

# 12814311841

# Diseño, construcción y evaluación de prototipo mecánico para el lavado y sedimentación del almidón de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)

La auditoría de certificación del sistema de gestión de calidad se realizó los días 8, 9 y 10 de noviembre de 2014, teniendo un seguimiento al certificado otorgado y documentado para evaluar la reactivación a no del mismo y la ampliación del alcance del sistema de gestión de calidad para las líneas de formas, valores, volúmenes y otros.

El control de documentos y registros se realizó en todos los procesos, con la verificación de los documentos y registros que se encuentran en los archivos de proceso. En la planta se verificó que los procedimientos están en un nivel visible y con fechas actualizadas.

En la reunión de cierre se realizó un análisis del proceso y al equipo de la coordinación de calidad se les asignaron los hallazgos de la auditoría. Tras describir fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora del SGC, el auditor dio a conocer las cuatro no conformidades detectadas. En ese momento el auditor manifestó un concepto favorable de la auditoría de seguimiento y la ampliación del alcance para la certificación del sistema de gestión de calidad de Danaroma S.A.

Posterior a la auditoría de verificación, se realizó un análisis con los responsables de procesos para identificar las causas que originaron las no conformidades y las herramientas de análisis de los errores por parte del personal se anexaron a cada acción.

JUAN CARLOS ZUTTA  
Ingeniería Mecánica

La importancia de raíces, rizomas y tubérculos radica en el papel que cumplen estos productos en la alimentación humana de los países en desarrollo ya que, según estimativos, para 2020 más de 2 mil millones de personas pobres, entre los más pobres de Asia, África y América Latina dependerán de estos cultivos como fuente de alimento, forraje o ingresos en efectivo.

Colombia es un país reconocido mundialmente por su megadiversidad biológica, favorecida por una amplia gama de ecosistemas donde se ha generado gran cantidad de especies vegetales autóctonas y se han logrado introducir otras de origen foráneo, con buenas condiciones de adaptación y desarrollo. Algunas especies de raíces y tubérculos, como la arracacha y la achira, de origen andino, y el ñame, del trópico africano, tienen buenas posibilidades de sustituir otras fuentes amiláceas que tradicionalmente son utilizadas en la industria, pero que no tienen rendimientos competitivos las condiciones de cultivo en Colombia.

Vale la pena mencionar los casos del trigo y del maíz que, comparativamente, apenas alcanzan rendimientos medios de 4.254 y 3.252 kilogramos por hectárea al año (kg/ha/año), respectivamente, compa-

radados con los rendimientos obtenidos en arracacha y ñame, (10.456 y 10.989 kg/ha/año)<sup>1</sup>, respectivamente, y achira (40.000 kg/ha/año)<sup>2</sup>.

Al comparar el rendimiento en almidón, del trigo y del maíz se obtienen 292 y 228 kilogramos por hectárea al mes (kg/ha/mes) (calculando con base en Minagricultura, 1998 y Hurtado<sup>3</sup>, 1997), mientras que de la arracacha, del ñame y de la achira se obtienen 227, 316 y 450 kg/ha/mes, respectivamente (Hurtado, 1997, y García, 1998). Desde este punto de vista se observan ya ciertas ventajas, pues en estos últimos cultivos los rendimientos se han alcanzado sin introducir paquetes tecnológicos sofisticados y sin invertir altos recursos en investigación y desarrollo de tecnología.

El potencial de diversificar en el uso de productos para la extracción de almidón y la fabricación de harinas favorece proyectos de este tipo para explotar nuevas alternativas. Precisamente uno de los retos de la agricultura colombiana en todo el aparato agropecuario es brindar a los agricultores tecnologías que les permitan ofrecer productos poscosecha de excelente calidad, donde se reduzcan costos de transformación para obtener mayores ganancias en sus actividades económicas y de subsistencia, alterando lo menor posible las condiciones ambientales.

El proyecto concepción de un modelo de agroindustria rural para la elaboración de harina y almidón a partir de raíces y tubérculos promisorios, con énfasis en los casos de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), achira (*Cana edulis*) y ñame (*Dioscorea sp.*), ejecutado por el Programa Nacional de Procesos Agroindustriales de Corpoica, obtiene fondos provenientes del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta), dependencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que pretende brindar alternativas tecnológicas para la valorización de la producción campesina de las tres especies mencionadas anteriormente, mediante el desarrollo de un sistema flexible e integrado de procesos para la producción de harina y almidón en la agroindustria rural.

Basados en el método científico se observan, evalúan y diagnostican, tanto en laboratorio como en campo, los procesos actuales de extracción de almidón y fabricación de harina; se proyectan diversas alternativas que cubran las

especies de achira, arracacha y ñame, las cuales son llevadas a prototipos para verificar su conveniencia y, luego de elegir los más acertados, se construyen equipos que permitan una evaluación en pequeña escala.

Para obtener almidón es necesario liberarlo rompiendo los cloroplastos de las plantas. En el caso de la arracacha, esto se logra con un rallo mecánico que descompone el tubérculo en una masa homogénea, por lo que se hace necesario el tamizado, que para el almidón de arracacha se logra con una malla de 120 agujeros por pulgada (mesh). Luego del proceso de extracción, el almidón de la arracacha presenta pequeñas fibrillas e impurezas que han logrado atravesar la malla de tamizado junto con la fécula.

En el caso de la achira, ese material indeseado se lava y se extrae por agitación, que el campesino realiza manualmente. Luego se deja en reposo para que sedimente y compacte en un tiempo de aproximadamente 40 minutos, al cabo del cual se desagua el líquido, que arrastra las impurezas. Por tener menor velocidad de decantación, éstas se sitúan sobre el material sedimentado.

El proceso se repite de cuatro a siete veces más, lo cual implica aumento igual en el consumo de agua, tiempo y trabajo para el operario. En el caso del almidón de la arracacha, la situación se complica más ya que es más pequeño en tamaño y no tiene la forma esferoidal del almidón de achira; por tanto, el tiempo de sedimentación y compactación total aumenta a incluso 24 horas, durante el cual empieza a producir efectos enzimáticos naturales e irreversibles que alteran la calidad del producto final. Esta problemática complicaba muchísimo el proceso y lo hacía poco viable.

Ante esta situación, surgió la necesidad de elaborar un proyecto que analizara el fenómeno de sedimentación con las variables que interactúan en dicho proceso, buscando soluciones a través de pruebas de laboratorio. De ahí parte el diseño de un prototipo mecánico con su correspondiente eva-

<sup>1</sup> República de Colombia. Ministerio de Agricultura. *Informe de gestión*. 1998.

<sup>2</sup> García, H. R. *Informe Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. 1998.

<sup>3</sup> Hurtado, 1997, p. 120.

luación. Los resultados permiten definir un diseño para una máquina acondicionada a los usuarios y al ambiente de trabajo rural al cual va a ser sometida para resolver un problema agropecuario de subutilización de productos y terrenos.

El largo tiempo de sedimentación del almidón de arracacha, en comparación con el de la achira, es fruto en primer lugar del contraste de densidades, ya que mientras la de la achira es 1.3 g/cm<sup>3</sup>, la de la fécula de la arracacha es apenas 1.093 g/cm<sup>3</sup>. En segundo lugar, se debe tener claro que la forma de un objeto que se mueve dentro de un fluido es una característica importante en el momento de adquirir velocidad. Allí también hay una gran diferencia, ya que mientras el gránulo de achira es ovoidal o esferoidal casi perfecta, el de la arracacha es irregular, similar al de una estrella dispareja y discontinua, lo que reduce la adquisición de velocidad dentro del líquido. Recapitulando, la velocidad de sedimentación de una partícula en un fluido depende directamente de la forma, la densidad y la viscosidad del fluido; variables prácticas con las que no se puede jugar o no se pueden cambiar de alguna manera. La única variable que se puede cambiar es la fuerza de gravedad. Aunque no se puede variar, si es posible simularla mayor

gracias a la fuerza centrífuga que actúa sobre un cuerpo que gira; así se incrementará la diferencia de densidades entre el fluido y el almidón.

A partir de las anteriores premisas se diseñó y construyó un prototipo que pone a girar la mezcla de almidón disuelto en agua, obligando a las partes más densas a adherirse a las paredes del cilindro en un tiempo directamente proporcional a la velocidad de giro. Se realizaron varias muestras con sus respectivas réplicas para obtener un resultado estadístico y diseñar una máquina definitiva.

Se logró obtener almidón de muy baja cantidad de impurezas en únicamente dos lavados, en comparación con los cinco de antes. Se disminuyó el tiempo de sedimentación de 18 horas a 5 minutos con los respectivos tiempos de cargue y descargue, y finalmente se diseñó una máquina con capacidad de procesar 1000 litros diarios de la mezcla agua-almidón, con partes de recambio económicas y de fácil adquisición, que cumple los requisitos de producción de alimentos aptos para el consumo humano al incorporarle factores de seguridad convenientes para el usuario final.

Basados en el método científico se observan, evalúan y diagnostican, tanto en el laboratorio como en campo, los procesos de transformación de almidón de arracacha y achira. Estos estudios de transformación de almidón de arracacha y achira se realizaron en el laboratorio de Tecnología Agropecuaria (TGA) de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) en Bogotá, D.C., durante el mes de agosto de 2008.