADE permite fácilmente la organización eficiente de las funciones empresariales en cualquier área de trabajo.
4. Por medio del uso de las redes de Petri y la organización de información en instructivos, se

facilita la programación y el manejo de información en futuras aplicaciones de software que se especializan en la integración de una empresa.

5. Este modelo fue aplicado a una sola área de la empresa, la cual estaba direccionada a la gestión de la calidad, sin embargo, se puede aplicar a todas las áreas de la empresa, logrando así la automatización de la información.

4. Referencias Bibliográficas

- [1] Sobre el café. [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/EEC30.pdf>
- [2] Del árbol a la taza. [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/del_arbol_a_la_taza/
- [3] Seguimiento a la calidad del café. . [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: http://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/que_hacemos/comercializacion_del_cafe_colombiano/instrumentos/seguimiento_de_calidad/
- [4] Calidad del café.. [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: http://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/que_hacemos/comercializacion_del_cafe_colombiano/instrumentos/seguimiento_de_calidad/
- [5] Proceso del café. [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: http://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/que_hacemos/comercializacion_del_cafe_colombiano/instrumentos/proceso_de_calidad/
- [6] López, D, Marco de referencia para una metodología de aplicación del Modelo Actor Empresa. Tesis de Maestría. Universidad del Cauca. Colombia, 2014.
- [7] Guevara, C. Modelado para automatización de la operación de compras mediante la aplicación del modelo Actor de Empresa al modelo general de actividades de ISA S95. Tesis de Pregrado. Universidad del Cauca, Colombia, 2010.
- [8] Como cosechar café. [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: <http://es.wikihow.com/cosechar-caf%C3%A9>

- [9] Post cosecha. [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/
- [10]Catalogo de maquinaria para procesamiento de café. [Consultado en: Agosto, 2016]. Disponible en internet en: https://energypedia.info/images/d/d1/Maquinaria_para_Caf%C3%A9.pdf
- [11]Secado de café al sol y mecánico. [Consultado en: Agosto, 2016]. Consultado en internet en: <http://www.coffeeiq.co/secado-de-cafe-al-sol-y-mecanico/>
- [12]Maquinarias mavimar. [Consultado en: Agosto, 2016]. Disponible en internet en: <http://maquinariasmavimar.blogspot.com.co/2010/11/silos-para-el-secado-de-cafe.html>
- [13]López, D, Velasco, J Y Rojas, O. "Principios básico del nuevo modelo de integración empresarial: Actor de Empresa (ADE)". Revista Épsilon, no 19, julio-diciembre 2012 .pp.81-102.