

# Caracterización física y microbiológica del almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) producido en Canuto-Manabí (Ecuador)

Physical and microbiological characterization of cassava starch (*Manihot esculenta* Crantz) produced in Canuto-Manabi (Ecuador)

Ladys M. Álava Moreira, Beatriz M. Bravo Zamora, José F. Zambrano Ruedas,\* Dennys L. Zambrano Velásquez y Rosanna K. Loor Cusme

Carrera de Ingeniería Agroindustrial  
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”  
Campus Politécnico, Sitio EL Limón, vía a La Pastora  
Calceta, Manabí (Ecuador).

\* Correspondencia: jfernando86@hotmail.es

## Resumen

La investigación tuvo como finalidad determinar las características físicas y microbiológicas del almidón de yuca (*Manihot esculenta*) producido en la parroquia Canuto del cantón Chone. El aporte científico del estudio de las mencionadas cualidades permitirá el mejoramiento del proceso de elaboración del producto; para tal efecto, se seleccionaron 30 productores de las localidades (Bejuquillo, Tarugo, La Loza, San Elías, Olla Vieja, Pichilingo). Se aplicó una ficha de observación y encuesta para recoger información primaria sobre la producción, proceso y comercialización del producto. Se evaluó la calidad física (porcentaje de humedad y cenizas) y microbiológica (mohos, levaduras, *Escherichia coli* y *Salmonella*) de 30 muestras de almidón y se determinó el porcentaje de humedad con un rango entre 10.49 y 15.57%; cenizas entre 0.10, y 0.44%; mientras que los análisis microbiológicos indican que en el 17% de las muestras hubo presencia de mohos (*Mucor spp*, *Aspergillus spp* y *Penicillium spp*), el 13% evidenció levaduras, y un 43% presentó

## Abstract

The purpose of the investigation was to determine the physical and microbiological characteristics of cassava starch (*Manihot esculenta*) produced in the parish Canuto of the Chone Canton. The scientific contribution of the study of the aforementioned qualities will allow the improvement of the process of elaboration of the product, for the effect were selected 30 producers of the localities (Bejuquillo, Tarugo, La Loza, San Elías, Olla Vieja, Pichilingo). A data sheet and survey was applied to collect primary information on the production, process and commercialization of the product. We assessed the physical quality (percentage of moisture and ashes) and microbiological (molds, yeasts, *Escherichia coli* and *Salmonella*) of 30 samples of starch and determined the percentage of humidity with a range between 10.49 and 18.99%; ashes between 0.10 and 0.44% while microbiological analyses indicate that in 17% of the samples there was presence of molds, (*Mucor spp*, *Aspergillus spp* and *Penicillium spp*), 13% showed yeast and 43% presented *E. coli*,

*E. coli*, con ausencia de *Salmonella*. El alto contenido de humedad en las muestras analizadas, genera una condición favorable para el desarrollo de microorganismos; de ello se evidenció que el 73.34% de las muestras presentaron mohos, levaduras, *E. coli*, y el 26.66% de las muestras de almidón mostraron esterilidad comercial. Se comprobó la incidencia de un alto incumplimiento de las buenas prácticas de procesamiento y la presencia de animales domésticos que demeritan la calidad del producto.

### Palabras clave

Almidón, calidad física, secado, levaduras, bacterias.

with absence of salmonella. The high moisture content in the analyzed samples generates a favorable condition for the development of microorganisms; it was evident that the 73.34% of the samples showed molds, yeast, *E. coli* and 26.66% of the starch samples showed commercial sterility. The incidence of a high failure to comply with good processing practices and the presence of domestic animals that demerit the quality of the product was verified.

### Keywords

Starch, physical quality, drying, yeast, bacteria.

## Introducción

El almidón es una materia prima fundamental con múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, textil, de papel y adhesivos. Otras aplicaciones potenciales son la producción de dextrosa y derivados, así como la obtención de alcohol (Suárez y Mederos, 2012). Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante), es necesario buscar nuevas fuentes de extracción, ya que con una producción mundial de 48.50 millones de t/año, existe una demanda insatisfecha del mismo (Hernández *et al.*, 2008).

Su producción es común en toda América Latina; particularmente, en Brasil, Colombia y Paraguay (Vargas, 2010). Este producto se conoce como almidón agrio, el cual es utilizado en ciertos productos de panadería. La creciente demanda de almidones para la producción alimenticia, ha creado interés en nuevas fuentes de obtención de este polisacárido, a partir de materia como hojas, semillas de leguminosas y frutas (Betancurt-Ancona *et al.*, 2004).

Entre las materias primas que pueden ser utilizadas como nuevas fuentes de extracción de este polímero, se encuentran los tubérculos, tal como lo mencionan Hernández *et al.* (2008); ya que éstos juegan un papel significativo en el sistema global de alimentación.

Según Guízar *et al.* (2008), los tubérculos de muchas plantas y sus almidones representan un importante subsidio alimenticio en los países tropicales y subtropicales; existen especies que proporcionan casi un 99% de la producción mundial de almidón; éstas son: papa (*Solanum tuberosum*, 46%), yuca (*Manihot esculenta*, 28%), papa dulce (*Ipomoea batatas*, 18%), ñame (*Dioscorea spp.*, 6%).

El proceso de extracción de almidón de yuca presenta puntos críticos, según menciona Vargas (2010); la etapa de la fermentación es la base de la producción de un almidón agrio de calidad. La mayoría de los investigadores en el tema concluyen que el pH

ideal para iniciar el proceso de secado del almidón es entre 3.50 y 4; al finalizar el proceso de fermentación, se realiza el secado del almidón agrio.

Asimismo, Vargas *et al.* (2012), mencionan que el almidón agrio se produce a partir de la fermentación ácido-láctica natural, durante 20 a 30 días, seguido por un secado al sol.

Por otra parte, Meneses *et al.* (2007), indican que el almidón nativo o dulce se caracteriza por no someterse al proceso de fermentación; sino que, una vez culminada la sedimentación, es secado al sol.

Ambos productos (dulce y agrio) artesanales son típicos en la provincia de Manabí, representan la principal fuente de ingreso económico para las familias; consecuentemente, el producto carece de registro sanitario como aval de inocuidad. De ahí la importancia del aporte científico en efectuar un diagnóstico sobre el procesamiento y comercialización del almidón de yuca (*Manihot esculenta*), mediante la evaluación de su calidad física y microbiológica; el cual es producido en la parroquia Canuto, del cantón Chone, para beneficio de los productores del mismo.

## Materiales y métodos

### *Tipo de investigación*

Es una investigación descriptiva basada en la recopilación de información primaria respecto de la producción, proceso y comercialización del almidón de yuca, que sirve como antecedente para nuevas propuestas referentes a la calidad final del producto.

### *Procedimiento*

Esta investigación se desarrolló en dos fases: diagnóstico y muestreo; donde se consideraron 30 productores como muestra (de un total de 43), de la parroquia Canuto, Ecuador. Se tomó como referencia el teorema de límite central (Walpole *et al.*, 2012).

### *Diagnóstico*

Se acudió a los diferentes sitios de la parroquia Canuto (Bejuquillo, Tarugo, La Loza, San Elías, Pichilingo, Olla Vieja) para evaluar —mediante una ficha de observación— si se cumplían con las buenas prácticas de manufactura para producción de alimentos, según la FAO (1999), que indica tener en cuenta las posibles fuentes de contaminación del ambiente.

En particular, la producción primaria de alimentos no se debe llevar a cabo en zonas donde exista la presencia de sustancias posiblemente peligrosas, agua contaminada con microorganismos patógenos y presencia de animales de crianza (aves, cerdos) que conduzcan a un nivel inaceptable de estas sustancias en los productos alimenticios; se debe cumplir con la correcta producción higiénica, manipulación, almacenamiento y transporte; además de llevar a cabo la limpieza, mantenimiento e higiene del personal involucrado en la producción primaria.

La aplicación de la encuesta se realizó para obtener información primaria sobre la producción, proceso, comercialización del almidón y cumplimiento de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).

### *Toma de muestra*

Se inició con la toma de muestra de 250 g de almidón de yuca por cada productor (30 productores), envasándolas en recipientes estériles, rotulados e identificados con nombres y apellidos de los productores y el sitio de origen.

### *Técnicas analíticas*

Se realizaron los análisis físicos de humedad, de acuerdo a la metodología descrita por NTE INEN 0464 (1980); cenizas, según NTE INEN 0467 (1981); y microbiológicos, para el conteo de mohos; levaduras, según la técnica descrita en NTE INEN 1529-10 (2013); *Salmonella* sp, por INEN 1529-15 (2009); y *Escherichia coli*, de acuerdo a INEN 1529-8 (2015).

Todos los análisis fueron realizados en los laboratorios de Bromatología y Microbiología de la carrera de Agroindustria de la ESPAM “MFL” (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”).

### *Análisis estadístico*

Para determinar la cantidad de productores de almidón de yuca a investigar, se realizó un muestreo mediante el teorema del límite central, que consistió en tomar como muestra 30 productores de diferentes localidades de la parroquia Canuto; las pruebas estadísticas del análisis físico y de los análisis microbiológicos se realizaron en la hoja de cálculo de Microsoft Excel, mediante la aplicación de la estadística descriptiva (histograma, media y rango).

## Resultados

### *Diagnóstico de producción del almidón de yuca*

Los datos obtenidos del diagnóstico de procesamiento de almidón de yuca (cuadro 1) mostraron que el 93% de los productores realizan el lavado de la yuca después del pelado, utilizando agua no tratada de pozo (100 %), el 97% cuenta con maquinarias o equipos en buen estado, mientras que el 3% cuenta con máquinas o equipos en mal estado. El 40% de productores cumple con un área de procesamiento libre de animales domésticos, el 60% no cumple con dicho aspecto. En cuanto al uso de mandil de plástico, botas, cofias por parte del personal que trabaja en el proceso del almidón, sólo el 7% de procesadoras cumplen; así, el 93% de procesadoras incumplen ante dicha observación.

## Cuadro 1

## Datos obtenidos del diagnóstico de procesamiento de almidón de yuca.

Ficha de observación del almidón de yuca	Cumple		No cumple	
	No.	%	No.	%
Lava la yuca después del pelado	28	93	2	7
Utilizan agua tratada, como el agua potable, para la elaboración del almidón	0	0	30	100
Las maquinarias o equipos se encuentran en buen estado y funcionamiento	29	97	1	3
El lugar donde se procesa el almidón está libre de animales domésticos	12	40	18	60
El personal que trabaja en el proceso del almidón usa mandiles de plástico, botas, cofias, entre otros	2	7	28	93

El cuadro 2 indica que el secado del almidón de yuca depende de las estaciones del año: en días soleados (como en el verano) la mayoría de los productores (21) realizan el secado en un día; mientras que en días de poco sol (como en el invierno) catorce productores lo secan durante más de cuatro días.

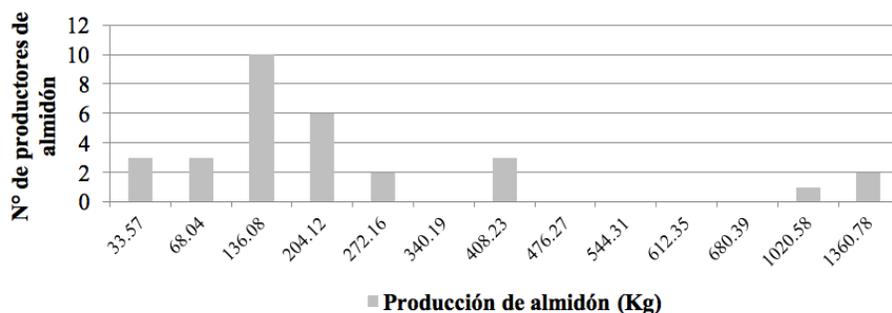
## Cuadro 2

## Periodos de secado del almidón de yuca.

Días de secado del almidón de yuca en días soleados	Productores	Días de secado del almidón de yuca en días de poco sol	Productores
1	21	1	1
2	6	2	9
3	3	3	6
4	0	>4	14
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>Total</b>	<b>30</b>

Como se aprecia en la figura 1, diez productores procesan diariamente 136.08 kg de producto; por otra parte, seis productores obtienen 204.12 kg; mientras que tres productores producen 33.57, 68.04 y 408.23 kg. Sin embargo, dos de los productores procesan 272.16 y 1,360.78 kg, y un productor obtiene en almidón 1,020.58 kg, dicho comportamiento refleja una heterogeneidad entre los productores.

Figura 1  
Producción promedio diaria de almidón (kg).



### Evaluación física

En el diagnóstico de análisis físico y microbiológico se evidencia que el 93% (28 productores) manifestaron no haber realizado análisis de laboratorio al almidón (cuadro 3); sin embargo, un 7% (dos productores) respondieron haber realizado análisis de humedad, cenizas, mohos, levaduras, bacterias (*Escherichia coli*, *Salmonella*).

Cuadro 3

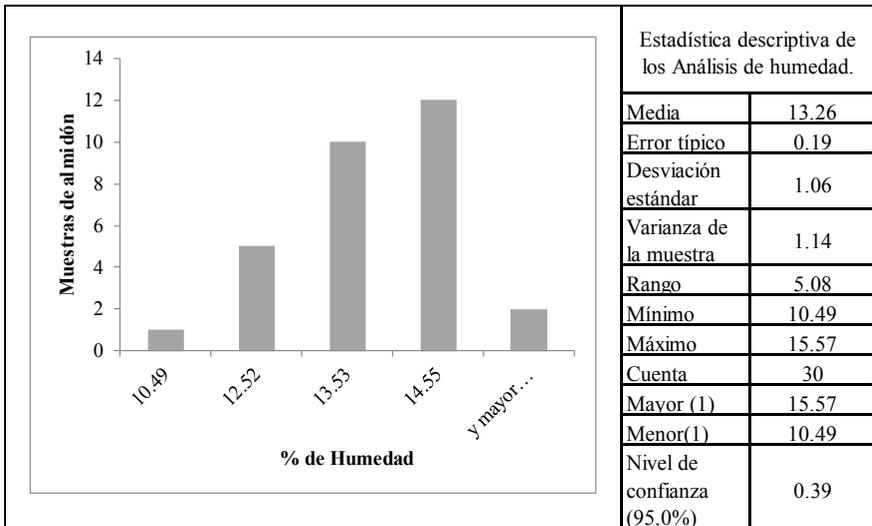
### Análisis de laboratorio realizados por los productores al almidón de yuca.

Análisis de laboratorio	Pro-ductores	%	Análisis realizados por productores					
			Humedad	Ceni-zas	Mohos y levaduras	Coliformes fecales	<i>Esche-richia coli</i>	<i>Salmo-nella</i>
Sí	2	7	2	1	2	1	2	1
No	28	93						
<b>Suma total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>						

Al determinar el porcentaje de humedad de las muestras, tal como lo indica la figura 2, el rango está entre 10.49 y 15.57%, con una media de 13.26% (figura 5).

Figura 2

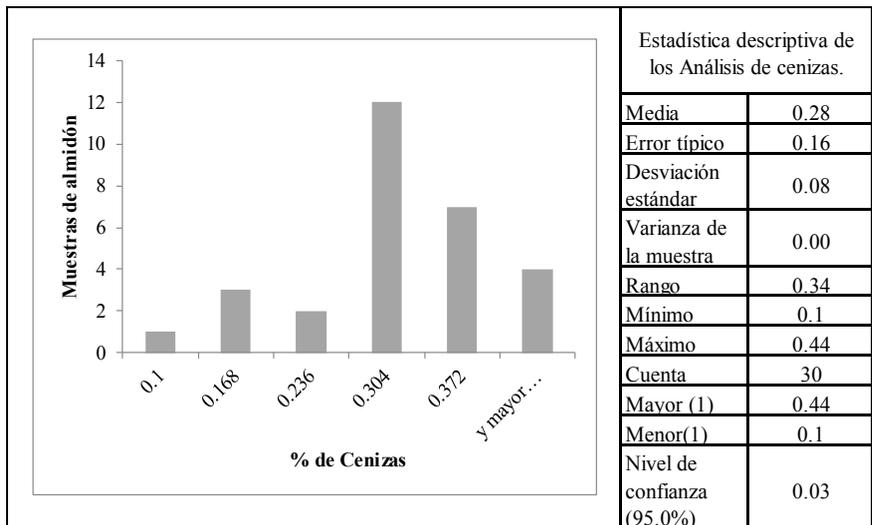
Análisis de humedad en 30 muestras de almidón de yuca.



En cuanto al porcentaje de cenizas determinado en las 30 muestras de almidón (figura 3), se evidencian resultados entre 0.10 y 0.44%, y la media en 0.28%.

Figura 3

Análisis de cenizas en 30 muestras de almidón de yuca.



### *Evaluación microbiológica*

Tal como se menciona en el cuadro 4, los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a las 30 muestras de almidón, evidenciaron que el 17% (cinco muestras) presentaron mohos (*Mucor spp*, *Aspergillus spp* y *Penicillium spp*), con un máximo de  $3 \times 10^3$  UFC/g<sup>-1</sup>, el 13% (cuatro muestras) reveló levaduras, con un máximo de  $6 \times 10^3$  UFC/g<sup>-1</sup>, el 43% (13 muestras) *Escherichia coli*, con un máximo de  $8.8 \times 10^2$  UFC/g<sup>-1</sup>; y todas las muestras reportaron ausencia de *Salmonella*.

Cuadro 4

Resultados microbiológicos de las 30 muestras de almidón de yuca.

No. de productor	Análisis microbiológicos			
	Mohos UFC/g <sup>1</sup>	Levaduras UFC/g <sup>1</sup>	<i>Salmonella</i> UFC/25g <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> UFC/g <sup>1</sup>
1	-	-	-	1x10 <sup>2</sup>
2	-	-	-	-
3	-	-	-	4x10 <sup>2</sup>
4	1x10 <sup>3</sup> ( <i>Mucor spp</i> )	-	-	3x10 <sup>2</sup>
5	-	-	-	2.8x10 <sup>2</sup>
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	4x10 <sup>2</sup>
9	-	6x10 <sup>3</sup>	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	1.69x10 <sup>2</sup>
12	3x10 <sup>3</sup> ( <i>Mucor spp</i> )	-	-	-
13	1x10 <sup>3</sup> ( <i>Mucor spp</i> )	3x10 <sup>3</sup>	-	-
14	-	-	-	1x10 <sup>2</sup>
15	-	-	-	-
16	1x10 <sup>3</sup> ( <i>Aspergillus spp</i> )	-	-	1.28x10 <sup>2</sup>
17	-	-	-	-
18	-	-	-	1.02x10 <sup>2</sup>
19	-	-	-	1.08x10 <sup>2</sup>
20	-	-	-	1x10 <sup>2</sup>
21	-	-	-	8.8x10 <sup>2</sup>
22	-	-	-	3x10 <sup>2</sup>
23	-	-	-	2x10 <sup>2</sup>
24	-	-	-	-
25	-	5x10 <sup>3</sup>	-	-
26	-	1.8x10 <sup>3</sup>	-	1.17x10 <sup>2</sup>
27	1x10 <sup>3</sup> ( <i>Penicillium spp</i> )	1.3x10 <sup>3</sup>	-	-
28	-	5.1x10 <sup>3</sup>	-	-
29	-	-	-	3x10 <sup>2</sup>
30	-	-	-	-

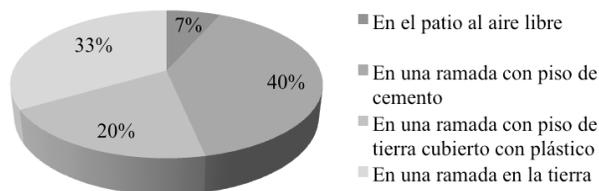
- : Ausencia

### Diagnóstico del proceso y comercialización del almidón de yuca

En la figura 4 se detalla que el 40% (12 productores) realizan la recepción de la yuca en una ramada con piso de cemento, con el fin de aislar (de algún modo) la yuca de las impurezas de la tierra; sin embargo, el 33% (10 productores) utilizan una ramada con piso de tierra.

Figura 4

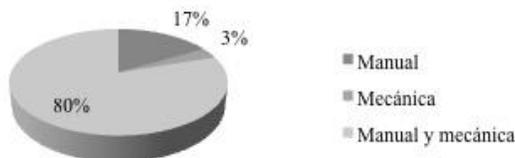
Condiciones del lugar de recepción de la yuca, previa a la etapa de proceso.



En las formas de realizar los procesos posteriores al pelado, como el rallado y colado, el 80% (24 productores) lo hacen de forma manual y mecánica; mientras que el 17% (5 productores) manifestaron realizarlo de forma manual, y el 3% (1 productor) aplica un proceso únicamente mecanizado (figura 5).

Figura 5

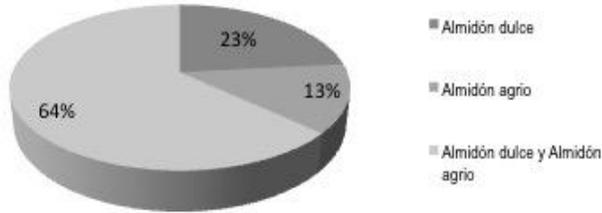
Tipos de procesos post-pelado.



En la figura 6 se muestran los tipos de almidón que generalmente elaboran los productores: el 64% (19 productores) produce almidón dulce y agrio, un 23% (7 productores) producen almidón dulce, y un 13% (4 productores) produce almidón agrio.

Figura 6

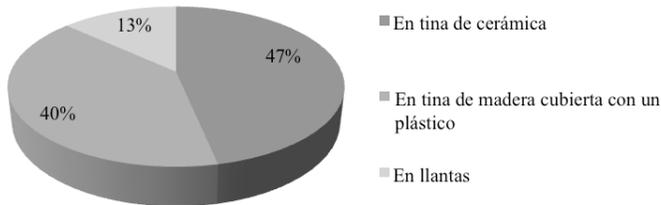
Clases de almidón elaborado.



El 47% de los productores utilizan tinajas de cerámica para sedimentar el producto después de haber sido previamente colado, el 40% (12 productores) usan tinajas de madera cubiertas con plástico, y un 13% (4 productores) usan llantas (figura 7).

Figura 7

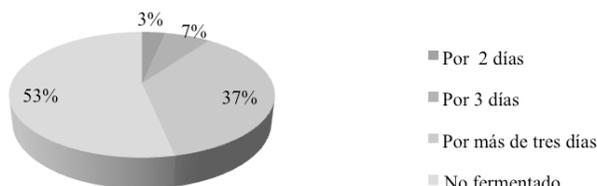
Recipientes utilizados para la sedimentación.



En lo que respecta al tiempo de fermentación, el 53% de los productores (16) no dejan fermentar el almidón (por tratarse de almidón dulce o nativo, que no requiere de fermentación), el 37% de los productores (11) lo dejan fermentar por más de tres días, mientras que el 7% lo fermentan durante tres días y el 3% lo fermenta por dos días (figura 8).

Figura 8

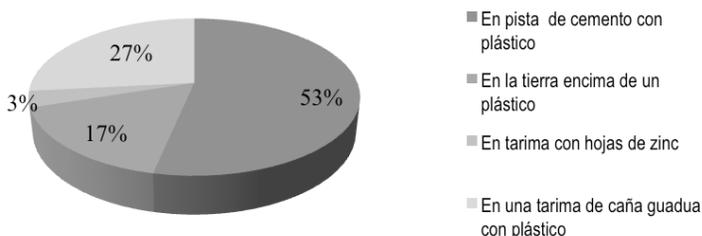
Tiempo de fermentación del almidón de yuca en base húmeda.



En la figura 9 se detallan los lugares donde se realiza el secado del almidón en base húmeda: el 53% de los productores (16) lo realizan en una pista de cemento, la cual cubren con una manta de plástico (con la finalidad de proteger el producto del contacto directo con el piso), el 27% de los productores (8) usan tarimas de caña guadua cubiertas con mantas de plástico; sin embargo, un 17% de los productores (5) lo secan en la tierra encima de una manta de plástico, y un 3% de los productores (1) lo secan en tarimas sobre hojas de zinc.

Figura 9

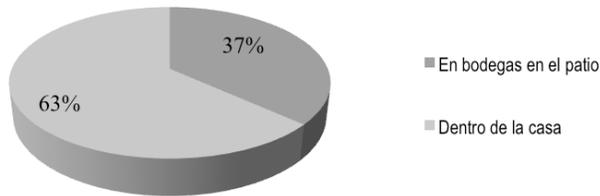
Lugares donde se seca el almidón de yuca en base húmeda.



Al referirse a los lugares de almacenamiento del almidón —como lo indica la figura 10— la opción dentro de la casa mantuvo un 63% (19 productores), y el 37% (11 productores) lo almacenan en bodegas en el patio.

Figura 10

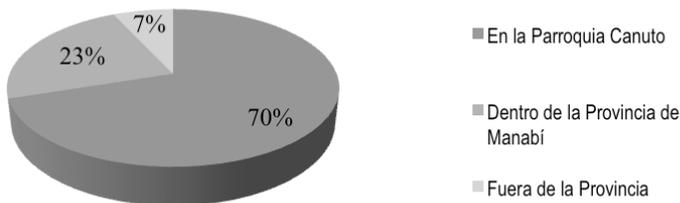
Almacenamiento del almidón de yuca.



El 70% (21 productores) comercializan el almidón en la misma parroquia Canuto, el 23% (siete productores) lo comercializan en otros cantones de la provincia (figura 8); en tanto que el 7% (dos productores) respondieron que tienen vías de comercialización del almidón fuera de la provincia de Manabí (figura 11).

Figura 11

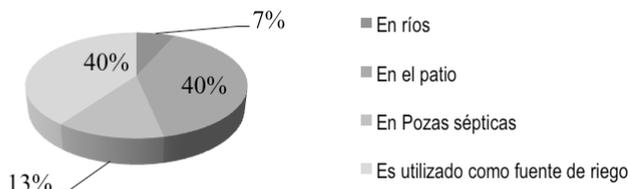
Comercialización del almidón de yuca.



Los desechos que se originan en el proceso de obtención del almidón son los residuos líquidos; y, tal como lo señala la figura 12, el 40% (12 productores) lo utilizan como fuente de riego para el cacao y el plátano; este mismo porcentaje lo desechan en el patio sin ningún fin, el 13% (4 productores) lo descarta en pozas sépticas, y un 7% (dos productores) lo eliminan, tirándolo al río.

Figura 12

Lugares donde son desechados los residuos líquidos.



## Discusión

Los componentes para la calidad del almidón de yuca no están dentro de los rangos o límites permisibles por las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), debido a: la falta de cumplimiento de vestimenta adecuada por parte del personal, el uso de agua no tratada, y la ejecución del procesamiento en lugares abiertos, donde existe contaminación cruzada de microorganismos patógenos (debido a la presencia de animales domésticos e impurezas del suelo).

En cuanto a la evaluación de las muestras, en el análisis de humedad, ninguna se ajusta a los parámetros recomendados por *Alvis et al.* (2008), entre 7.80% y 8.47%; mientras que *Morales et al.* (2012) sostienen que materiales que contienen más del 12% de humedad presentan una menor estabilidad en el almacenamiento; la falta de infraestructura en la mayoría de los productores (secaderos) provocó que las medias de humedad estén por encima de las sugeridas por los autores antes mencionados, esto provoca que el producto tenga grumos, lo que reduce su calidad tanto física como microbiológica; ya que se encontró mayor presencia de microorganismos en el almidón con humedad superior a la media, 13.26%.

En el análisis del contenido de cenizas, las muestras se ajustan a lo recomendado por *Alvis et al.* (2008), ya que el rango debe estar entre 0.11% y 0.16%.

En los análisis microbiológicos, al comparar los resultados obtenidos con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2051:95 (1995), se observa que el 17% de las muestras superan el límite máximo permitido en mohos y levaduras —que es de 500 UFC/g<sup>-1</sup>—; el 43% de las muestras superan el límite máximo permitido de *E. coli*, que es de 0 UFC/g<sup>1</sup>, y el 100% de muestras concuerdan con el límite máximo permitido en *Salmonella*, que es de 0 UFC/25g<sup>1</sup>.

En lo que respecta a *E. coli*, *Fernández y Padola* (2013), indican que es la bacteria anaerobia facultativa más abundante de la flora normal del tracto gastrointestinal que se coloniza en los mamíferos recién nacidos y en las aves. En consecuencia, las *E. coli* ambientales se interpretan como resultado de contaminación fecal (*Souza et al.*, 2013).

En referencia a la comercialización del producto, ningún productor exporta el almidón, pues el hecho de no contar con registros sanitarios que certifiquen la calidad e inocuidad del producto, crea límites al momento de comercializarlo.

Respecto al desecho de residuos líquidos del proceso de obtención del almidón, la mayoría de los productores, a este tipo de desecho no le dan un mejor tratamiento para evitar el impacto ambiental. Las aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca se caracterizan por ser un residuo acidificado con alta carga contaminante (Cajigas *et al.*, 2005).

## Conclusiones

La principal fuente de ingreso económico para muchas familias de las diferentes localidades de la parroquia Canuto es la producción de almidón de yuca; sin embargo, se evidenció un alto incumplimiento de las buenas prácticas de procesamiento: especialmente, en la forma de secado, dado que se realiza en pistas de cemento al aire libre, o en la tierra (encima de una manta de plástico), en donde existe la presencia de animales domésticos, y microorganismos patógenos que demeritan la calidad del producto.

El alto contenido de humedad detectado en las muestras analizadas, puede generar mayores probabilidades para el desarrollo de microorganismos; de ello fue notorio que el 73.34% de las muestras presentaron mohos, levaduras, *E. coli*, y el 26.66% de las muestras de almidón mostraron esterilidad comercial.

## Literatura citada

- Alvis, A.; Vélez, C.; Villada, H. y Mendoza, M. (2008). Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Revista Información Tecnológica* 19 (1): 19-28.
- Betancur-Ancona, D.; Gallegos-Tintoré, S. y Chel-Guerrero, L. (2004). Wet-fractionation of *Phaseolus lunatus* seeds: partial characterization of starch and protein. *Journal of the Science and Food Agriculture* 84 (10): 1193-1201.
- Cajigas, A.; Pérez, A. y Torres, P. (2005). Importancia del pH y la alcalinidad en el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca. *Scientia et Technica* 27 (0): 243-248.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (1999). *Higiene de los alimentos textos básicos*. Disponible en: <http://www.fao.org> (Consultada el 8 de mayo de 2017).
- Fernández, D. y Padola, N. (2013). *Escherichia coli* verocitotóxico: varias cuestiones y los tambos también. *Revista Argentina de Microbiología* 44 (4): 312-323.
- Guízar, A.; Montañez, J. y García, I. (2008). Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscorea spp*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha* 9 (1): 81-88.
- Hernández, M.; Torruco, J.; Chel, L. y Betancur, D. (2008). Caracterización físicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán. *Revista Cienc. Tecnol. Aliment.* 28 (3): 718 -726.
- Meneses, J.; Corrales, C. y Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *Revista EIA*. 4 (8): 57-67.
- Morales, M.; Rodríguez, E. y Sepúlveda, J. (2012). Evaluación de las propiedades físicas y texturales del buñuelo. *Revista Lasallista de Investigación* 9 (2): 112-121.
- NTE INEN 0464. (1980). *Harina de pescado. Determinación de la pérdida por calentamiento*. Disponible en: <http://www.normalización.gob.ec/> (Consultada el 17 de septiembre de 2014).
- NTE INEN 0467. (1981). *Harina de pescado determinación de las cenizas*. Disponible en: <http://www.normalización.gob.ec/> (Consultada el 17 de septiembre de 2014).
- NTE INEN 1529-8. (2015). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli*. Disponible en: <http://www.normalización.gob.ec/> (Consultada el 22 de enero de 2017).
- NTE INEN 1529-10. (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables*. Disponible en: <http://www.normalización.gob.ec/> (Consultada el 12 de noviembre de 2014).

- NTE INEN 1529-15. (2009). *Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección*. Disponible en: <http://www.normalización.gob.ec/> (Consultada el 22 de septiembre de 2014).
- NTE INEN 2051-95. (1995). *Granos y cereales. Maíz molido, sémola, harina, critz. Requisitos*. Disponible en: <http://www.normalización.gob.ec/> (Consultada el 22 de septiembre de 2014).
- Suárez, L. y Mederos, V. (2012). Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista Cultivos Tropicales* 32 (3): 27-35.
- Souza, V.; Castillo, A.; Rocha, M.; Sandner, L.; Silva, C. y Eguiarte, L. (2013). Ecología evolutiva de *Escherichia coli*. *Revista Interciencia* 26 (10): 513-517.
- Vargas, P. (2010). Obtención de almidón fermentado a partir de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad valencia, factibilidad de uso en productos de panadería. *Revista Tecnología en Marcha* 23 (3): 15-23.
- Vargas, P.; Araya, Y.; López, R. y Bonilla, A. (2012). Características de calidad y digestibilidad *in vitro* del almidón agrio de yuca (*Manihot esculenta*) producido en Costa Rica. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 3 (1): 001-013.
- Walpole, R.; Myers, R.; Myers, S. y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 9ª. Ed., México, Pearson, 234 pp.

Recepción: 10 de enero de 2017

Envío arbitraje: 30 de enero de 2017

Dictamen: 18 de abril de 2017

Aceptado: 3 de agosto de 2017