

GESTIÓN DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS DE LA INDUSTRIA DEL ALMIDÓN DE YUCA EN SANTANDER DE QUILICHAO

MANAGEMENT OF LIQUID DUMPS OF THE YUCA STARCH INDUSTRY IN SANTANDER DE QUILICHAO.

doi:<http://doi.org/10.23850/23899573.2091>

Recibido: 15.03.2019 Aceptado: 09.05.2019

José Eyder Hernández González
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
joseydering30@gmail.com
Colombia

Para Citar:

Hernández, J. (2019) Gestión de vertimientos líquidos de la industria del almidón de yuca en Santander de Quilichao. *Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 4 (1), 44-56. doi:<http://doi.org/10.23850/23899573.2091>

RESUMEN

La producción de almidón agrio de yuca es una de las principales actividades económicas en el norte del departamento del Cauca (Alarcón & Dufour, 1998). Sin embargo, esta agroindustria causa contaminación a las fuentes de agua superficial de la región debido a su alto contenido de materia orgánica (Demanda Química de Oxígeno - DQO y Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO) que causa un impacto negativo sobre el ambiente ya que sus vertimientos líquidos se descargan a ellas sin ningún tipo de tratamiento (Arboleda, 2008). En el presente trabajo, se tomó como caso de estudio una rallandería representativa, ubicada en la vereda Cachimbal del municipio de Santander de Quilichao (Cauca), en la que se realizó la revisión, implementación de mejoras, y una evaluación detallada al sistema de producción, con el fin de optimizar el proceso y reducir su impacto ambiental. Se evaluó la implementación de una etapa adicional de prelavado en seco, una modificación en el sistema de colado y, con el fin de asegurar la continuidad del proceso, se incluyeron acoples entre las lavadoras, el rallador y las coladoras. A partir de una evaluación de calidad y cantidad a los vertimientos generados, antes y después de las mejoras sugeridas, se encontró que se redujo la cantidad de agua utilizada en un 13,8 %, se incrementó en un 8,32% la recuperación de afrecho, y de mancha 14,28%. Adicionalmente, se observó una reducción en la carga orgánica (en términos de DBO5 67,96% y DQO 37,23%), se redujo la cantidad de energía en 480,7 KVA, y la labor manual se disminuyó en 6 horas.

Palabras Claves: Afrecho; almidón agrio de yuca; canal de sedimentación; CRC; Manihot Esculenta Crantz; Departamento del Cauca; rallanderías.

ABSTRACT

The production of cassava sour starch is one of the main economic activities in the northern department of Cauca (Alarcón & Dufour, 1998). However, this agroindustry causes pollution to the surface water sources of the region due to its high content of organic matter (Chemical Oxygen Demand – COD and Biochemical Oxygen Demand – DBO) that causes a negative impact on the environment and its liquid discharges are discharged them without any type of treatment. In the present work, a representative rallandería, located in the village of Cachimbal in the municipality of Santander de Quilichao (Cauca), was taken as a case study, in which the revision, implementation of improvements, and a detailed evaluation of the production system were carried out. , in order to optimize the process and reduce its environmental impact. The implementation of an additional stage of dry prewash, a modification in the casting system and, in order to ensure the continuity of the process, couplings between the washing machines, the grater and the coladoras were included. From an evaluation of quality and quantity to the vertimientos generated, before and after

the suggested improvements, it was found that the amount of water used was reduced by 13.8%, the recovery of bran, and spot 14.28%. Additionally, a reduction in the organic load was observed (in terms of BOD5 67.96% and COD 37.23%), the amount of energy was reduced by 480.7 KVA, and manual labor was reduced by 6 hours.

Key words: Bran; sour cassava starch; sedimentation channel; CRC; Manihot Esculenta Crantz; Department of Cauca; rallanderías.

INTRODUCCIÓN

La producción de almidón de yuca es una de las actividades comerciales que genera la mayor parte de los ingresos de muchos de los pobladores del sector rural del municipio de Santander de Quilichao (Alarcón & Dufour, 1998); con respecto a la mitigación del impacto ambiental causado por los productores de almidón de yuca, se han realizado esfuerzos para encontrar alternativas que reduzcan los efectos nocivos de las cargas contaminantes originadas en los vertimientos líquidos; se destacan las investigaciones realizadas en el corregimiento de Mondomo, Vereda La Agustina.

El sistema tradicional de procesamiento de yuca para obtener el almidón se realiza en pequeñas plantas denominadas rallanderías; estas emplean un sistema que, primero, recibe la materia prima, luego lava, pela, cuele y, posteriormente, transfiere la mezcla de fluidos de pulpa de yuca y agua a canales donde se efectúa el proceso de sedimentación. Finalmente, se realiza la fermentación, para terminar con el secado (Aristizábal & Sánchez, 2007).

A manera de reducción en la fuente; el presente trabajo plantea una propuesta de disminución de la carga contaminante que transportan los vertimientos líquidos de las rallanderías que realizan sus descargas a los cuerpos de agua del corregimiento de Mondomo, municipio de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca.

El presente estudio se desarrolló en cinco fases que incluyen, primero, una etapa de trabajo de campo donde se realizó la recopilación de información básica, visitando cuatro (4) rallanderías de yuca seleccionadas del listado que aportó la CRC y en la que están incluidos todos los rallanderos de la zona. En la segunda etapa, se seleccionó la rallandería prototipo, denominada “El Paraíso”, localizada en la vereda Cachimbal del corregimiento de Mondomo, Departamento del Cauca; allí, se realizaron los estudios de evaluación de los equipos utilizados en el proceso de producción de almidón de yuca. En la tercera etapa del proyecto, se realizaron muestreos de los vertimientos líquidos en visitas de campo realizadas a la rallandería en estudio y se caracterizaron en el laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad

Nacional de Colombia, sede Palmira. En la cuarta etapa del trabajo, se analizaron en el laboratorio los resultados obtenidos de la caracterización de las muestras.

Finalmente, en la quinta etapa, se realizó el cuadro comparativo en el que se observó la diferencia de los resultados obtenidos en las rallanderías que utilizan el sistema tradicional de producción de almidón y la rallandería seleccionada en el estudio. Esta fue tomada como modelo para evaluar los beneficios de los ajustes realizados en los equipos y en el proceso, y así generar las recomendaciones que se sugieren a los rallanderos, en aras de la realización de ajustes en su sistema de producción. Lo anterior redundó en la reducción de la contaminación originada por la alta presencia de DBO₅, la DQO y los SST (Sólidos suspendidos totales) en los vertimientos líquidos; incluyendo la remodelación, los cambios en los equipos y los cambios en el sistema de tratamiento de las aguas residuales.

LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El Municipio de Santander de Quilichao, se encuentra localizado en la Zona Norte del departamento del Cauca, Colombia. Este presenta los siguientes límites: Al norte con los municipios de Villa Rica y Jamundí, al occidente con el municipio de Buenos Aires, al oriente con los municipios de Caloto y Jambaló y al sur con el municipio de Caldono. Su extensión es de 597 Km², su posición geográfica respecto al meridiano

de Bogotá es de 3° 0' 38" latitud norte, y 2° 23' 30" latitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.071 Metros (Perlaza & González, 2016).

El departamento se encuentra ubicado en la zona suroccidental del país en la cordillera de los Andes. Ver Figura 1.

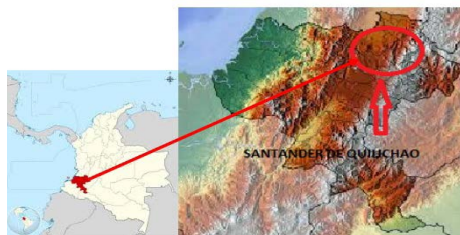
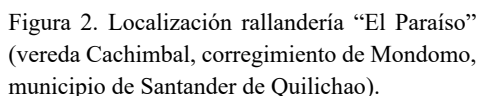


Figura 1. Localización Departamental del municipio de Santander de Quilichao.

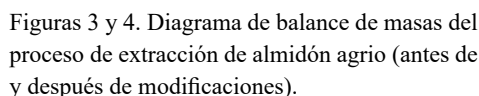
La rallandería en estudio se denomina “El Paraíso”; se encuentra localizada en la vereda Cachimbal del corregimiento de Mondomo, municipio de Santander de Quilichao, y es propiedad del señor Henry Jiménez. Ver Figura 2.

El agua que emplea la rallandería en el proceso de producción de almidón de yuca se presenta en un promedio de 2,97 L/seg, es captada de la quebrada “Abejonales” y se descarga con los residuos del proceso en la quebrada “La Chapa”.



A continuación, se presentan los resultados obtenidos después de haber realizado el trabajo de campo, el trabajo de laboratorio, consultas de material bibliográfico, encuestas a los rallanderos, personal técnico y profesional de la CRC, que sirvieron como base para realizar un análisis del estado actual del problema. Esta información fue un componente fundamental para la gestión de los vertimientos líquidos de las rallerías.

El balance de masa del procesamiento del almidón muestra un rendimiento en el proceso de 19.1% antes de las modificaciones y 22,1%, después de las modificaciones. Ver Figuras 3 y 4.



En la rallandería “El Paraíso” se observó que, después de los ajustes en los equipos de lavado y colado, la DBO5 y la DQO, presentaron disminuciones significativas con respecto a los valores obtenidos anteriormente con el sistema tradicional

(Checa, Luna, Sánchez, Díaz & Restrepo, 2003), pasando de $DBO_5=1386(\text{mgO}_2/\text{L})$ a $DBO_5=783(\text{mgO}_2/\text{L})$ (Cisterna & Peña, 1998).

• *Tiempo del proceso*

Las adaptaciones efectuadas al proceso de producción del almidón de yuca en la rallandería “El Paraíso” con los nuevos ajustes, logró disminuir la carga contaminante que se vierte en la descarga final del proceso y el tiempo de labor hasta en 6 horas, reduciendo costos del fluido eléctrico y la cantidad de agua del vertimiento a 1,7 L/s.

Los resultados presentados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca – CRC (CRC, 2002) corresponden a los muestreos realizados a la salida de los tanques de sedimentación de algunas rallanderías que operan con el sistema tradicional, los cuales se compararon con los resultados de la caracterización de los vertimientos de la rallandería en estudio a la salida de los canales de sedimentación. En la Tabla 1 se puede observar el comportamiento de los siguientes parámetros.

Tabla 1.

Comparación de resultados de caracterización de los vertimientos de la rallandería “El Paraíso” con otros resultados.

Parámetro	Resultado	3	16	25	43	51	56	QUIN (1)	QUIN (2)	QUIN (3)	MOND (1)	MOND (2)	MOND (3)
pH	4,11	5,4	5,1	6,5	5,8	4	4,8	4,8	4,2	4,2	4	4,4	3,9
T(°C)	24,7	19,5	22,6	23	20,2	20,5	20,3	18,9	21,3	21,7	21,4	20,4	19,8
Conductividad eléctrica (CE)($\mu\text{S}/\text{cm}$)	734	726	658	920	742	1004	990	800	597	541	1017	638	613
Oxígeno disuelto (OD) (mg/l)	0,62	1,94	0,4	0,7	3,12	0,69	0,68	2,39	0,6	0,9	0,3	0,35	0,4
Sólidos totales (ST) (mg/l)	712	2779	1240	1740	4663	5844	1808	3561	870	780	1194	870	1404
Sólidos suspendidos (SST) (mg/l)	522	2291	880	1340	4171	5213	1090	3122	580	540	714	480	960
Sólidos disueltos (SDT) (mg/l)	391	488	380	400	492	631	718	515	439	220	480	410	444
DQO (mg/l)	1398	4094	3839	6544	5884	6954	6969	3565	3893	2943	3462	4209	6073
$DBO_5(\text{mgO}_2/\text{L})$	783	816	1217	1466	950	880	2091	476	1116	1880	3660	2061	2795

- *Demanda Química de Oxígeno (DQO)*

El valor obtenido de DQO fue de 1398 mg/L; es mucho menor que el valor encontrado en las otras rallanderías (CRC, 2002), representa la cantidad de materia orgánica total susceptible de oxidación química biodegradable y no biodegradable de las partículas que están en suspensión; por lo tanto, su menor valor significa que la carga de materia orgánica de los vertimientos de la rallandería “El Paraíso”, es menor a la carga de las otras rallanderías con las que se compara en la tabla 2; como lo muestra la Figura 5.

- *La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*

La cantidad de oxígeno usado por la actividad respiratoria de los microorganismos que utilizan la materia orgánica del agua residual para crecer y para metabolizar a partir de ella, fue de 783 mgO₂/L. El resultado obtenido, mide la concentración de contaminantes orgánicos. como se observa en la Figura 6 la rallandería “El Paraíso” presenta un valor más bajo que el de las otras rallanderías; esto significa que existe menor contaminación por materia orgánica en los vertimientos líquidos.

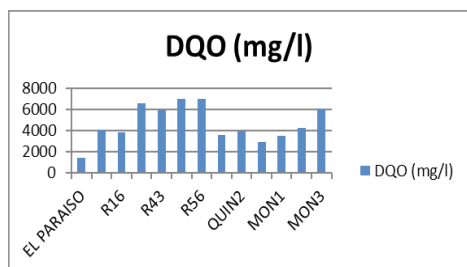


Figura 5. DQO (mg/l) de los vertimientos líquidos de las rallanderías.

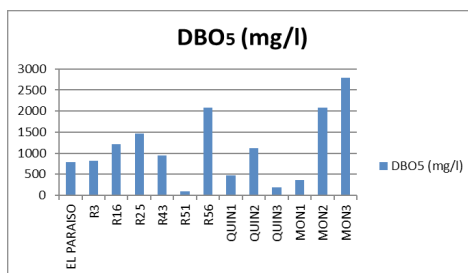


Figura 6. Gráfico de DBO5 (mg/l) de los vertimientos líquidos de las rallanderías

Con los resultados de DBO5=783 (mgO₂/L) y DQO=1398 (mg/L), se calculó el índice de biodegradabilidad (DBO5/DQO):

- $$\text{Índice de biodegradabilidad} = \frac{DBO5}{DQO} = 0,56$$

Un valor inferior de 2,5; indica que el vertimiento es biodegradable (Cisterna & Peña, 1998).

A pesar de la alta biodegradabilidad de los vertimientos de la rallandería, el alto volumen de residuos que se vierte al cauce de la quebrada la Chapa, puede ocasionar efectos negativos en la flora y la fauna; como consecuencia de la acumulación de materia orgánica que se puede sedimentar con el tiempo.

GESTIÓN DE LOS VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

- 1. Descripción de actividades y procesos asociados al sistema de gestión del vertimiento líquido.

En el procesamiento del almidón de la yuca se genera una alta carga contaminante a causa

de los SST, la DBO5 y la DQO; por lo tanto, la gestión de los vertimientos está encaminada a contribuir a la reducción del impacto ambiental ocasionado por los residuos orgánicos que son vertidos a las fuentes hídricas; en este caso, en la quebrada La Chapa.

• 2. *Localización del sistema de gestión del vertimiento líquido*

La localización del sistema de gestión del vertimiento corresponde a la rallandería “el Paraíso” ubicada en el Departamento del Cauca, municipio de Santander de Quilichao, vereda Cachimbalo.

El Sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento de los vertimientos líquidos de la rallandería “El Paraíso”, inicia con una caja de inspección en concreto de 0,70m x 0,70m ubicada a la entrada de los canales de sedimentación, luego el fluido pasa a un tanque de sedimentación de 7,2m³ en concreto que

recibe también la descarga proveniente del lavado de la yuca en tubería PVC de 3”; este, a su vez, se conecta mediante un tubo de 3” a una trampa de grasas 80x80 cm, desde donde conduce el vertimiento por tubería de PVC Sanitaria de 4” hasta la Quebrada La Chapa. El detalle del sistema de tratamiento se puede observar en la Figura 7.

El Vertimiento

La descarga del vertimiento de la rallandería “El paraíso” se realizó durante 8 hr/día, con un caudal de 1,7 L/seg. Para un total de 48,96 m³/día. Debido a que la rallandería “El Paraíso”, al igual que las otras rallanderías asentadas en la zona, se encuentra censada en la CRC, está sujeta a visitas periódicas y al control de los vertimientos, de acuerdo a lo estipulado en la Ley 99 del 93. La Matriz de identificación de impactos y la matriz de calificación de impactos se encuentran condensadas en las tablas 2 y tabla 3, respectivamente.

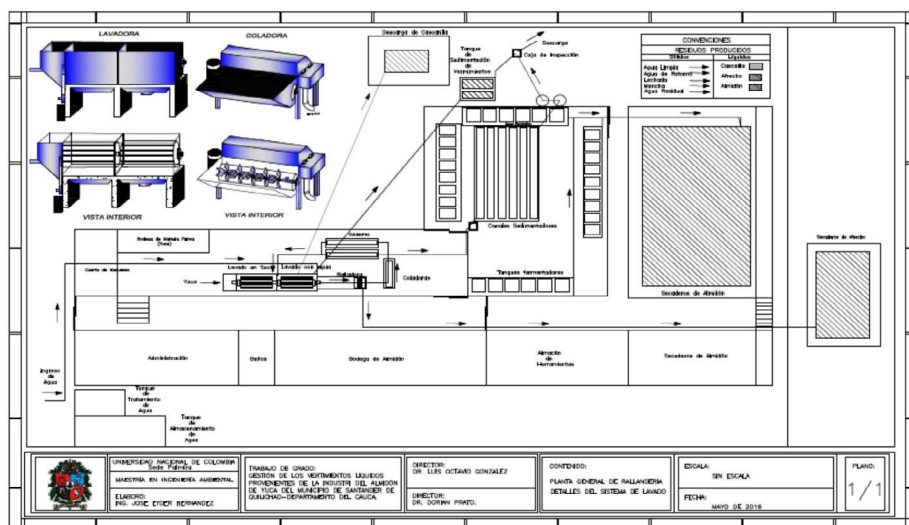


Figura 7. Plano general de la rallandería “El Paraíso”

Tabla 2.*Matriz de identificación de impactos de los vertimientos líquidos de la rallandería “El Paraíso”.*

ELEMEN- TO AM- BIENTAL	Fase	Actividades asociadas	Verti- mientos Líquidos	IMPACTO AMBIEN- TAL	ACTIVI- DAD DE MITIGA- CIÓN	RESPON- SABLE	NORMA- TIVIDAD APLICABLE
HÍDRICO	Lavado	• Alistamien- to de materia prima. • Alistamien- to de máqui- na. • Alimenta- ción máquina. • Operación máquina. • Descargue de máquina.	Agua residual.	Alteración de los pa- trones de drenaje.			Ley 9 de 1979. Protec- ción del Me- dio Ambiente y Salud Decreto 1594 de 1984. Reglamen- tación del uso de agua y residuos Líquidos.
	Colado	• Alimenta- ción máquina. • Operación máquina. • Descargue de máquina.	Agua residual por escu- rrimiento del afre- cho.	Reducción de caudales.	Implemen- tación de un Sistema de Trata- miento de las aguas residuales.	Propieta- rio de la rallande- ría.	Ley 99 de 1993. Por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente.
	Sedi- menta- ción	• Alimen- tación de canales. • Seguimiento altura nivel del agua. • Lavado y retiro del almidón.	Agua residual.	Incremento en con- centración de sólidos suspendidos en los cuer- pos de agua superficial.			Resolución 631 de 2015 Reglamen- tación de vertimientos.
	Fer- menta- ción	• Alimenta- ción de tan- ques. • Seguimiento fermentación. • Lavado. • Retiro del almidón agrio.	Agua residual.	Incremento en con- centración de sólidos suspendidos en los cuer- pos de agua superficial.			Decreto 3102 de 1997 (Artículos 2 y 6) Uso del agua.
	Otras activi- dades	• Limpieza desagüe máquina de lavado. • Limpieza tanque de cascarilla y afrecho. • Inspecciones varias.	Residuos en menor propor- ción, iguales a las etapas de lavado, pelado y colado.	Derrames de verti- mientos líquidos en el suelo, posible con- taminación de las aguas subterrá- neas.	Operación adecuada de los equipos y mante- nimiento preventivo	Operarios de la ra- llandería.	Decreto 3930 de 2010 (Artículo 28) Vertimien- tos. Resolución 631 de 2015 Reglamen- tación de vertimientos.

Tabla 3.*Matriz de calificación de impactos. Adaptado de (Arboleda, 2008).*

		FACTORES AMBIENTALES	AIRE	SUELO	AGUA	PAISAJE	VEGE-TAC.	ECO-NOM.	SÍNTESIS		
			CALIDAD (olores fuertes)	EROSIÓN (pérdida de suelo)	CONTAMINACIÓN (fuentes hídricas)	DESARMONIZACIÓN	COBERTURA VEGETAL	NIVEL DE INGRESOS (incremento)	Σ		
ACCIONES DEL PROYECTO								+	-	+	-
OPERACIÓN	Lavado			-2/7	-5/8				2		7/15
	Rallado			-1/6	-4/7				2		5/13
	Colado		-7/8	-4/8	-3/6	-3/7	-3/6		5		20/35
	Sedimentación		-2/4		-4/7				2		6/11
	Fermentación		-1/3		-2/3				2		3/6
	Secado		-1/4						1		1/4
Síntesis	Número de interacciones	+									
		-	4	3	5	1	1		14		
	Σ	+									
		-	11/19	7/21	18/31	3/7	3/6				42/84
	PROMEDIO DEL PROYECTO									+	
										-	1/2

Magnitud (M): Los numeradores determinan la magnitud de los impactos de 1 a 10.

Importancia (I): Los denominadores representan el valor de la importancia del factor ambiental y su deterioro en un rango de 1 a 10.

Clase: Indica el tipo o consecuencia del impacto, (positivas o benéficas (+) negativas o perjudiciales (-).

CONCLUSIONES

Una vez culminado el trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones que se relacionan con los aspectos más relevantes mostrados a lo largo del mismo. En primer lugar, es evidente que en las rallanderías de Santander de Quilichao existen diferentes niveles de sofisticación y clasificación que se estratifican en pequeños, medianos y grandes; debido a que cada rallandero adapta los equipos al tamaño y a los requerimientos de producción a los que tiene acceso.

De la misma manera, se descubrió que antes de realizar los ajustes en los equipos de las fases de lavado y colado de la rallandería “El Paraíso”, el proceso de producción del almidón de yuca tardaba hasta 14 horas en el día. Esto como consecuencia del requerimiento de mayor tiempo para desprender la tierra y los residuos vegetales que trae la yuca del campo.

En consecuencia, y a raíz de la observación y análisis adelantados, la fase de colado es la que genera el mayor impacto ambiental, como se puede observar en la matriz de calificación de impactos; esto se debe a la alta contaminación que genera los factores de calidad de aire, contaminación hídrica y contaminación del suelo.

Uno de los impactos más drásticos, que es producto de los manejos inadecuados adelantados por los rallanderos, y a pesar de que los valores de DBO5 y la DQO bajaron considerablemente después de las modificaciones realizadas en los equipos

en las fases de lavado y colado, es que estos continúan por encima de los valores permitidos por la resolución 631 de 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Es notorio que aunque la rallandería “El Paraíso” posee actualmente un tanque de sedimentación en concreto con tres compartimientos, este solamente trata las aguas provenientes del lavado, y deja por fuera el tratamiento de los vertimientos que salen de los canales sedimentadores, lo cual no cubre la totalidad del posible impacto en las fuentes hídricas.

Sin embargo, cabe destacar que la reducción del tiempo de producción del almidón de yuca también contribuye a la reducción del costo de electricidad y de mano de obra, pues se reduce en 6 horas el tiempo que tarda el proceso.

Finalmente, en cuanto al panorama general, la mayoría de las rallanderías presentan sistemas deficientes de tratamiento de las aguas residuales pero, con capacitación y asesoría, pueden incluir sistemas de bajo costo que reduzcan la carga contaminante.

REFERENCIAS

Alarcón, F. y Dufour, D. (1998). “Almidón agrio de yuca en Colombia: producción y recomendaciones”. Centro Internacional de Agricultura Tropical; Montpellier, Francia: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique Pour

- le Développement, Département D'amélioration des Méthodes Pour l'innovation Scientifique, Vol. 1, 35 p., Publication CIAT; No. 268. Cali, Colombia.
- Arboleda, J. (2008). Manual de Identificación de Impactos de proyectos, obras o actividades. 144p. Medellín, Colombia.
- Aristizábal, J. y Sánchez, T. (2007). "Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca". Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, Roma, Italia, Publicación FAO, No.163, 153 p.
- Armas, F. (2012). "Instructivo técnico de la yuca. Por la excelencia y desarrollo ecológico sostenible en armonía con la naturaleza y la sociedad en la Amazonía". 30 p., Ecuador.
- Cadavid, L. F. (2006). Aspectos tecnológicos sobre producción de yuca, CLAYUCA. 35 p., Santiago de Cali, Colombia.
- Perlaza, D.; González, J. (2016). "Información General del Municipio de Santander de Quilichao", Alcaldía Municipal, 1 p., Cauca, Colombia.
- Checa, A.; Luna D.C., Sánchez O.L., Díaz J.R y Restrepo A.R. (2003). "Automatización para la producción de almidón de yuca en el Cauca". Universidad del Cauca, 8 p. Popayán, Colombia.
- Cisterna, P. y Peña, D. (1998). "Determinación de la relación DQO/DBO5 en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región", 18 p. Essbio S.A.
- Corporación Autónoma Regional del Cauca – CRC. (2002). Informe Sobre sistema de Producción de Almidón de Yuca en las pequeñas rallanderías de almidón agro en el Municipio de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca. 85 p. Popayán, Cauca.
- DANE. (2015). "Comunicado de Prensa", noviembre 3, 18 p. Bogotá, Colombia.
- FAO. (2007). Manual sobre el Cultivo de yuca. 18 p.
- Gobierno de Chile. (2005). Concejo de Producción Más Limpia, Santiago de Chile, 33 p.
- Jaramillo, H. (1998). Almidón de yuca. Universidad Autónoma de Occidente. 23 p. Santiago de Cali, Colombia.
- Marmolejo, L.; Pérez, A.; Torres, P.; Cajigas, Á. y Cruz, C. (2008). "Aprovechamiento de los residuos sólidos generados en pequeñas industrias de almidón agro de yuca". 120 p. Santiago de Cali, Colombia.
- Martelo, M. (2006). "Optimización de la cadena de valor del Bio-etanol a partir de la caña de azúcar y la yuca". 298 p. Universidad del Norte, Barranquilla.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). "Resolución No. 1083 de 1996". 2 p. Bogotá, Colombia.
- Montoya, S. (2007). Industrialización de la yuca (Obtención de almidón nativo y sus aplicaciones). 40 p. Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- Mosquera, M. (2010). "Mejoramiento del proceso tradicional para la obtención de almidón agro de yuca en el sector de Mondomo, Cauca", Universidad

Nacional Abierta y a Distancia. 110 p.
Santander de Quilichao, Cauca.

Perdomo, A. (2012). Mapas de reconocimiento regional. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 21 p.
Santander de Quilichao, Cauca.

Ponce, T. (2009). □Perfil de yuca, Corpey□.
Centro de Información e Inteligencia Comercial CICO. 28 p. Ibarra, Ecuador.

Sandoval, N. (2003). □Implementación de la metodología Sistemas Agroalimentarios localizados (SIAL) en la Cadena Agroindustrial del Almidón del Almidón Agrio de Yuca en el Norte del Departamento del Cauca□. 98 p.
Universidad Nacional, sede Palmira.

Sarria, H. (2011). Contaminación y toxicidad de las aguas residuales de las rallanderías del norte del Cauca, Colombia. Universidad Complutense de Madrid. 267 p. Madrid, España.

Suárez, L. y Mederos, Víctor. (2011). “Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz)”. Tendencias actuales. Cultivos Tropicales, Vol. 32, No. 3, p. 27-35.

Torres, P.; Pérez, A.; Marmolejo, L.; Ordóñez, J. y García, R. (2010). □Una mirada a la agroindustria de extracción de almidón de yuca, desde la estandarización de procesos□. Revista EIA, 38 p. Medellín, Colombia.