

# 16

Fecha de presentación: julio, 2019  
Fecha de aceptación: septiembre, 2019  
Fecha de publicación: octubre, 2019

## EL DISEÑO DE PROCESOS

BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE: ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO EN LA AGROINDUSTRIA ECUATORIANA

### THE DESIGN OF PROCESSES UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY: STRATEGY FOR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE ECUADORIAN AGRO-INDUSTRY

Víctor Rodrigo Cerda Mejía<sup>1</sup>

E-mail: [vcerda@uea.edu.ec](mailto:vcerda@uea.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2395-9711>

Amaury Pérez Martínez<sup>1</sup>

E-mail: [aperez@uea.edu.ec](mailto:aperez@uea.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3978-7982>

Erenio González Suárez<sup>2</sup>

E-mail: [erenio@uclv.edu.cu](mailto:erenio@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5741-8959>

Diana Niurka Concepción Toledo<sup>2</sup>

E-mail: [dianac@uclv.edu.cu](mailto:dianac@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4432-140X>

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica. Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, sexta edición)

Cerda Mejía, V. R., Pérez Martínez, A., González Suárez, E., & Concepción Toledo, D. N. (2019). El diseño de procesos bajo condiciones de incertidumbre: estrategia para el desarrollo socio-económico en la agroindustria ecuatoriana. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 131-139. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

#### RESUMEN

En el artículo se analizan los resultados de un estudio en la empresa panelera El Valle, por investigadores de la Universidad Estatal Amazónica. En la investigación se logró estabilizar la calidad del producto obtenido con lo que se apertura una vía para atender la inestabilidad del precio del producto, su demanda, el mejoramiento en las condiciones del proceso, lo que asegura mejores indicadores en la calidad y su control. Se concluye que para elevar el desarrollo socio-económico en la agroindustria, en especial de los países en desarrollo, es necesario aprovechar el enorme impacto de las universidades como referente científico para poner el conocimiento, su activo intangible por excelencia, encaminado a potenciar la calidad de los procesos que se desarrollan bajo condiciones de incertidumbre en este tipo de empresas.

**Palabras clave:** Panela, diseño de procesos, incertidumbre, calidad.

#### ABSTRACT

The article analyzes the results of a study in the paneling company El Valle, by researchers from the Amazon State University. In the investigation it was possible to stabilize the quality of the obtained product, which opened a way to meet the instability of the price of the product, its demand, the improvement in the conditions of the process, which ensures better indicators in quality and control. It is concluded that in order to increase socio-economic development in agribusiness, especially in developing countries, it is necessary to take advantage of the enormous impact of universities as a scientific reference to put knowledge, its intangible asset par excellence, aimed at enhancing quality of the processes that are developed under conditions of uncertainty in this type of companies.

**Keywords:** Non-centrifugal granulated sugar, process design, uncertainty, quality.

## INTRODUCCIÓN

El modelo de desarrollo sostenible, cuya máxima expresión se consolida en la búsqueda de un equilibrio armónico con la naturaleza, considera que el hombre de estos tiempos deberá satisfacer sus necesidades elementales tomando de la naturaleza de forma racional, justa y equitativa, todo lo que requiera, sin comprometer la satisfacción de las necesidades del hombre del mañana.

Como parte de los fundamentos que establece el Plan Nacional de Desarrollo para Ecuador 2017- 2021 Toda la Vida, se declaran tres Ejes Programáticos, constituyendo la *Economía al servicio de la sociedad* el segundo de ellos, en el que se plantea la necesidad de consolidar el sistema económico, social y solidario, ampliar la productividad y competitividad, generar un empleo digno, redistribuir equitativamente la riqueza y garantizar la soberanía alimentaria y el desarrollo rural integral (Moreno, 2017).

De forma particular, en este eje se establece el Objetivo 6 donde se declara: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir rural. Se reconoce así que el Gobierno Nacional del Ecuador, tiene entre sus líneas directivas, establecer políticas para el desarrollo agroindustrial, entre ellas: la capacitación de la mano de obra, diversificación de la producción en base a la innovación, revisión de aranceles para maquinaria equipos e insumos, permisibilidad a la introducción de transgénicos para mejorar la calidad de la materia prima, etc.

Ecuador avanza hacia esta meta con lo cual pretende orientar su economía hasta alcanzar un estatus social y ecologista, aprovechando las ventajas de la integración y aplicación del conocimiento ancestral y científico que posee su talento humano, en aras de una mayor equidad y justicia social. Para este fin deberá ampliar sus capacidades productivas, tomando en cuenta la necesidad de transferir los resultados investigativos obtenidos al contexto que los demanda, como máxima prioridad y aspiración de la ciencia.

Según refiere Zárate Gutiérrez & Molina del Villar (2017), la articulación productiva es un elemento fundamental para el desarrollo económico, debido a que la existencia de interrelaciones al interior de la economía entre los diferentes sectores que la integran, permite la difusión de todos aquellos elementos que impulsan el desarrollo de las economías, como puede ser el cambio tecnológico y su incidencia sobre la productividad y la competitividad.

Por su parte Glas (2016), coincide que la agroindustria alimentaria es uno de los sectores más potentes que contribuyen al cambio de la matriz productiva en la economía

ecuatoriana, debido a que este sector es intensivo en empleo, y posee un alto potencial para promover encadenamientos productivos pues dinamiza otros sectores por el consumo de bienes intermedios nacionales producidos por otras industrias, presentando una balanza comercial positiva y con posibilidad de incrementar este superávit si se añaden más procesos de transformación, impulsando la innovación y desarrollo tecnológico en el sector.

La agroindustria significa la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca. Sin embargo, aunque se le ofrece una enorme importancia a la agroindustria debido al aporte que representa para la economía ecuatoriana, su desarrollo se ve limitado por varios factores, entre los que se destaca la escasa innovación y diversificación de la oferta productiva, la baja competitividad de la materia prima nacional y la poca implementación de sistemas de gestión de calidad (Glas, 2016).

Atendiendo a estas premisas, el intento de poder implementar el modelo de desarrollo propuesto deberá pasar por tener una proyección estratégica para concebir al territorio como el espacio donde poner en práctica todas las metas que en el orden económico, social y ambiental se logren alcanzar y con igual fuerza para lograr este empeño, la introducción de la innovación tecnológica en los procesos productivos con los cuales se logren hacer más eficientes los procedimientos tecnológicos, reducir los costos económicos, garantizar la introducción de los productos en el mercado y hacer que estos resultados generen cambios favorables en el desarrollo endógeno de las comunidades.

## DESARROLLO

Según lo establecido en el Directorio de Empresas y Establecimientos (2012), las microempresas constituyen el 89.6% del total, el 8.2% corresponde a la pequeña empresa, la mediana empresa el 1.7 % y como empresa grande el 0.5. A esta última le corresponde una participación del 72.4% de las ventas anuales, y tan solo el 0.9% de las ventas le corresponde a la microempresa, 11.6% a la pequeña empresa y 15.1% a la mediana empresa.

Las políticas planteadas por el Gobierno del Ecuador no son suficientes para el cambio de la matriz productiva desde la perspectiva de la agroindustria, debido a que no existe una correspondencia entre la mayor proporción existente del sector de la pequeña y mediana empresa, su participación en el mercado y que, a su vez la que presenta una mayor diversificación de los productos.

Esta situación genera la proliferación desordenada de este tipo de empresas, sin que cuenten con un procedimiento

metodológico para su implementación, en el que se tenga en cuenta todos los aspectos que se exigen para su concepción, que van desde la fase de diseño, el cumplimiento de indicadores técnicos, económicos, ambientales, sociales y de calidad, de cuya coordinación dependerá el aporte esperado en la agroindustria ecuatoriana en la sociedad (Figura 1).

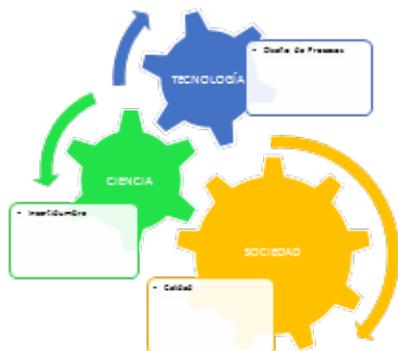


Figura 1. Vinculación de los indicadores diseño de procesos, incertidumbre y calidad en el impacto de la agroindustria en la sociedad.

Aunque la literatura científica, recoge resultados encaminados a la incorporación desde el inicio del proceso productivo de los indicadores técnicos, económicos, ambientales y sociales, se reconoce que aún existe un vacío teórico en cuanto al tratamiento de la calidad. Sin embargo, existe el llamado por parte de las organizaciones vinculadas a este particular, para incorporar este indicador como elemento clave a tener en cuenta en estos procedimientos.

#### *El diseño de procesos bajo condiciones de incertidumbre: pautas y expectativas*

La conferencia internacional sobre la armonización de requerimientos técnicos (ICH) señala que **es importante reconocer que la calidad no puede ser controlada en los productos; la calidad debe ser pensada desde el diseño**, definiendo la calidad desde el diseño (*Quality by Design (QbD)*) como un procedimiento sistemático para el desarrollo que comienza con objetivos predefinidos con énfasis en el conocimiento del producto, en la comprensión del proceso y el control del mismo (ICH Expert Working Group, 2009).

Existen estudios que abordan esta temática para el caso de productos farmacéuticos García Aponte, Vallejo Díaz & Mora Huertas (2015), pero sirven de referente para su transferencia al contexto de la agroindustria y realizar el diseño de procesos bajo condiciones de incertidumbre, en las que se empleen las herramientas matemáticas como vía para la optimización de estos procesos.

Consecuentemente a este criterio Mamade, González, Curbelo, Peralta, & Miño (2017), consideran que la modelación matemática fenomenológica constituye una herramienta imprescindible para el Ingeniero Químico, puesto que relacionan al conjunto de variables (magnitudes fisicoquímicas) y constantes (parámetros) que caracterizan el comportamiento del proceso, su caracterización mediante los indicadores operacionales de producción, calidad, medioambiental, seguridad tecnológica y económica.

En este sentido, se tiene como antecedentes los estudios realizados por Yusoff, Ramasamy, & Yusup (2011), en el que presentaron un procedimiento sistemático para seleccionar las variables de optimización en una planta de gas refrigerado usando el método de *Taguchi*, esto garantiza la calidad del producto, la reducción de los costos de operación y el incremento de la satisfacción del cliente, a lo que se le adiciona el criterio emitido por Magrab, Gupta, McCluskey, & Sandborn (2009), en el que refieren que existe una fuerte relación entre la calidad del producto y el retorno de inversión de la compañía.

En cuanto a la perspectiva de la operación exitosa de una futura planta química o de un proceso energético, refieren Rabassa-Olazábal, Eduardo-Guerra, Pérez-Sánchez, González-Suárez, & Pérez-Martínez (2016), que dependerá siempre de la etapa de diseño de la misma, fundamentado en el conocimiento de lo concerniente a las materias primas, tecnologías, precio y calidad de los productos, contaminación del medio ambiente y del dominio cabal de un conjunto de variables de diseño y económicas que inciden en la futura competitividad del proceso objeto de diseño.

Por su parte, Albernas, et al. (2014), aborda la consideración de la incertidumbre durante la síntesis, diseño y operación de procesos discontinuos, para las cuales se debe garantizar la calidad de los materiales involucrados, sin atentar contra la calidad de las corrientes y con ello afectar el rendimiento del proceso global (Albernas, et al., 2014).

Este autor coincide con Pérez-Martínez, et al. (2012) quienes consideran que durante el diseño se debe tomar en cuenta el producto que se demanda, cantidad y criterios de calidad, así como la tecnología, las materias primas (fuente y calidad) y la energía.

Otros autores han señalado la importancia de considerar el análisis de procesos en función de fundamentar los estudios sobre el aprovechamiento de los fondos básicos, los recursos materiales y energéticos, así como la calidad de los productos y la contaminación ambiental, recalcan-do que uno de los objetivos para realizar una inversión

es asegurar una calidad estable del producto (Morales Zamora, González Suárez, Mesa Garriga & Castro, 2013).

Particularmente, enfocado a la industria alimentaria, Hadiyanto (2007) defienden el criterio de que para producir alimentos el objetivo clave es sin dudas, la calidad, por lo que constituye el criterio de diseño más importante para este sector, así como el punto de partida para el diseño de proceso. Por tanto, es requisito indispensable que los indicadores de calidad sean medibles y previsibles, ya que determinan el valor del producto y la preferencia del consumidor.

En el estudio realizado por Pérez-Martínez, et al. (2012), propone la implementación de un procedimiento metodológico para el diseño de procesos sostenibles de la agroindustria considerando las etapas de síntesis, integración, análisis y evaluación. Este resultado constituye una importante contribución al diseño de procesos, sin embargo, se considera insuficiente el tratamiento al indicador de calidad como parámetro de optimización.

La principal peculiaridad del procesamiento de alimentos es la complejidad de los materiales tratados y las reacciones químicas y biológicas ocurridas en el alimento. Esta característica incide fuertemente en el diseño del proceso y calidad del producto. Es por ello que en cualquier proceso de manufactura, un adecuado conocimiento de las propiedades del material involucrado es esencial.

A criterio de Rathore & Winkle (2009), para la implementación de *QbD* en el procesamiento de alimentos es necesario considerar un diseño del espacio multidimensional para cada operación unitaria involucrada en el proceso. Utilizando ingeniería inversa el proceso de alimentos puede ser examinado desde las propiedades del producto final hasta la selección de las materias primas y condiciones de proceso que pueden influir en la calidad del producto terminado.

Atendiendo a la observación de Cerda et al. (2016), de que una pequeña variación en los parámetros operacionales incide significativamente en los parámetros de respuesta se insiste en la posibilidad de diseñar un procedimiento metodológico para el diseño de plantas de procesos de alimentos, considerando los criterios emitidos por Cerda, Pérez-Martínez & González (2017), teniendo en cuenta la calidad coma parámetro de optimización.

Considera Bunge (2018), que no toda investigación científica procura el conocimiento objetivo, así, la lógica y la matemática son racionales, sistemáticos y verificables, pero no son objetivos; no nos dan informaciones acerca de la realidad.

La lógica y la matemática tratan de entes ideales; estos entes, tanto los abstractos como los interpretados, sólo existen en la mente humana. A los lógicos y matemáticos no se les da objetos de estudio: ellos construyen sus propios objetos. La materia prima que emplean los lógicos y los matemáticos no es fáctica sino ideal. Sin embargo, este autor contempla la modelación para la concepción y el desarrollo de algoritmos que permitan predecir el comportamiento de un sistema, pues la complejidad del desarrollo técnico exige que la ciencia se adelante a la técnica y a la producción, de hecho, el diseño conceptual y el diseño básico de plantas agroindustriales consiste en una aproximación al diseño de detalle, y mientras más posibilidades se contemple en las primeras dos etapas, el ahorro de recursos es mayor en la fase de puesta en marcha.

El presupuesto teórico anterior se materializa en la investigación emprendida en varios momentos de la indagación, a continuación, se ejemplifican tres de ellos:

1. El empleo de los métodos histórico y lógico para el estudio crítico de la evolución conceptual del diseño de procesos y de la calidad, y para utilizar estos referentes como punto de referencia y comparación de los resultados alcanzados.
2. El análisis y la síntesis de la evolución conceptual del diseño de procesos y de la calidad, con el fin de proponer un procedimiento metodológico para el diseño de procesos agroindustriales con énfasis en pequeñas y medianas empresas que garantice el cumplimiento de indicadores técnicos, económicos, ambientales, sociales y de calidad desde la fase de diseño.
3. La modelación matemática de los indicadores técnicos, económicos, ambientales, sociales y de calidad, con el fin de optimizar el diseño de procesos. Se complementan los métodos experimentales y análisis estadísticos que presuponen posibilidades de éxito para la obtención de un resultado que se distinga por sus impactos en las ciencias de la ingeniería y minimize los que puedan ser contraproducentes a la sostenibilidad medioambiental y económica.

#### *Caso de estudio: la empresa panelera El Valle*

Para la evaluación de la estrategia se tomó como caso de estudio la empresa panelera *El Valle*, que ofreció su disposición para colaborar en este empeño y por otra parte, la experiencia investigativa acumulada en el proyecto *Fortalecimiento de conocimientos y habilidades en el control de los parámetros operacionales y de calidad del proceso de obtención de panela*, radicado en la carrera Agroindustria de la UEA.

### Descripción del proceso de obtención de panela

La empresa *El Valle* dispone de una infraestructura artesanal para la recepción de caña, extraen el jugo con un trapiche de mazas y pasa al prelimpiador, seguido se transporta por tubería de PVC al tanque clarificador, una vez clarificado el jugo pasa a la primera paila donde inicia el proceso de evaporación. Al iniciar la ebullición del fluido con la ayuda de palas de acero, el fluido es transportado a las diferentes pailas para facilitar la concentración de sólidos solubles. El generador de calor es un horno que combustiona bagazo de caña y madera.

El proceso culmina con el batido y moldeo de la meladura hasta que se cristalice, cerrando el ciclo con el envasado en fundas plásticas de alta densidad recubierta por saquillos y el almacenamiento a temperatura ambiente hasta su distribución (Figura 2).

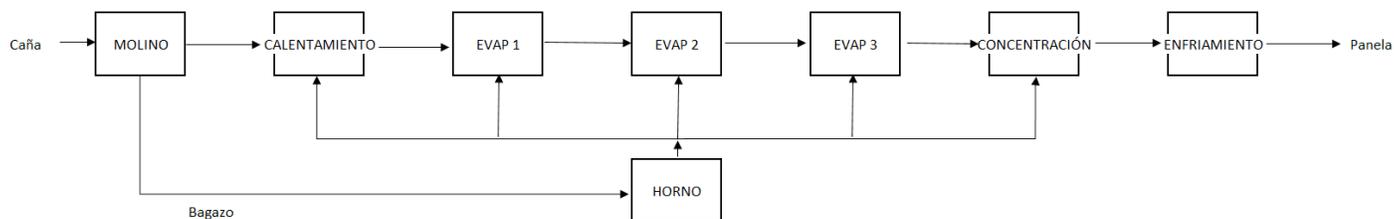


Figura 2. Proceso de elaboración de panela. Panelera el Valle.

#### Etapa inicial

Para poder constatar los resultados que se podían alcanzar una vez culminada la experiencia, se realizó previo a la intervención de la universidad, se aplicaron encuestas para elaborar un diagnóstico en el que se ofreciera información relativa a la gestión de registro sanitario, el precio de venta, la demanda del producto, las condiciones en que se realiza el proceso y las normativas de calidad y su control. Así también, medir los parámetros operacionales: rendimiento, pH, °Brix y temperatura durante el proceso de recepción, extracción, clarificación y evaporación.

Se consideraron como parámetros de calidad de la panela granulada el contenido de humedad y cenizas. El seguimiento de los parámetros se realizó en la fábrica utilizando fichas de registro hasta recolectar diez datos para cada etapa del proceso.

#### Rendimiento del trapiche

Se determinó en la etapa de extracción, el ensayo se hizo por triplicado.  $\% Ep = (Pj/Pc) 100$  donde Ep = Extracción en peso; Pj = peso del jugo; Pc = peso de la caña.

#### Determinación de pH

Se determinó directamente en la etapa de recepción. En las pailas de evaporación se diluyó en agua destilada en una relación de 1:1 a temperatura ambiente.

#### Determinación de °Brix

Se determinó en la etapa de recepción y extracción, se utilizó un refractómetro.

#### Determinación de humedad

Las determinaciones se hicieron por duplicado utilizando el método propuesto en el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2002).

#### Determinación de cenizas

El análisis se realizó por duplicado empleando el método de cenizas totales (calcinación).

#### Etapa final

##### Parámetros operacionales iniciales del proceso

En la tabla 1 se presenta los valores medios iniciales tomados en la recepción de la materia prima, donde el porcentaje de jugo extraído de la caña de azúcar indica que el rendimiento es regular (63,1%) y una desviación estándar altamente significativa (5,3).

Los valores de °Brix están fuera del rango óptimo con promedio de 16,3. De acuerdo a Quezada (2007), esto se puede deber al tipo de cultivo, estado de madurez, número de corte, condiciones climáticas, debe ser fresca, no almacenarla por más de 24 h después del corte y recomienda valores óptimos de 22 y 24 °Brix. Los valores de pH están relacionados con el estado de madurez y para la etapa inicial de proceso el rango óptimo es de 4,5 – 5, los datos obtenidos indican que el pH se encuentra dentro de lo recomendado al 95% de confianza.

Tabla 1. Valores promedios de parámetros operacionales al inicio del proceso.

INICIO DEL PROCESO	PARÁMETROS OPERACIONALES					
	Rendimiento del trapiche (%)		Sólidos Solubles (°Brix)		pH	
	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Medio	Desviación Estándar
Recepción	63,10	5,30	16,30	1,50	5,40	0,40

#### Parámetros operacionales durante el proceso

Los valores de sólidos solubles y temperatura se muestran en la tabla 2, la desviación estándar de estos parámetros fluctúa entre 4.03 a 35.5, es decir, hay una alta incertidumbre en estos valores.

Tabla 2. Valores promedios de parámetros operacionales durante el proceso.

PROCESO	PARÁMETROS OPERACIONALES			
	Sólidos Solubles (°Brix)		Temperatura (°C)	
	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Medio	Desviación Estándar
Evaporador 1	55,75	4,03	87,00	8,70
Evaporador 2	68,14	10,90	89,05	6,20
Evaporador 3	84,29	5,20	93,44	9,60
Evaporador 4	> 90	-----	109,43	35,50

#### Parámetros de calidad de la panela granulada

La tabla 3, muestra los valores de: humedad promedio en las muestras de panela granulada fue de 2,40% en comparación con la normativa que estipula un valor máximo de humedad de 3% con una desviación estándar de 0,57 al 95% de confianza.

El pH promedio en las muestras de panela granulada fue de 5,98 muestra que se cumple con lo requerido por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2002), donde el valor mínimo de pH es 5,9 y son similares a los presentados por Quezada (2007) quien indica que para tener una panela de calidad con color natural el pH debe ser cercano a 5,7.

El contenido de cenizas promedio en las muestras de panela granulada fue de 0,59%, de acuerdo a la composición nutricional presentada por Velásquez, Gutierrez & Oliveira (2006), que representa el 0,5 % de minerales presentes en la panela como el calcio, potasio, hierro entre otros, que son indispensables para la alimentación actual y tienen incidencia factores como la variedad de la caña, el tipo de suelo, edad del cultivo, características climáticas y proceso de producción.

Tabla 3. Valores promedios de parámetros de calidad de la panela granulada.

PANELA GRANULADA	PARÁMETROS DE CALIDAD					
	Humedad (%)		pH		Cenizas (%)	
	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Medio	Desviación Estándar
Recepción	2,40	0,60	5,98	0,10	0,59	0,40

#### Encuestas

Los resultados obtenidos en las encuestas se constatan que la panelera *El Valle* dispone de notificación sanitaria vigente, que entrega la producción total a una empresa distribuidora a nivel nacional, obteniendo 48 USD/50 Kg.

Se diagnostica infraestructura, condiciones del proceso y Normativas de calidad y su control las que se recogen en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados obtenidos en el diagnóstico de infraestructura y condiciones de proceso.

Panelera	Áreas separadas	Zona de proceso cubierta	Señalética	Control de proceso	Limpieza	Tiene Normas de calidad	Realiza control de calidad
Panelera "El Valle"	No	Si	No	No	Si	No	No

#### *Demanda del producto*

Luego de la intervención de la UEA en el control de parámetros operacionales y de calidad, la panelera "El Valle" aumentó las ventas en 5000 Kg/mes de panela granulada.

#### *Resultados esperados*

Derivado de los resultados de este trabajo se conocerán cuáles son los indicadores técnicos, económicos, ambientales, sociales y de calidad considerados en la fase de diseño de los procesos que permitirá adecuar los requerimientos a la producción agroindustrial óptima. Consecuentemente, se minimizará el porcentaje de productos defectuosos en la fase de puesta en marcha y se dispondrá de una estrategia de manejo que disminuya la incertidumbre de las materias primas y de los parámetros de operación.

A partir de la obtención de los resultados propuestos y una vez introducidos en la práctica, se espera alcanzar los siguientes impactos:

#### *Impacto científico*

Con la propuesta para el diseño de procesos agroindustriales favorecerá la selección de tecnologías sometidas a criterios técnicos, sostenibles y de calidad, con un basamento científico y la contribución al conocimiento, con lo que se pueden brindar soluciones óptimas para su implementación en pequeñas y medianas empresas.

#### *Impacto metodológico*

Se dispondrá de un procedimiento metodológico soportado en bases conceptuales para el diseño de procesos agroindustriales que considera indicadores técnicos, económicos, ambientales, sociales y de calidad desde la fase de diseño.

#### *Impacto económico*

Con la implementación de este resultado se reconoce la influencia del sector privado en el sistema económico y productivo nacional, lo que conduce a reconocer la importancia del aporte de los actores no tradicionales en la economía popular y solidaria de las pequeñas y medianas empresas que incentiva un mercado responsable, equilibrado y territorial y que finalmente tribute en el cambio de la matriz productiva nacional.

La disminución de costos en las fases posteriores al diseño conceptual y básico redundan en los costos de producción, costos en la fase de puesta en marcha por actividades de gestión de calidad y mejora continua evitando realizar nuevas inversiones en los equipos y maquinarias, así como en las adecuaciones de la infraestructura.

#### *Impacto ambiental*

La posibilidad de aplicar un procedimiento metodológico desde la fase de diseño que considere indicadores técnicos, económicos, ambientales, sociales y de calidad en la concepción de procesos agroindustriales minimiza los impactos ambientales que pueden estar condicionados a los procesos tradicionales al prever estos indicadores en la formulación del proceso, y por otra parte posibilita optimizar los recursos empleados en la actividad agroindustrial.

Desde esta perspectiva se valora al medio ambiente como elemento constitutivo de la vida y del ser humano como gestor de su propio desarrollo.

#### *Impacto social*

La aplicación de esta propuesta procura reivindicar el trabajo como ejercicio de una ciudadanía plural, en la que cuentan los esfuerzos de todos, para todos y de parte de todos, superando aquellas posturas unívocas y abriendo paso al ideal de que el desarrollo se construye a partir del intercambio de ideas, el reconocimiento mutuo y el consenso de manera armónica, como consecuencia de la realización individual y colectiva del hombre.

La implementación del diseño de procesos agroindustriales en pequeñas y medianas empresas propuesto, estandariza la calidad del producto final, abre la posibilidad de incrementar el mercado, por ende, aumenta la demanda de mano de obra, mejora las condiciones de trabajo, se incrementan los ingresos familiares y posibilita una mayor presencia de los productos tradicionales y con calidad en el mercado.

## CONCLUSIONES

La industria panelera artesanal ecuatoriana actual es afectada por problemas de infraestructura, inestabilidad del precio en el mercado y deficiencias en el control del proceso y la calidad del producto final lo que demanda la búsqueda de soluciones a partir de la colaboración y participación de los diferentes actores en correspondencia con el aporte que cada uno de ellos brinde en aras de optimizar estos procesos.

La panelera *El Valle* obtiene producciones de panela granulada que alcanzan niveles adecuados en cuanto a la humedad y pH requeridos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2332:2002, cumple con el porcentaje de minerales totales registrado junto a las propiedades organolépticas que reafirman la aceptación de su producción, sin embargo la productividad y eficiencia y la falta de control de sus sistemas se ven afectados e influyen en la variabilidad de la calidad, lo que provoca pérdidas económicas para el pequeño productor.

La experiencia investigativa de la UEA es pertinente ante esta situación y corrobora que mediante la aplicación de un diseño de procesos agroindustriales y su sistema de control, se logra estabilizar la calidad del producto obtenido con lo que se apertura una vía para atender la inestabilidad del precio del producto, su demanda, el mejoramiento en las condiciones del proceso, que asegura mejores indicadores en la calidad y su control.

La introducción de los resultados esperados en la práctica pueden contribuir a elevar el desarrollo socio-económico en la agroindustria, en especial de los países en desarrollo, por lo que resulta necesario aprovechar el enorme impacto de las universidades como referente científico para poner el conocimiento, su activo intangible por excelencia, encaminado a potenciar la calidad de los procesos que se desarrollan bajo condiciones de incertidumbre en este tipo de empresas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albernas, Y., et al. (2014). *Aspectos de la estrategia de procesos para el aprovechamiento de la biomasa - Como fuente de productos químicos y biocombustibles*. Posadas: Universidad de Misiones.
- Bunge, M. (2018). *La ciencia: su método y su filosofía* (Vol. 1). Buenos Aires: Laetoli.
- Cerda, V. R., et al. (2016). *Influence of the uncertainty of the operational parameters in obtaining cane syrup in sensorial attributes*. MOL2NET, International Conference on Multidisciplinary Sciences, Sciforum.
- Cerda, V. R., Pérez-Martínez, A., & González, E. (2017). *Continuous improvement of process design with quality indicators in food factory*. Convención Científica Internacional 2017 Ciencia, Tecnología y Sociedad. Perspectivas y Retos, Santa Clara.
- García Aponte, O. F., Vallejo Díaz, B. M., & Mora Huertas, C. E. (2015). La calidad desde el diseño: principios y oportunidades para la industria farmacéutica. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 68-78. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/212/21233043008.pdf>
- Glas, J. (2016). Política Industrial del Ecuador 2016 - 2025. Recuperado de <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/01/politicalindustrialweb-16-dic-16-baja.pdf>
- Hadiyanto, H. (2007). *Product Quality Driven Food Process Design*. (PhD Thesis). Wageningen: Wageningen University.
- ICH Expert Working Group. (2009). *Q8 Pharmaceutical Development*. European Union.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2002). *Panela granulada. Requisitos, NTE INEN 2 332*. Quito:INEN.
- Magrab, E. B., Gupta, S. K., McCluskey, F. P., & Sandborn, P. (2009). *Integrated product and process design and development—the product realization process*. Boca Raton: CRC Press.
- Mamade, B., González, E., Curbelo, A., Peralta, L., & Miño, J. (2017). Research tools to increase the impact of science in the chemical industry. *Revista Científica de la UCSA*, 4(2), 67-77. Recuperado de [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-87522017000200067](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-87522017000200067)
- Morales Zamora, M., González Suárez, E., Mesa Garriga, L., & Castro, E. (2013). Estrategia de reconversión de la industria diversificada de la caña de azúcar para la producción conjunta de bioetanol y coproductos. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*, 66, 189-198. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/430/43027041014.pdf>
- Moreno, L. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021. Toda una Vida*. Quito: Senplades
- Pérez-Martínez, A., et al. (2012). Procedimiento para enfrentar tareas de diseño de procesos de la industria azucarera y sus derivados. *Revista mexicana de ingeniería química*, 11(2), 333-349. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/620/62026895012.pdf>
- Quezada, W. (2007). *Guía Técnica de Agroindustria Panelera*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

- Rabassa-Olazábal, G., Eduardo-Guerra, L., Pérez-Sánchez, A., González-Suárez, E., & Pérez-Martínez, A. (2016). Consideración de la incertidumbre en la propuesta de nuevas oportunidades de negocio en la Empresa Azucarera Ignacio Agramonte, Camagüey. *Tecnología Química*, *36*(2), 120-132. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852016000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000200001)
- Rathore, A. S., & Winkle, H. (2009). Quality by design for biopharmaceuticals. *Nature biotechnology*, *27*(1), 26-34. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/nbt0109-26>
- Velásquez, H. I., Gutierrez, J., & Oliveira, S. (2006). *Thermodynamic and thermoeconomic analysis of the production of unrefined sugar in Colombia*. ENCIT, Brazil.
- Yusoff, N., Ramasamy, M., & Yusup, S. (2011). Taguchi's parametric design approach for the selection of optimization variables in a refrigerated gas plant. *Chemical Engineering Research and Design*, *89*(6), 665-675. Recuperado de <https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/taguchis-parametric-design-approach-for-the-selection-of-optimiza>
- Zárate Gutiérrez, R., & Molina del Villar, T. (2017). *La industrialización orientada a la articulación, una opción para el desarrollo frente al proceso de fragmentación productiva a nivel mundial*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.