

**Aporte del Laboratorio de Procesos Industriales de la PUCP en la innovación e investigación de nuevos procesos: revalorizando recursos y residuos agroindustriales peruanos**



**Mg. Fredy Huayta**



**Dra. Fiorella Cárdenas**



**Mg. Erick Álvarez**



**Mg. Henry Obregón**



El sector agroindustrial produce una gran cantidad de residuos que generalmente no se utilizan. Si dichos residuos no se utilizan adecuadamente, pueden contaminar los suelos, así como la fuente natural de agua subterránea y, por lo tanto, convertirse en una amenaza para la salud mundial y la seguridad alimentaria. Debido a la prometedora aplicabilidad de los residuos agrícolas en diversas industrias, como la química, agrícola, alimentaria y farmacéutica, la obtención de nuevos productos a partir de los residuos agrícolas se está investigando intensamente en los últimos años.

En esta línea, el Laboratorio de Procesos Industriales alberga dos grupos de investigación que abordan esta problemática: Grupo de Investigación de Tecnologías y Proceso Agroindustriales (ITEPA-PUCP) y el Grupo de Innovación en Desarrollo de Productos Nuevos (GIDEP), los cuales vienen enfocando sus esfuerzos en diseñar y desarrollar procesos eficientes, escalables y orientados al modelo de economía circular. Entre los proyectos más resaltantes desarrollados por los grupos de investigación, tenemos los siguientes:

### 1. Desarrollo de un procedimiento para la obtención de sales de calcio a partir de cáscaras de huevo de ave:

OVOSUR SA, empresa dedicada a la producción de ovoproductos (huevo, yema y clara líquida y en polvo), generaba alrededor de 1200 t/año de cáscara de huevo de gallina y un gasto considerable para su tratamiento y eliminación. A partir de una materia prima con un nivel de pureza de carbonato de calcio superior al 95% proveniente de la cáscara de huevo, se realizó el diseño y desarrollo de un proceso para obtener óxido de calcio. El óxido de calcio obtenido se utilizó como base para realizar diversas síntesis químicas al mezclarlo con diferentes ácidos y se obtuvo fosfato tricálcico, lactato de calcio, citrato de calcio y citrato-malato de calcio en condiciones controladas y escalable a nivel industrial. Este proceso innovador de transformación de las cáscaras de huevos en sales de calcio de alto grado alimenticio y valor comercial en el mercado nacional e internacional fue premiado en la Exhibición Internacional de Inventos de Ginebra (Suiza) y, actualmente, se encuentra protegido mediante una patente de invención.



Figura 1. Parte del proceso de obtención de sales de calcio

### 2. Desarrollo de un proceso de destanificado para la obtención de taninos a partir del germen de tara:

EXANDAL SA, primera productora y exportadora a nivel mundial de derivados de caesalpinia spinosa, buscaba desarrollar un proceso piloto escalable de destanificado para el aprovechamiento de 7 t/día de germen de tara, un residuo del proceso de obtención de goma de tara. Este residuo presentaba entre 24 y 27% de proteína y una alta tasa de taninos (mayor a 3%), por lo cual solo podía ser comercializado para consumo animal. Con este proceso, se obtuvo una proteína vegetal con un mínimo de 48% de proteína y con un contenido máximo de 1% de taninos, apto para consumo humano. Además, se recuperó eficientemente al menos el 75% de los taninos presentes en el germen de tara, y se obtuvo un reforzador tánico para mejorar la calidad de la harina de tara actual y un extracto tánico en polvo que cuenta con potencial de aplicación industrial por sus propiedades funcionales y antioxidantes.



Figura 2. Germen de tara destanificado

### 3. Desarrollo de un proceso para la obtención de aceite y láminas biodegradables a partir de la semilla de lúcuma:

en los últimos años, la lúcuma ha presentado una creciente demanda. En el año 2015, se exportó 66% más respecto al año 2014; sus principales derivados de exportación fueron la pulpa (64 %) y el polvo (22%), con un total de 50 000 toneladas métricas. El aprovechamiento industrial del fruto corresponde a la pulpa (65-70% del fruto); los residuos están constituidos por la cáscara (18-21%) y semillas (10-13% del fruto). Se desarrolló un proceso de extracción del aceite funcional con CO<sub>2</sub> supercrítico y el aislamiento de polímeros para el desarrollo de una resina biodegradable. En una primera etapa del proceso estudiado, se extrajo el aceite a partir de la semilla de lúcuma utilizando fluidos supercríticos (presión de 312 atm y temperatura 45 °C) y se obtuvo un rendimiento de 2.84 % de aceite. El análisis del perfil indicó que los ácidos grasos (aceites funcionales), el ácido oleico y el ácido linoleico representan el 69.38% de la composición total. En la segunda etapa, se recuperó el almidón nativo a partir de la semilla de la lúcuma (residuo) siguiendo una secuencia de operaciones físicas. Se obtuvo un rendimiento del 15.85 %. Finalmente, se validó la formación de láminas biodegradables con la fabricación de bandejas a partir de almidón y/o fibra de la semilla de lúcuma.

### 4. Desarrollo de un proceso de obtención de aceite a partir de la semilla de uva:

La investigación realizada consistió en generar valor agregado a los residuos sólidos de la industria vitivinícola basado en la metodología Design for Six Sigma (DFSS). En la primera etapa, se caracterizó los residuos sólidos proporcionados por una empresa vitivinícola (25% semillas, 31% cáscara y 44% raspón) y se cuantificó los residuos generados por el sector. Posteriormente, se empleó la



Figura 3. Parte del proceso de extracción por fluidos supercríticos del aceite de lúcuma

metodología DFSS para el desarrollo de nuevos productos basado en la estructura IDDOV (Identificar, definir, desarrollar, optimizar y validar), como se presenta en la Figura 4. En la Figura 5, se muestra el esquema productivo definido para la elaboración de un aceite nutracéutico de semillas de uva para el sector vitivinícola. De esta manera, la metodología DFSS fue de gran utilidad para el desarrollo de nuevos productos aplicado a empresas que tienen procesos productivos definidos y requieren dar valor agregado a nuevas propuestas evaluando su potencial industrial para obtener mayor crecimiento del sector empresarial.

Además de los proyectos previamente presentados, los Grupos de Investigación ITEPA y GIDEP realizan proyectos de innovación con empresas privadas e investigación a través del Programa de Innovación para la Competitividad y Productividad (Proinnóvate), Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (Prociencia), entre otros. El Laboratorio de Procesos Industriales forma parte del Centro de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico en la disciplina de Alimentos y Bebidas de la PUCP.

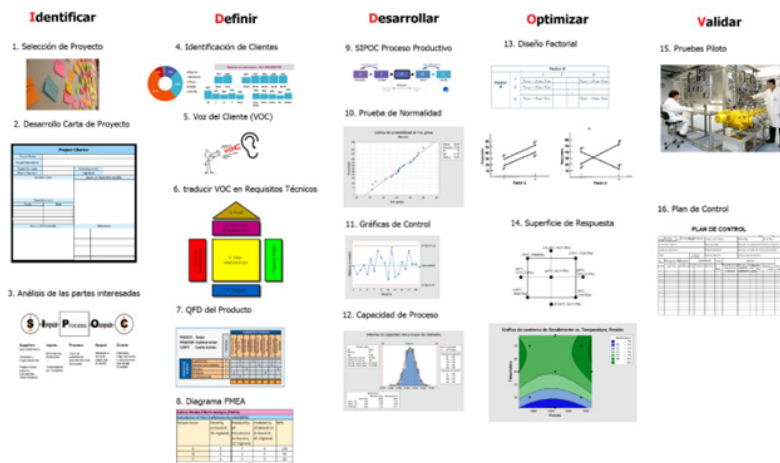


Figura 4. Etapas de la metodología DFSS aplicado al sector vitivinícola



Figura 5. Proceso para la obtención de un aceite nutracéutico de semilla de uva

Para más información, puede escribir a los siguientes correos:

**Coordinador del Grupo ITEPA:**

Mg. Fredy Vicente Huayta .  
fhuayta@pucp.edu.pe

**Coordinador del Grupo GIDEP:**

Dra. Fiorella Cárdenas.  
fcardenas@pucp.pe