

Artículo Original

***PROCEDIMIENTO ESTRATÉGICO DE DESARROLLO DE
PROCESOS AGROINDUSTRIALES COMPLEMENTADO CON
ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA***

***DEVELOPMENT OF AGROINDUSTRIAL PROCESSES STRATEGIC
PROCEDURE SUPPLEMENTED WITH TECHNOLOGICAL ASSIMILATION***

Omar Pérez Navarro^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6963-1327>
Erenio González Suárez¹ <https://orcid.org/0000-0001-5741-8959>
Néstor Ley Chong¹ <https://orcid.org/0000-0001-5575-246X>

¹ Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recibido: Abril 29, 2020; Revisado: Mayo 14, 2020; Aceptado: Junio 25, 2020

RESUMEN

Introducción:

Ante la necesidad de incremento de la efectividad empresarial e inversionista de la industria agroalimentaria cubana es urgente establecer los principios metodológicos para el desarrollo de sus procesos complementados por la asimilación tecnológica.

Objetivo:

El objetivo del trabajo es elaborar un procedimiento estratégico que guíe de forma científica y metodológica el desarrollo de procesos agroindustriales complementado con la asimilación de tecnologías.

Materiales y Métodos:

Se define el procedimiento estratégico de acuerdo a los precedentes y las mejoras requeridas. Se aplica la metodología para los surtidos harina, almidón nativo y almidón gelatinizado acetilado de yuca por asimilación de tecnologías y desarrollo de las etapas de gelatinización, acetilación y secado por aspersión.

Resultados y Discusión:

Se demuestra a través de la aplicación del procedimiento a los productos de yuca que el incremento de exigencias materiales, energéticas, complejidad tecnológica e inversionista del proceso diseñado para almidón gelatinizado acetilado en relación con los procesos asimilados permite elevar aplicabilidad y valor agregado respecto a los surtidos primarios, permitiendo resultados técnico-económicos y de sensibilidad



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Omar Pérez, Email: opnavarro@uclv.cu



favorables para todas las variantes en condiciones previstas o gestionadas.

Conclusiones:

El procedimiento integra y mejora las metodologías precedentes, considerando la asociación con la investigación y desarrollo de procesos, la gestión de la disponibilidad de materias primas y la combinación y modificación de surtidos hasta el máximo grado de aplicabilidad. El mejor comportamiento técnico económico para los productos de yuca se alcanzó para el almidón nativo y el gelatinizado acetilado, demandándose mayor efectividad inversionista en los materiales de menor valor agregado.

Palabras clave: acetilación; almidón; asimilación tecnológica; desarrollo de procesos; harina; yuca.

ABSTRACT

Because the need to increase business and investor effectiveness in Cuban agro-food industry, it is urgent to establish methodological principles for its processes development complemented by technological assimilation.

Objective:

To elaborate a strategic procedure that guides in scientific and methodological way the development of agro-industrial processes complemented with technologies assimilation.

Materials and methods:

Strategic procedure is defined according to precedents and required improvements. This methodology is applied for following assortments: flour, native starch and acetylated gelatinized cassava starch by technologies assimilation and of the gelatinization, acetylation and spray drying stages were development.

Results and Discussion:

It is demonstrated through procedure application to cassava products, that the increase in material, energy, technological complexity and investment requirements of designed process for acetylated gelatinized starch in relation to assimilated processes allows increasing applicability and added value to primary assortments, allowing favorable technical-economic and sensitivity results for all variants under planned or managed conditions.

Conclusions:

This procedure integrates and improves previous methodologies, considering the association with research and development of processes, management raw materials availability and assortments combination and modification to maximum applicability degree. The best technical economic performance for cassava products was achieved for native starch and acetylated gelatinized, demanding greater investment effectiveness in materials with lower added value.

Keywords: acetylation; starch; technological assimilation; process development; flour; Yucca.

1. INTRODUCCIÓN

Las principales tecnologías agropecuarias están desarrolladas y aplicadas, por ello la estrategia empresarial e inversionista, tiene que incluir la asimilación de tecnologías y su adopción en las condiciones específicas del sector. Desarrollar nuevos procesos es también muy necesario, no solo como producto científico y comercializable en sí mismo, sino también en su asociación con la asimilación de tecnologías, como vía directa de aplicación efectiva de conocimientos y desarrollo precedentes.

A través de la vigilancia tecnológica (VT) parte de la información de procesos puede ser desconocida y se requiere determinarla por los métodos investigativos típicos del desarrollo de procesos (Ley y González, 2006). Por otra parte, la identificación de las potencialidades de modificación estructural de los productos agropecuarios y el desarrollo de los procesos tecnológicos adecuados para su explotación es una actividad que requiere de atención institucional, empresarial y científica.

Los estudios y estrategias inversionistas deben tener presentes estos aspectos desde su propia concepción sin dejar espacio a la improvisación, sin embargo, los procedimientos institucionales vigentes en Cuba y principalmente la resolución 327/2014 (MINJUST, 2015), no los incluyen de forma explícita. La práctica científico-metodológica ha establecido los principios del desarrollo de procesos y de la asimilación por transferencia tecnológica para la industria química (Ley y González, 2006); (Hernández et al., 2009), pero no ha tenido en cuenta el vínculo entre ellos de forma tal que el desarrollo de procesos esté complementado con la transferencia tecnológica.

Estos aspectos demandan el esclarecimiento de los procedimientos estratégicos necesarios para que el desarrollo de procesos de la industria agroalimentaria se complemente con la asimilación tecnológica y su validación en procesos azucareros y no azucareros. Atendiendo a ello, se ha identificado que en la implementación del modelo económico cubano no existe un procedimiento estratégico de orientación secuencial para el desarrollo de procesos agroindustriales azucareros y no azucareros, complementado con la asimilación tecnológica. Por esas razones, el objetivo de esta investigación es elaborar un procedimiento estratégico que guíe de forma científica y metodológica el desarrollo de procesos agroindustriales complementado con la asimilación de tecnologías.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la definición del procedimiento estratégico de desarrollo de la agroindustria complementada con la asimilación de tecnologías se efectuó el análisis de los antecedentes, principalmente de los principios metodológicos anteriormente aplicados a esta temática (Ley y González, 2006); (Hernández et al., 2009). Con ello, se establecieron las premisas conceptuales para esta actividad y se consideró necesario seguir una secuencia metodológica y heurística de diagnóstico agrícola, fortalecimiento agropecuario, selección de surtidos y tamaño del proyecto, estudio de mercado, adaptación tecnológica, investigación de procesos en función del diseño y escalado y análisis técnico económico y de sensibilidad.

2.1. Caso de estudio: Productos de *Manihot esculenta* Crantz (yuca)

A pesar de las potencialidades para el cultivo de la yuca, este renglón no se ha

desarrollado en Cuba para sus productos industrializados (ONEI, 2017), por lo que es necesario y conveniente aplicar el procedimiento estratégico a *Manihot esculenta* Crantz (yuca) y sus productos industrializables, como caso de estudio. Como antecedente de la aplicación del procedimiento al caso de estudio se tiene un reporte anterior de algunos procesos industriales a partir de yuca, como una oportunidad de negocios efectivos y sustentables (Pérez et al., 2014). En este trabajo se consideran los surtidos primarios harina (H) y almidón nativo (AN), los surtidos combinados H, AN y casabe (C) y el material modificado, almidón gelatinizado acetilado (AGA). El AGA es un surtido modificado por vía física y química con mejores propiedades funcionales, aplicabilidad y valor agregado que sus precedentes (Pérez et al., 2018a); (Pérez et al., 2018b). La aplicación de estos principios metodológicos también ha sido reportada previamente para el surtido C (Pérez et al., 2019); sin embargo, en este trabajo se retoma el esquema tecnológico y demás procedimientos de diseño y adaptación reportados en dicha investigación para su aplicación en la combinación de surtidos.

Para todos los análisis se aplicó la modelación combinada de los balances de materiales y energía. La selección y adaptación de las centrífugas y el hidrociclón se efectuó por ofertas específicas para almidón de yuca (Chetchuda, 2017); (Flottweg, 2017). Para el secadero neumático se utilizó el método de Perry y Green (1984) y para los secaderos por aspersión con atomizador rotatorio y sección cilíndrica y cónica, los métodos de Masters (1991) y Ángeles (2009). El diseño de la batería de acetiladores en serie se efectuó por el método gráfico (Levenspiel, 1999) y el escalado de gelatinizadores y acetiladores se efectuó por el método de Rodríguez y Blazquez (2010). Como alternativa energética para el secado se consideró la combustión de crudo nacional (CN).

Para el análisis técnico y económico se efectuó cálculo de los indicadores económico-financieros dinámicos para un costo de oportunidad del 10 % y un período de vida útil de la instalación de 15 años funcionando 300 días al año en 3 turnos diarios de trabajo con 20 horas productivas. Los precios de los portadores energéticos se consideraron a partir de indicaciones del Ministerio de Economía y Planificación de Cuba (MEP, 2017). Los precios se estimaron en: 0,07 USD/kg_{yuca} (MINAG, 2017), 1440 USD/t_{casabe} (Reyes, 2017), 450 US \$/t_H (KFT, 2018), 1000 USD/t_{AN} (Chetchuda, 2017), (Green-World-Import, 2018) y 1500 USD/t_{AGA} (Chetchuda, 2017).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Estrategia para el desarrollo de la agroindustria complementada con la asimilación tecnológica por transferencia de tecnologías

El diagrama heurístico del procedimiento estratégico desarrollado se muestra en la Figura 1. El mismo comienza con el diagnóstico agrícola, la selección del cultivo a potenciar y su fortalecimiento con la aplicación de adecuados métodos genéticos y agro-técnicos. Luego del fortalecimiento agropecuario es posible definir un surtido industrializable. Con el fortalecimiento puede garantizarse la disponibilidad de materia prima para la capacidad de producción del surtido, verificada a través del estudio de mercado. En caso de existir interés en modificar o transformar radicalmente la estructura molecular del surtido para incrementar su aplicabilidad y valor agregado, se considera al mismo como un material modificado y el resto del procedimiento se aplica al nuevo material, en caso contrario se continúa el tratamiento del producto originalmente considerado.

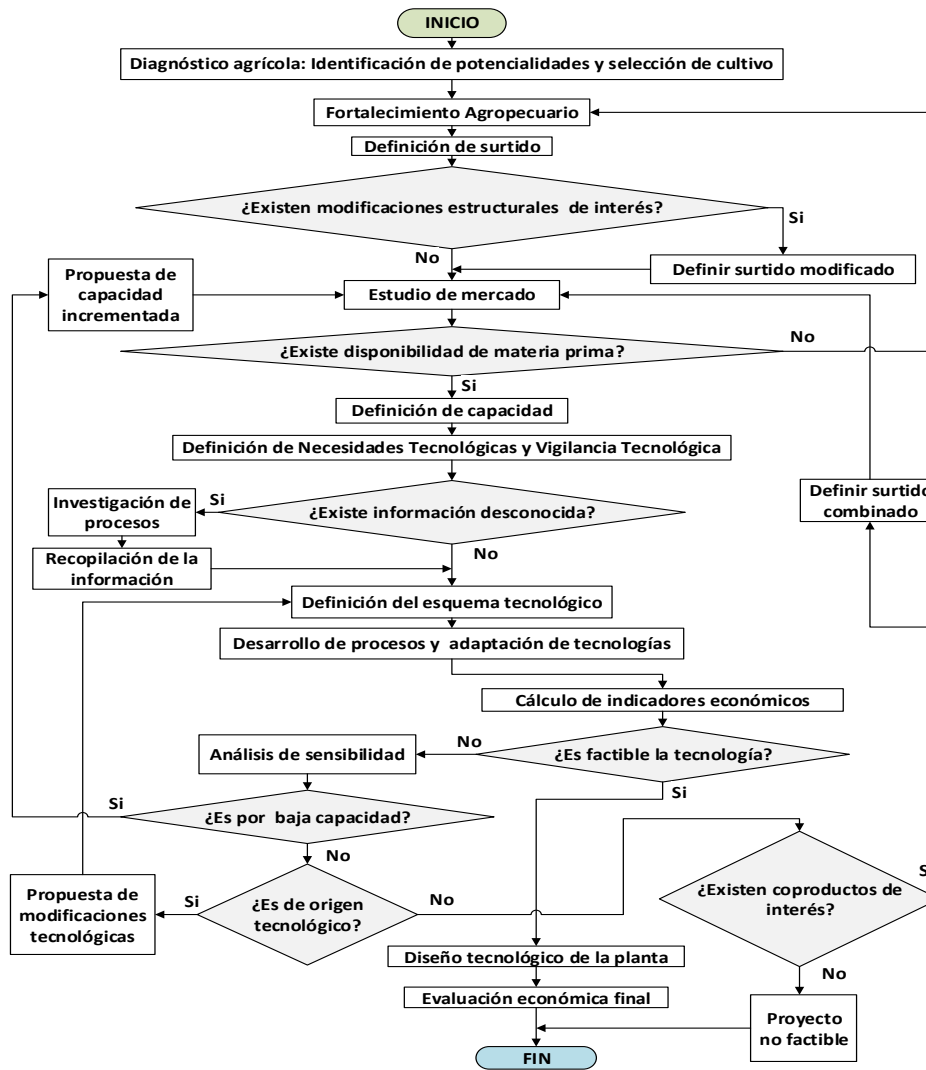


Figura 1. Diagrama heurístico del procedimiento estratégico para el desarrollo de procesos agroindustriales complementado con asimilación tecnológica

Luego de establecer la capacidad y las necesidades tecnológicas comienza la VT a través de procedimientos reportados al efecto (Ley y González, 2006); (González, 2010); (Moya y Moscoso, 2017). Ante la posible existencia de información de procesos desconocida y necesaria para el diseño y la asimilación, se complementa la VT con investigación del proceso y se efectúa recopilación de la información obtenida. Luego de concluida la VT e investigación se define el esquema tecnológico apropiado para el surtido y se procede al desarrollo de los procesos desconocidos complementado con la adaptación de tecnologías. La adaptación se efectúa por la metodología de Ley y González (2006). Posteriormente se estiman costos de inversión y operación e indicadores de factibilidad económico-financiera. A los surtidos que no alcanzan resultados adecuados de factibilidad se les aplica análisis de sensibilidad. Si las causas están vinculadas con la capacidad se proponen capacidades incrementadas, se verifica el comportamiento del mercado prospectivo y se busca nuevamente la existencia de disponibilidad de materia prima. Si la baja efectividad es de origen tecnológico se proponen modificaciones y se define un nuevo esquema tecnológico para el surtido. Productos que no mejoran su efectividad por incremento de capacidad ni por

modificaciones tecnológicas se consideran nuevamente en el procedimiento como surtidos combinados con coproductos de mayor valor agregado cuando existe dicha posibilidad, en caso contrario son declarados proyectos no factibles y se desechan. Los materiales con resultados de factibilidad favorables pasan al diseño tecnológico y la evaluación económica final.

El procedimiento es de aplicación general a cualquier cultivo y surtido agropecuario, sea azucarero o no y se ha aplicado en este trabajo para los productos industrializados de yuca. Se introducen elementos no considerados anteriormente, adaptando los mismos para su aplicación a la industria agroalimentaria. Entre ellos se encuentran la gestión de la información desconocida, la intensificación de etapas y procesos conocidos con el diseño y desarrollo de nuevos procesos o etapas, el diagnóstico local y el estudio de mercado como conceptualización del escenario de partida, el fortalecimiento agropecuario, la gestión de la disponibilidad de materia prima y el aprovechamiento de todas las potencialidades de estos productos al considerar variantes de surtidos combinados y modificados.

3.2. Resultados de la aplicación del procedimiento estratégico al caso de estudio.

Como resultado de la aplicación de los pasos iniciales del procedimiento de la Figura 1, se aplicó un diagnóstico de la situación actual y perspectiva a diferentes regiones agrícolas de Villa Clara, Cuba, identificándose potencialidades de desarrollo para el cultivo de yuca en la zona de “Copa”, del Municipio de Santo Domingo. En términos de fortalecimiento agropecuario se implementaron diferentes programas de cultivo intensivo con variedades industriales de alto potencial genético, principalmente INIVIT Y-93-4 (Beovides et al., 2013); (Ochoa et al., 2014). La definición del tamaño de los proyectos se efectuó considerando las potencialidades originales y con fortalecimiento agropecuario, para el proyecto de “Copa”, alcanzándose una disponibilidad de 8 t_{raíces}/d durante 300 días al año (ENPA, 2013). Adicionalmente, el estudio de mercado permitió verificar las existencias de mercados seguros, estables y perspectivas para todos los surtidos considerados (UCLV, 2014).

Respecto a la modificaciones estructurales y como resultado de la investigación de procesos desarrollada y reportada previamente, se adaptó tecnología y se desarrolló procesos para AGA, atendiendo a la ventajas cinéticas de la acetilación precedida de la gelatinización (Pérez et al., 2018a); (Pérez et al., 2018b). En términos de VT, resultó efectiva la adaptación tecnológica para H y AN, debido a que sus tecnologías están desarrolladas y aplicadas actualmente, sin embargo para AGA se requirió la investigación de procesos previamente reportada para las nuevas etapas e insertando las mismas en los procesos conocidos del AN. Como investigación de procesos se determinaron y reportaron previamente las mejores condiciones de gelatinización en un tratamiento hidrotérmico (Pérez et al., 2017) y la cinética de la acetilación para almidón en estado nativo (Pérez et al., 2018a) y en estado gelatinado (Pérez et al., 2018b).

3.2.1 Selección, adaptación y diseño de las nuevas etapas

La selección del esquema tecnológico se efectuó para H por secado en pasta y AN vía mecanizada a través de la adaptación tecnológica a las características propias de la variedad INIVIT Y-93-4 y las condiciones tecnológicas previstas. Para AGA se

insertaron las etapas de gelatinización, acetilación y secado por aspersión en el esquema del AN vía mecanizada, desarrollando procesos para las nuevas etapas y adaptando tecnología en el resto. El resumen del balance de materiales y energía para todas las variantes se muestra en la Tabla 1. Se alcanzan rendimientos en base a yuca de acuerdo a los valores esperados tanto para H (Vargas y Hernández, 2013), como para AN (Alarcón y Dufour, 1998) y para AGA el aumento se debe al incremento másico por la transformación química. Respecto a la demanda energética para el secado se aprecian resultados similares a los reportados previamente (OCDE-FAO, 2013). Para AN, dichos valores guardan relación con la reducción previa de la humedad centrifugación y filtrado al vacío. Sin embargo, para AGA, el elevado índice de consumo de combustible se debe a que la humedad de entrada del AGA al secado no puede reducirse por vía física atendiendo a la reología de las suspensiones gelatinizadas (Pérez et al., 2017); (Pérez et al., 2018a).

Tabla 1. Resumen del balance de materiales y energía para las variantes de harina por secado en pasta, almidón nativo y almidón gelatinizado acetilado

<i>Parámetros evaluados</i>	<i>Surtido</i>	<i>H</i>	<i>AN</i>	<i>AGA</i>
	Producción (t/d)	2,77	2,53	3,12
Materias primas	Raíces (t/d)	8,0		
	NaOH al 50 % p/p (t/d)	-	-	0,004*
	HCl al 35 % p/v (t/d)	-	-	0,015*
	Anhídrido acético (t/d)	-	-	0,962
Requerimientos	Agua (m ³ /d)	9,6	22,62	25,38
	Aire para secado (km ³ /d)	88	34	41
	CN (t/d)	0,314	0,124	1,355
	Índice de consumo (t _{CN} /t _{almidón})	0,113	0,050	0,433
Residuos	Raíces desechadas (t/d)	0,391	0,238	0,238
	Arena (t/d)	-	0,375	0,375
	Cáscara y cascarilla (t/d)	0,461	0,466	0,465
	Efluente de centrífugas (m ³ /d)	-	24,33	9,6
Pérdidas de proceso	Pérdidas (t/d)	0,158	0,082	0,079
	Rendimiento en base a yuca (%)	34,66	31,69	39,05

*Incluye los consumos de agentes químicos en la limpieza.

En la Tabla 2 se resumen los resultados del dimensionamiento del equipamiento adaptado para H y AN. Resalta que las exigencias tecnológicas de la H son inferiores a las del AN, sin embargo su calidad, aplicabilidad y valor agregado es mucho menor. El AN es un material homogéneo y libre de fibra con gran aplicabilidad en las industria alimentaria, textil, papelera, farmacéutica, etc. Por otra parte, el proceso del AN demanda mayor exigencia en el tratamiento de los residuales líquidos efluentes de las centrífugas (Torres et al., 2005), pero estos pueden utilizarse como recurso biodegradable para producir biogás como solución energética renovable al 30 % de la demanda energética total del secado (OCDE-FAO, 2013). En la Tabla 3 se resume el diseño de las nuevas etapas desarrolladas de gelatinización, acetilación y secado por aspersión para AGA.

Tabla 2. Dimensiones fundamentales y consumo de potencia eléctrica del equipamiento adaptado para harina y almidón nativo

		H	AN	H	AN
<i>Equipo</i>	<i>Dimensión característica</i>			<i>Potencia</i>	
Tolva receptora	V (m ³)	10,81		-	
Transportadores de bandas	L (m)	6,80		0,27	
Lavador-descascarador	V (m ³)/ L (m)	4,4/12		11,05	
Picadora/ Trituradora	Cap (kg/h)	360		5,1	4,8
Filtro rotatorio al vacío	S (m ²)	39,96		3,03	
Tanque pulmón	V (m ³)	-	1,6	0,017	
Secadero neumático	L/D (m)	0,3/6,18	0,3/3,95	0,83	0,32
Calentador de aire	A _{TC} (m ²)	21		0,30	
Hidrociclón	Cap (kg/h)	-	1 500	-	
Centrífuga tamizadora	Cap (kg/h)	-	1 500	-	6,5
Centrífuga purificadora	Cap (kg/h)	-	2 000	-	3,8
Centrífuga concentradora	Cap (kg/h)	-	1 500	-	3,5

Tabla 3. Resultados del diseño y escalado de las etapas de gelatinización, acetilación y secado por aspersión para almidón gelatinizado acetilado

<i>Equipo</i>	<i>Dimensión característica</i>		<i>Potencia</i>
Gelatinizador	V (m ³)	2,15	1,2
Unidad acetiladora	V (m ³)	0,666	0,5
Batería acetiladora	V (m ³)	2,0	1,5
Secadero por aspersión	D _{cilindro} (m)	2,32	4,05
	L _{total cámara}	5,32	
	V _{total cámara}	18,07	

En las Tablas 2 y 3 coinciden los resultados para la etapas iniciales del AN pero la concentración de sólidos a la salida de las centrífugas concentradoras es de 36,5 % en el AN (OCDE-FAO, 2013) y de 10 % en el AGA. Ello incrementa las exigencias del secado pero evita dificultades difusionales en la acetilación a causa de la elevada viscosidad de suspensiones gelatinizadas (Lefnaoui y Moulai-Mostefa, 2015); (Pérez et al., 2017). Aunque para AGA se incrementan las exigencias inversionistas, materiales y energéticas respecto al AN, se elevan las posibilidades de aplicación y valor agregado (Xu et al., 2004).

3.2.2. Análisis técnico-económico y de sensibilidad

Los resultados del análisis técnico-económico y de sensibilidad de las alternativas consideradas, incluida la combinación de surtidos en cuantías de 5 % de la disponibilidad de yuca para C, 45 % para H y el resto para AN, se muestran en la Tabla 4. Los mejores resultados de los indicadores económicos dinámicos y la disponibilidad de raíces mínima requerida para alcanzar un Período de Recuperación al Descuento (PRD) de 4 años, se logran para el AGA y el AN en ese orden. En el caso de la H se alcanzan resultados inadecuados a la capacidad original por lo que deben considerarse capacidades incrementadas que requieren un reciclo metodológico al procedimiento de la Figura 1, demandándose una disponibilidad de 28 t_{raíces}/d para alcanzar un PRD de 4 años.

Tabla 4. Resumen de la valoración técnico-económica y de sensibilidad respecto a la disponibilidad de yuca de las variantes propuestas a 8 t_{raíces/d}

<i>Parámetros de evaluación</i>	<i>Variantes</i>			
	<i>H</i>	<i>AN</i>	<i>Combinada AN/H/C</i>	<i>AGA</i>
Capacidad (t/d)	2,8	2,5	1,2/1,3/0,17	3,1
Costo de equipos (\$)	106 668,2	209 289,2	227 522,9	216 255,7
Inversión total (\$)	284 804,0	558 802,4	607 486,2	557 402,6
Costo Producción (\$/a)	375 894,5	451 296,6	444 673,6	1 020 344,6
Ventas (\$/a)	374 354,5	774 694,34	630 029,5	1 420 091,2
Ganancias (\$/a)	(-1 540,2)	323 397,7	149 923,9	695 357,0
VAN (\$)	Proyecto no factible a 8 t _{raíces/d}	1 674 927	779 953	2 115 448
TIR (%)		44	27	50
PRD (años)		3	5	2,7
Disponibilidad de raíces mínima (para PRD = 4 años) (t/d)				
	28	6	9,6	5,2

Similares resultados de recuperación inversionista se logran con una disponibilidad de 6 t_{raíces/d}, un 25 % menor que la originalmente considerada para AN. Por otra parte, aunque el AGA tiene mayores posibilidades de aplicación industrial deben ser considerados otros aspectos, como el consumo de agua, los indicadores energéticos, los requerimientos materiales y los factores medio ambientales. Atendiendo a ello, la mejor decisión empresarial e inversionista en estos y otros proyectos es de carácter multifactorial y el procedimiento estratégico desarrollado constituye una guía imprescindible ante dichas decisiones.

4. CONCLUSIONES

1. El desarrollo agroindustrial demanda la combinación del desarrollo de nuevos procesos y etapas con la asimilación efectiva de las tecnologías existentes y debe conducirse a través del procedimiento estratégico presentado, donde se gestiona la disponibilidad de materias primas y la información desconocida luego de la VT a través del fortalecimiento agropecuario y los métodos del análisis e investigación de procesos.
2. Es vital considerar todas las potencialidades estructurales de estos materiales, llevando los mismos a su máximo grado de aplicabilidad y valor agregado siempre que los resultados técnico-económicos lo aconsejen.
3. Al aplicar el procedimiento para el caso de los productos de yuca se obtuvo el mejor comportamiento técnico-económico para AGA, demandándose una inversión total de \$ 557 402,6 que se recupera en 2,7 años cuando se procesan 8 t_{raíces/d}, seguido del AN vía mecanizada que, para similar capacidad e inversión del mismo orden, se recupera en 3 años. Productos de menor valor agregado como C o H deben elaborarse en su combinación con AN, incrementando la escala de los proyectos considerados hasta 9,6 t_{raíces/d}, o alcanzando mayor efectividad en las inversiones previstas, sobre todo en lo referente a los aspectos energéticos.

REFERENCIAS

- Alarcón, F., y Dufour, D., Almidón Agrio de Yuca en Colombia., Tomo I: Producción y Recomendaciones., Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1998, pp. 9-20.
- Ángeles, L., Dimensionamiento y simulación de un secador por aspersión a nivel piloto., Tesis presentada en opción al grado de Maestro en Ciencias en Bioprocesos, Instituto Politécnico Nacional, México, 2009.
- Beovides, Y., Milián, M.D., Rodríguez, D., Gálvez, L., Rodríguez, K., Fernández, M.I., Molina, A., Camejo, M., Arcia, O., Morejón, Z., Oliva, M., Molina, O., Rayas, A., & Basail, M., Cultivares cubanos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con rendimiento y potencial genético para la agroindustria., Centro Agrícola, Vol. 40 , No.3, 2013, pp. 71-78.
- Chetchuda, C., Thailand Industry Outlook 2017-19. Cassava Industry., Krungsri Research, August, 2017, pp. 1-8.
- ENPA, Programa de desarrollo integral de la yuca para Empresa Flora y Fauna., UEB Villa Clara, Santa Clara, Empresa de Proyectos e Ingeniería, 2013, pp. 3-12.
- Flottweg., Catálogo de la centrífuga de discos FLOTTWEG AC 1500, AC 2000, AC 2500., Editorial VILSBIBURG, Deutschland, Germany, Flottweg separation technology, 2017, pp. 1-5.
- González, J., Manual de transferencia de tecnología y conocimiento., 2010 [Online]. Disponible en: <https://www.bubok.es/libros/15512/Manual-de-transferencia-de-tecnologia-y-conocimiento>
- Green-World-Import., Cassava starch price., 2018. [Online]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/g/cassava-starch-price.html>
- Hernández, J.P., García, A., y González, E., Estrategia para la evaluación tecnológica en la etapa exploratoria del Análisis Complejo de Procesos en plantas de gases industriales., Tecnología Química, Vol. XXIX, No. 1, 2009, pp. 17-24.
- KFT., Cassava flour price., 2018. [Online]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/g/cassava-flour-price.html>
- Lefnaoui, S., & Moulai-Mostefa, N., Synthesis and evaluation of the structural and physicochemical properties of carboxymethyl pregelatinized starch as a pharmaceutical excipient., Saudi Pharmaceutical Journal, Vol. 23, 2015, pp. 698-711.
- Levenspiel, O., Chemical Reaction Engineering., New York, USA, Willey Press, 1999, pp. 109-129.
- Ley, N., y González, V., Aspectos metodológicos para la transferencia tecnológica de un proceso químico., Revista Ingeniería Química, Asociación de Ingenieros Químicos del Uruguay, No. Julio, 2006, pp. 30-34.
- Masters, K., Spray Drying Handbook., 5a edition, Longman Scientific & Technical, 1991, pp. 121-141.
- MEP., Inversiones con fuentes renovables de energía, Plan 2017., Datos básicos para los estudios de factibilidad., 2017, pp. 1-8.
- MINAG., Ficha de Costo de procesos agropecuarios. Producto: Yuca., Santa Clara, Delegación Provincial, Ministerio de la Agricultura, 2017, pp. 29-43.
- MINJUST., Decreto No. 327/2014. Reglamento del Proceso Inversionista en Cuba., Gaceta Oficial de la Republica de Cuba, Ministerio de Justicia, 2015, pp. 37-98.

- Moya, P., y Moscoso, F., Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en el modelo empresarial del sector hotelero colombiano., *Rev. Investig. Desarro. Innov*, Vol. 8, No. 1, 2017, pp. 11-22.
- OCDE-FAO., *Perspectivas Agrícolas 2013-2022.*, 2013. [Online]. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es.
- Ochoa, M., Sardinias, L., Maza, N., Lima, M., Álvarez, M., Falco, A.S., Pérez, W., Hernández, G., y Fraga, R., Evaluación de harina y almidón de yuca obtenidos de diferentes clones., *Cienc. Tecnol. Aliment*, Vol. 24, No. 2, 2014, pp. 63-68.
- ONEI., *Anuario Estadístico de Cuba., Sector agropecuario, Indicadores seleccionados 2017.* [Online]. Oficina Nacional de Estadística e Información, Centro de Gestión de la Información Económica, Medioambiental y Social. Disponible en: <http://www.onei.cu/mensualprincipalesindicadoresagropecuario.htm>
- Pérez, O., de Armas, A., Martínez, Y., y Pérez, A., Estrategia Innovativa en el estudio de alternativas de industrialización de la yuca como oportunidad de negocios., *Centro Azúcar*, Vol. 41, No. 4, 2014, pp. 59-66.
- Pérez, O., Ley, N., González, E., y Valdés, C., Modificación hidrotérmica del almidón de yuca para su empleo como estabilizador de helados., *Afinidad*, Vol. LXXIV, No. 580, 2017, pp. 275-281.
- Pérez, O., Ley, N., González, E., y Toledo, L., Cinética y Distribución de Producto en la Acetilación de Almidón de bajo Grado de Sustitución a partir de *Manihot esculenta* Crantz, variedad INIVIT Y-93-4., *Centro Azúcar*, Vol. 45, No. 2, 2018 a, pp. 88-100.
- Pérez, O., Ley, N., González, E., y Toledo, L.C., Cinética y Distribución de Producto en la Acetilación de Almidón de bajo Grado de Sustitución., *Afinidad*, Vol. LXXV, No. 583, 2018 b, pp. 204-211.
- Pérez, O., González, E., Ley, N., García, L., y Miño, J.E., Potencialidad técnico-económica para la producción de casabe en Cuba., + *Ingenio, Revista de Ciencia Tecnología e Innovación*, Vol. 1, No. 2, 2019, pp. 45-56.
- Perry, R., & Green, D., *Chemical Engineering Handbook.*, Mc Graw-Hill Book Company, 1984, pp. 29-54.
- Reyes, S.G., Precio del casabe se mantiene para la Semana Mayor., 2017. [Online]. Disponible en: <http://elperiodicodemonagas.com.ve/ww/precio-del-casabe-se-mantiene-para-la-semana-mayor/>
- Rodríguez, I., y Blazquez, G., *Escalado de reactores químicos y biológicos.*, Clemont. Gonzalo Gallas, Granada, 2010, pp. 25-47.
- Torres, P., Rodríguez, J., y Rojas, O., Extracción de almidón de yuca. Manejo integral y control de la contaminación hídrica., *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 17, No.7, 2005, pp. 60-65.
- UCLV 2014., Informe resumen de las actividades investigativas para el desarrollo de productos industrializados de yuca., Santa Clara: Vicerrectorado de Investigaciones y Postgrado (VRIP). Grupo de trabajo para la industrialización de la yuca, pp. 3-20.
- Vargas, P., y Hernández, D., Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria., *Tecnología en Marcha*, Vol. 26, No. 1, 2013, pp. 37-45.
- Xu, Y., Miladinov, V., & Hanna, M.A., Synthesis and Characterization of Starch

Acetates with High Substitution., Cereal Chem, Vol. 81, No. 6, 2004, pp. 735-740.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Dr.C. Omar Pérez Navarro. Realizó el estudio, análisis y escritura del artículo, tanto en el procedimiento como en el caso de estudio.
- Dr.Sc. Erenio González Suárez. Colaboró en la revisión y análisis del artículo, procedimiento y caso de estudio.
- Dr.C. Néstor Ley Chong. Colaboró en la confección y concepción del procedimiento estratégico y el caso de estudio.