

Artículo de investigación

# Obtención de alcohol etílico a base de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) cosechada en la Parroquia Canuto-Manabí

Carlos Renato Palacios-Castro <sup>[1]</sup>  María Liceth Chica-Chica <sup>[1]</sup>  Mayerli Anchundia-Posligua <sup>[1]</sup> 

[1] Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez (ISTLAM). Carrera Procesamiento de alimentos. Jaramijó, Ecuador.



Autor para correspondencia: [c.palacios@itslam.edu.ec](mailto:c.palacios@itslam.edu.ec)

## Resumen

El presente estudio se enfocó en la producción de alcohol etílico (etanol) a partir del almidón de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), analizando el rendimiento y volumen de etanol bajo diferentes condiciones de procesamiento, fermentación y destilación. Se utilizó una solución de almidón al 30% (p/v) extraído de distintas variedades de yuca, a la cual se añadieron dos tipos de enzimas para la hidrólisis. La hidrólisis se llevó a cabo durante 24 horas, utilizando alfa-amilasa, glucoamilasa y dextrosa. El proceso se dividió en tres etapas: extracción del almidón, hidrólisis del almidón, y fermentación de la glucosa a etanol. El mejor tratamiento fue la suspensión de almidón dulce al 30%, con un tiempo de hidrólisis de 24 horas. Durante la fermentación, se observaron ligeras variaciones en el pH y una disminución gradual en los valores de grados Brix. Tras la destilación, el etanol obtenido alcanzó concentraciones superiores al 50% (v/v), con resultados como 57% en T1<sub>A</sub> y un rendimiento del 12%, 66% en T2<sub>A</sub> con un rendimiento del 6.41%, y 70% en T4<sub>A</sub> con un rendimiento del 4.73%. Finalmente, se logró obtener etanol de tres variedades de yuca con porcentajes de 66%, 62% y 47%, demostrando que la yuca es una materia prima viable para la producción de etanol, con aplicaciones potenciales en diversas industrias.

Palabras Clave: *almidón, hidrólisis, enzimas, fermentación, alcohol etílico.*

## Obtaining ethyl alcohol from cassava (*Manihot Esculenta Crantz*) harvested in the Canuto Parish – Manabí

### Abstract

The present study focused on the production of ethyl alcohol (ethanol) from cassava starch (*Manihot esculenta Crantz*), analyzing the yield and volume of ethanol under different processing, fermentation, and distillation conditions. A 30% (w/v) starch solution extracted from different varieties of cassava was used, to which two types of enzymes were added for hydrolysis. The hydrolysis was carried out for 24 hours, using alpha-amylase, glucoamylase, and dextrose. The process was divided into three stages: starch extraction, starch hydrolysis, and fermentation of glucose to ethanol. The best treatment was the 30% sweet starch suspension, with a hydrolysis time of 24 hours. During fermentation, slight variations in pH and a gradual decrease in Brix degree values were observed. After distillation, the obtained ethanol reached concentrations above 50% (v/v), with results such as 57% in T1<sub>A</sub> with a yield of 12%, 66% in T2<sub>A</sub> with a yield of 6.41%, and 70% in T4<sub>A</sub> with a yield of 4.73%. Finally, ethanol was obtained from three varieties of cassava with percentages of 66%, 62%, and 47%, demonstrating that cassava is a viable raw material for ethanol production, with potential applications in various industries.

Keywords: *starch, hydrolysis, enzymes, fermentation, ethyl alcohol.*

## 1. Introducción

En la República del Ecuador, la yuca se considera un alimento básico para la seguridad alimentaria. Se trata de un cultivo tradicional que durante siglos por los pueblos indígenas de la Amazonía y por los agricultores de las Costa y tierras bajas de la Sierra, con repercusiones sociales y económicas (Atacushi, 2023). La producción global de yuca alcanzó aproximadamente millones de toneladas de raíces frescas en el 2020, con un rendimiento promedio 10,9 T/ha. Los principales países que producen yuca en el mundo son: Nigeria con 60 001,531 toneladas (13,6 %), República del Congo con 41 014,256 toneladas (13,6 %) y Tailandia con 28 999,122 toneladas (9,6 %), juntos estos tres países representan el 43% de la producción mundial de yuca (Saac, 2023).

En Ecuador se cultivan entre 27.000 y 30.000 hectáreas de yuca, teniendo la provincia de Manabí una superficie total de 18.940 kilómetros cuadrados y 6.000 hectáreas de superficie de cultivo de este tubérculo (Vinces & Vera, 2023). En Canuto, ubicada a trece kilómetros de Chone, en la provincia de Manabí, en la costa ecuatoriana, la yuca es uno de los cultivos más importantes de esta provincia. En esta zona, la mayoría de sus habitantes se dedican al cultivar, recolectar y procesar este tubérculo. Durante el ciclo de producción que dura aproximadamente 70 días, durante este periodo de producción se obtienen 1.000 quintales de almidón (Jara, 2022). Las numerosas variedades cultivadas de yuca se subdividen en dos grandes grupos, variedades amargas (*Manihot utilissima*) y la variedad dulce (*Manihot aipi*). Esta última crece en forma de raíces tuberosas largas, tiene una piel fibrosa color marrón, pulpa firme. Se ha demostrado que el color blanco-rosa contiene una mayor concentración de sustancias venenosas, no solo en la capa exterior del tubérculo, sino también en su pulpa. Esta concentración suele aumentar cuando la yuca amarga se cultiva en zonas secas, o con suelos pobres en nutrientes, aunque ninguno de los tipos de yuca es apto para el consumo en su forma sin procesar (Leyva, 2019).

Variedades dulces (*Manihot aipi*) ahora más cultivadas, cuyo contenido de pulpa es inferior y que podrían ser consumidas también crudas, posee componentes bajos en grasa y su alto contenido de proteínas, lo que nos ayuda a disminuir los niveles de colesterol; la parte interna es blanca, tiene la cáscara delgada, conserva su color durante la cocción y se ablanda rápidamente (El Impulso, 2017).

*Manihot Esculenta Crantz*, var. (*Mandioca o perubiana*) posee tallos claros u oscuros, diferenciándose de los grupos anteriores por el color de pulpa, el que puede ser amarillo, crema o blanco cremoso. Son ejemplos de este grupo la "Yema de huevo" "Crema" y "Amarilla". Estos materiales se vienen utilizando en la zona de Santo Domingo de Los

Tsáchilas para la fabricación de snacks de yuca y chifles (León-Pacheco et al., 2018).

La yuca (*Manihot esculenta crantz*) es un cultivo que tiene gran diversidad para el mercado como consumo fresco o uso industrial, tiene ventajas en comparación con otros cultivos del trópico ya que se adapta a condiciones de estrés biótico y abiótico (León-Pacheco et al., 2018). La yuca se consume en una diversidad de forma ya sea sus raíces frescas, procesadas de harinas (fariña) casabe, masato o chicha de yuca, la cual sirve de alimento y pasado el cuarto día de fermentación, como bebida alcohólica especialmente de los Jibaros o Shuares del Ecuador (Ayón, 2017). La yuca es un tubérculo rico en almidón, su pulpa contiene compuestos tóxicos por lo que es crucial su procesamiento, para eliminar estos compuestos pues contiene un glucósido cianogénico llamado linamarina que origina ácido cianhídrico. Aparte de ser preparaciones culinarias (cocida, frita o troceada), y su harina, carente de gluten se emplea en la preparación de bollerías, aglutinantes en embutidos, en la industria textil, en la industria de pegantes, pinturas, bioetanol, entre otros (Vinces & Vera, 2023)

Tabla 1: Características fisicoquímicas de la Yuca Fresca (Ulloa, 2018).

ANALISIS	YUCA FRESCA
Humedad (%)	62,82 ±2,73
Aw	0,99±0,002
PH	6,10±0,090
Acidez total (%)	0,34±0,027
Grasa (%)	0,34±0,006
Textura (dureza %)	25,45±1,455
Azúcares reductores (%)	0,29±0,023
Sólidos solubles(brix)	4,67±0,580

El método tradicional para extraer almidón de la yuca implica romper la pared celular para liberar los gránulos de almidón, luego se añade agua y se filtra, separando los gránulos de almidón suspendidos en un medio líquido. La calidad del almidón se determina por las características fisicoquímicas que dispone la pureza, granularidad, color, olor, humedad, contenido de fibra, cenizas y acidez (Estrada, 2019).

La sacarificación se realiza mediante la acción de la enzima glucoamilasa. El objetivo de esta etapa es convertir las cadenas de azúcar largos triosas, dextrinas y maltosas resultantes de la etapa anterior a D-glucosa, catalizando la hidrólisis de enlaces  $\alpha$ -(1.6) glucosídicos de las cadenas del almidón (Ramírez, 2022). Esta última, por ser un monómero, es fácilmente asimilable por las levaduras y se considera la fuente de carbono estándar en estas biorreacciones. Los hallazgos del estudio resaltan la viabilidad de los sacarificados del almidón de yuca como medios fermentativos prometedores para la producción de etanol

utilizando cepas comerciales de *Saccharomyces cerevisiae* (Esquivia et al., 2014).

Debido al contenido de carbohidratos complejos del almidón, se vuelve una alternativa para la obtención de nuevas fuentes de energía, a través de los procesos de fermentación.

Tabla 2: Características físicoquímicas del almidón fermentado de yuca (Morales et al., 2012).

Parámetro	Valor
Almidón (%)	87,8±2,1
Ceniza (%)	0,05±0,02
Fibra cruda (%)	0,3±0,04
Grasa bruta (%)	0,05±0,04
Humedad (%)	10,7±0,05
pH	3,63±0,09
Proteína (%)	0,4±0,2
Actividad de agua(aw)	0,58±0,02

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico donde los azúcares, principalmente hexosas, como glucosa y fructosa, se convierten en etanol y dióxido de carbono (López de la Maza et al., 2019).

En la fermentación alcohólica, este es el resultado de la interacción de múltiples factores, que se pueden dividir en tres fases: física, biológica y química, es la etapa previa a la destilación de licores. Por lo general, dependiendo de la eficiencia de fermentación, se obtienen mostos fermentados con concentraciones que oscilan entre 7 y 12 % v/v de etanol dependiendo de su rendimiento, sin embargo, además del etanol, en este proceso también se producen otros alcoholes, debido a diferentes interacciones (Martín & Díaz, 2020).

El destilado alcohólico surge de tener como base un fermentado transformándolo en un producto con una cantidad de alcohol más elevada, pero con menores propiedades nutricionales. El proceso de destilación consiste en calentar el líquido fermentado hasta el punto de ebullición del etanol, (punto de ebullición menor que el agua) haciendo así que el alcohol se evapore y condense obteniendo alcohol de mayor pureza y concentración, dejando atrás el agua y otros compuestos.

## 2. Materiales y métodos

La metodología de este trabajo de investigación utilizó técnicas cuantitativas y cualitativas, enfocadas en un estudio experimental realizado en el laboratorio de química y física de la extensión de Jaramijó del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez.

Para la caracterización de la yuca, se utilizaron tres variedades de esta materia prima, la cual para objeto de este estudio nombraremos: A yuca dulce (*Manihot aipi*), B yuca

amarga (*Manihot utilissima*), y C yuca amarilla (*mandioca*). Se determinó el contenido de humedad mediante estufa de secado a 105°C, la presencia de almidón mediante la prueba cualitativa de Lugol, y el contenido de cenizas mediante la mufla a 550°C.

Para la obtención del almidón de la yuca se procedió a la recolección de raíces frescas (*Manihot esculenta crantz*), remoción de la cascará y la rallarla, para colocarla en una tela de lienzo fino sobre un trípode y mediante el efecto de la gravedad recoger el sobrenadante, que se secará durante un tiempo aproximado, con el fin de obtener un polvo fino (almidón). A este almidón se le realizó las mismas pruebas de caracterización de la yuca.

Se utilizó una solución de 1 litro al 30% para un diseño experimental de 5 tratamientos, los cuales se detallan a continuación. Dando un total de 15 unidades experimentales, evaluando su proceso de fermentación y destilación. A cada uno de estos controles se les realizó mediciones de pH, prueba de Lugol, grados Brix (°Bx).

Tabla 3: Variedades de almidón de yuca y tratamientos de estudio (solución al 30% p/v.)

V. Almidón	Tratamientos				
A (yuca dulce)	T1 <sub>A</sub>	T2 <sub>A</sub>	T3 <sub>A</sub>	T4 <sub>A</sub>	T5 <sub>A</sub>
B (yuca amarga)	T1 <sub>B</sub>	T2 <sub>B</sub>	T3 <sub>B</sub>	T4 <sub>B</sub>	T5 <sub>B</sub>
C (yuca amarilla)	T1 <sub>C</sub>	T2 <sub>C</sub>	T3 <sub>C</sub>	T4 <sub>C</sub>	T5 <sub>C</sub>

En los tres tipos de almidón se obtuvieron 15 unidades experimentales en la cual se hicieron 5 tratamientos diferentes. T1 es el tratamiento control de la solución solo al 30%, T2 tratamiento + enzima glucoamilasa, T3 tratamiento + enzima alfa amilasa, T4 tratamiento + enzima alfa amilasa + enzima Glucoamilasa, T5 tratamiento control + dextrosa.

### Condiciones de fermentación

Todas las fermentaciones se realizaron en un ambiente controlado dentro del laboratorio a una temperatura de 20°C, en matraces Kitasato con un volumen de 1000 ml (1L), manteniendo condiciones anaerobias, durante los 7 días.

La levadura utilizada fue, *Saccharomyces cerevisiae*, el inóculo de levadura fue de 1,5 gramos para cada tratamiento. Al final de la fermentación se medirán mediante un alcoholímetro graduado en v/v, el contenido de alcohol, para evaluar que tratamiento tuvo la mayor conversión de azúcares fermentables a etanol.

### Condiciones de destilación

El líquido fermentado de cada tratamiento se sometió a un proceso de destilación simple de laboratorio, para concentrar el alcohol etílico de la solución. Al destilado se le determinó la concentración de alcohol, el volumen destilado y su rendimiento.







### 3. Resultados

#### Caracterización de la yuca

El análisis de las tres variedades de yuca mostró que la yuca amarilla tiene el mayor contenido de humedad (67,2%) y cenizas (0,69%), mientras que la yuca amarga presenta el pH más alto (6,76). Los grados Brix son similares en todas las variedades, con valores entre 6,0 y 6,2. La yuca dulce tiene

el contenido más bajo de humedad (59,2%) y cenizas (0,60%). Se complementa el análisis con observaciones visuales y reacción al Lugol positiva para las 3 variedades, confirmando cualitativamente la presencia de carbohidratos complejos.

Tabla 4: Caracterización de la yuca.

Parámetros	Yuca dulce	Yuca amarga	Yuca amarilla
Humedad	59,2%	65,2%	67,2%
Ceniza	0,60	0,65	0,69
pH	6,02	6,76	5,83
Brix	6,2	6,1	6,0
Foto			
Lugol			

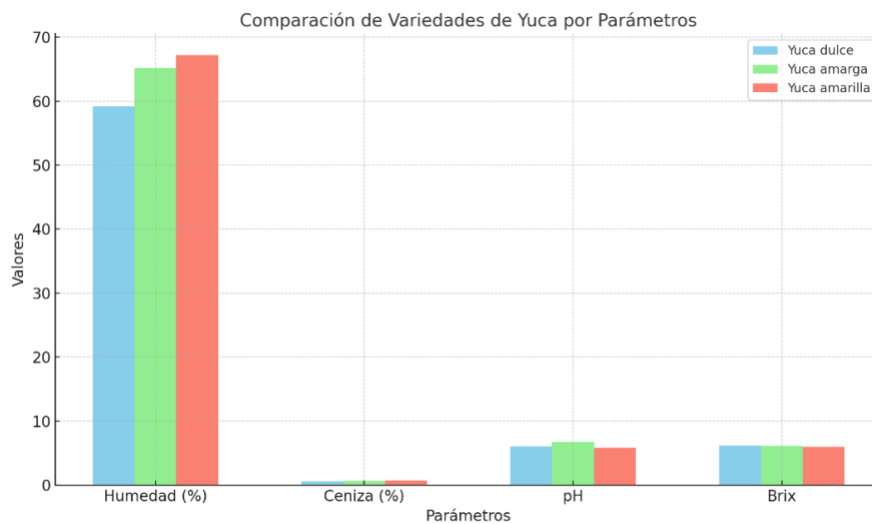


Figura 1: Comparación de variedades de yuca por parámetros.

## Proceso de obtención del alcohol

### Extracción del almidón



- **Lavado y troceado.**

Se lavó y retiró la corteza de la yuca, para cortarla en trozos de 4 mm aproximadamente.

- **Rallado.**

La pulpa se trituro en un molino rallador, para facilitar la extracción de almidón.

- **Filtrado y Lavado.**

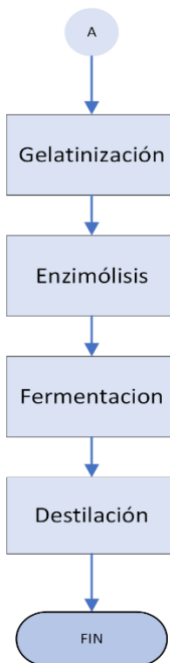
La mezcla se filtra a través de un lienzo para separar el líquido del almidón, se le añadió agua potable en una proporción de 1:2, tras homogenizarse la mezcla mediante agitación por 10 minutos, se dejó reposar durante 16 horas en baldes plásticos a una temperatura ambiente.

- **Secado y tamizado.**

El almidón sedimentado en el fondo del recipiente fue extraído, sometido a un proceso de secado en estufa a una temperatura de 35°C durante 24 horas, obteniendo la harina de almidón.

- **Obtención del almidón.**

### Disolución de muestras y proceso de destilación



- **Preparación y Gelatinización de la solución**

Se preparó una solución al 30% en p/v de almidón, luego se homogenizó y se llevó la solución a baño maría a una temperatura de 70-80°C durante 15 minutos. Cada variedad de yuca tuvo 5 tratamientos.

- **Enzimólisis (adición de las enzimas)**

Se agregó 4 g de Glucoamilasa y 4g  $\alpha$ -Amilasa, 4 g de  $\alpha$ -Amilasa y Glucoamilasa y 4g de dextrosa a cada variedad de yuca, con un total 15 muestras incluyendo las muestras control. Se dejó 24 horas en reposo.

- **Fermentación**

Luego a cada muestra se le añadió 1.5 g de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Durante un período de 7 días, se monitorio el proceso, verificando el pH, brix, y características organolépticas.

- **Destilación.**

Se realizó una destilación simple separando el alcohol de la muestra, recolectándolo en un envase de vidrio para cuantificar su volumen y concentración. Se lavó y retiró la corteza de la yuca, para cortarla en trozos de 4 mm aproximadamente.

**Caracterización de almidón**

El análisis de los almidones de yuca muestra que el almidón dulce tiene el mayor contenido de humedad (1,807%), seguido del amargo (1,755%) y el amarillo (1,651%). En cuanto a cenizas, el almidón amarillo presenta el valor más

alto (0,48%), comparado con el dulce (0,1%) y el amargo (0,3%). El pH es más alto en el almidón dulce (6,427) y más bajo en el almidón amarillo (5,174). La prueba con Lugol fue aplicada a los tres almidones.

Tabla 5: Caracterización del almidón

Parámetros	Almidón Dulce	Almidón Amarga	Almidón Amarilla
Humedad (%)	1,807%	1,755%	1,651%
Ceniza (%)	0,1%	0,3%	0,48%
pH	6,427	6,326	5,174

Lugol

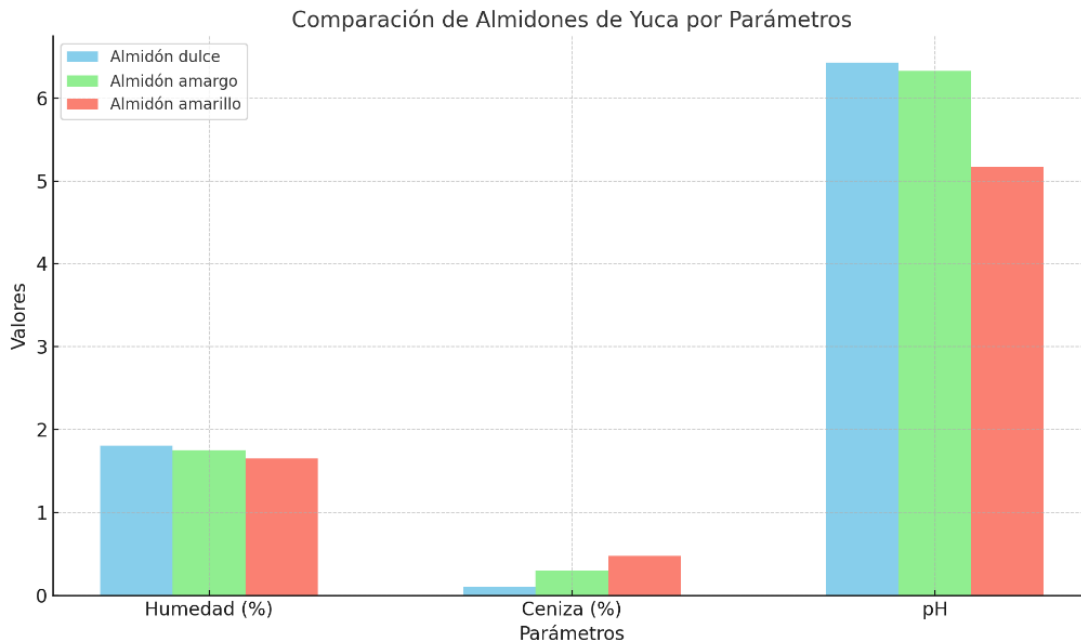
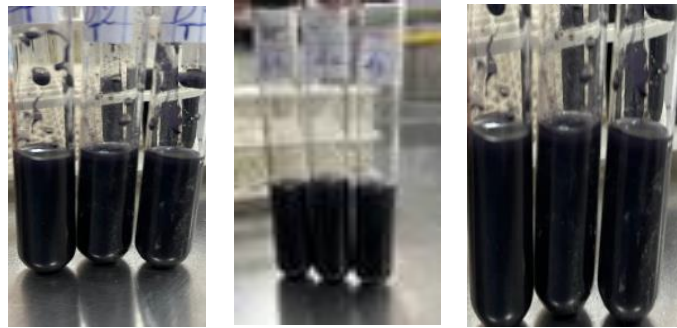


Figura 2: Comparación de almidones de yuca por parámetros



### Fermentación

Proceso de fermentativo de 7 días utilizando levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Se observa el T<sub>2A</sub> del tratamiento de almidón de yuca dulce (solución + glucoamilasa), fue la que alcanzó mayor porcentaje de alcohol siendo el 20% en (volumen/volumen). Los tratamientos que alcanzaron valores por debajo del 10% de alcohol en volumen, fueron descartados y no se les realizó el proceso de destilación.

En esta gráfica se muestra los porcentajes de producción de alcohol etílico obtenidos de tres variedades de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) cosechadas en la Parroquia Canuto, Chone, Manabí: Yuca Dulce (A), Yuca Amarga (B), y Yuca Amarilla (C), sometidas a cinco tratamientos distintos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>). Los resultados evidencian que el tratamiento T<sub>2</sub> en la variedad A (Yuca Dulce) presentó el mayor rendimiento en la producción de alcohol etílico, alcanzando cerca del 20%. Estos datos permiten identificar el tipo de yuca y el tratamiento más adecuado para maximizar la obtención de alcohol

Tabla 6: Porcentaje de Alcohol Etílico transcurrida la fermentación.

Proceso fermentativo de cada uno de los tratamientos.					
A (yuca Dulce).	T <sub>1</sub> 10%	T <sub>2</sub> 20%	T <sub>3</sub> 12%	T <sub>4</sub> 11%	T <sub>5</sub> 10%
B (yuca Amarga).	T <sub>1</sub> 1%	T <sub>2</sub> 11%	T <sub>3</sub> 13%	T <sub>4</sub> 13%	T <sub>5</sub> 7%
C (yuca Amarilla).	T <sub>1</sub> 5%	T <sub>2</sub> 11%	T <sub>3</sub> 11%	T <sub>4</sub> 11%	T <sub>5</sub> 1%

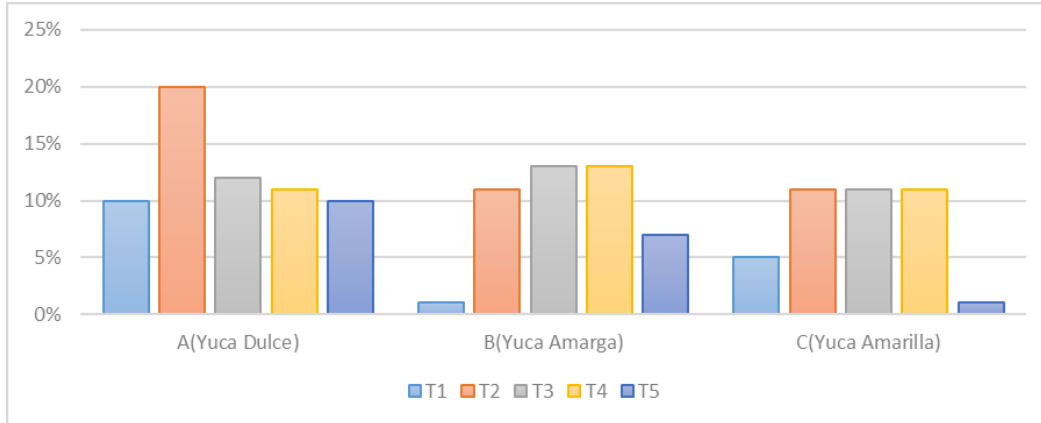


Figura 3: porcentajes de producción de alcohol etílico obtenidos de tres variedades de yuca

**Destilación**

Cada uno de los tratamientos fueron destilados por 4 horas, con un destilador simple de laboratorio, cabe recalcar que las

condiciones de los tratamientos fueron diferentes debido a que los volúmenes de destilación inicial fueron variables producto del proceso de fermentación.

Tabla 7: Resultados del proceso de destilación

	T1		T2		T3		T4		T5		
	ALC % vol.	Vol. destilado	ALC % vol.	Vol. destilado	ALC % vol.	Vol. destilado	ALC % vol.	Vol. de Destilación	ALC % vol.	VOL. destilado	Vol. de Destilación
<b>A</b>	57%	55ml	66%	450 ml	57%	780 ml	46ml	750 ml	70%	45 ml	950 ml
<b>B</b>	--	--	62%	45ml	69 %	750 ml	38ml	850 ml	70%	31ml	1000 ml
<b>C</b>	--	--	47%	39 ml	55%	700 ml	35 ml	800 ml	70%	35 ml	955 ml

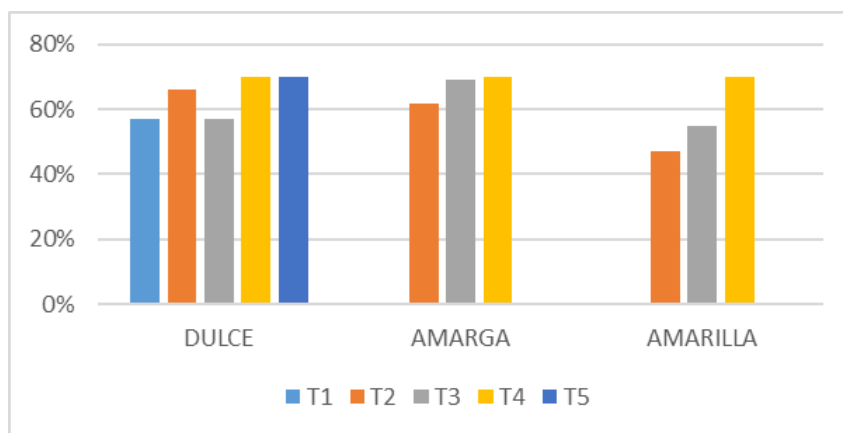


Figura 4: Porcentajes de alcohol según el tipo de yuca.



En esta gráfica se observa como los porcentajes de alcohol están a la par en dos tratamientos T<sub>4A</sub> Y T<sub>5A</sub> (Dulce), así como también T<sub>4B</sub> (Amarga) y T<sub>5C</sub> (Amarilla) dan como valor del 70% de alcohol, lo cual sugiere que estos tratamientos producen concentraciones de alcohol equivalentes en las distintas variedades de yuca, aunque en rendimiento está por debajo del 3%.

Estadísticamente, se encontró un valor F calculado de aproximadamente 1.25 y un p-valúe que indica que no hay diferencias significativas entre las muestras en general. Lo que podemos concluir en términos generales, no hay un tratamiento claramente superior.

Se recomienda priorizar el uso de Muestra A y B en futuros procesos de destilación o producción para maximizar el contenido alcohólico.

La Prueba de Tukey, para la comparación entre Muestras B y C mostró una diferencia significativa, lo que indica que Muestra B tiene un rendimiento superior en comparación con Muestra C, y las comparaciones adicionales indicaron que no había diferencias significativas entre Muestra A y Muestra B.

#### 4. Conclusiones

Se caracterizó como Materia prima utilizada para el alcohol etílico, se realizaron análisis físicos y químicos (Brix, pH, humedad, ceniza, prueba de Lugol) en la yuca (Manihot esculenta crantz).

Se determinó el mejor tratamiento de maceración, y se encontró que el tratamiento con yuca dulce y gluco-amilasa alcanzó el mayor porcentaje de alcohol, que fue del 20%, tiene un mejor desempeño en la producción de etanol en comparación con otras variedades.

#### Referencias

- Atacushi, K. (2023). Efecto de tres abonos sobre el crecimiento y rendimiento en yuca (manihot esculenta crantz) en Orellana- Ecuador [Tesis de pregrado. Universidad Superior Politécnica del Chimborazo]. <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/19044/1/13T01082.pdf>
- Ayón, M. (2017). Conservación de yuca (Manihot esculenta) mediante la adición de ácido salicílico al recubrimiento de parafina [Tesis de pregrado. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1659/1/ULEAM-AGROIN-0027.pdf>
- El Impulso. (2017, marzo 12). ▷ #RevistaGala Dulce y Amarga: Aprende a diferenciarlas - El Impulso. <https://www.elimpulso.com/2017/03/12/revistagala-dulce-amarga-aprende-diferenciarlas/>

- Esquivia, M., Castaño, I., Atehortúa, L., Acosta, A., & Mejía, C. (2014). Producción de etanol a partir de yuca en condiciones de alta concentración de sólidos (VHG). *Rev. Colomb. Biotecnol*, XVI(1), 163–170. <https://www.redalyc.org/pdf/776/77631180019.pdf>
- Estrada, A. (2019). Uso de salvado de arroz (Oryza sativa L.) en la elaboración de fideos de arrocillo [Tesis de pregrado. Univerisad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12533/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-45.pdf>
- Jara, H. (2022, noviembre 19). “Olla Vieja”, un sector donde sus habitantes viven del cultivo de la yuca y el almidón - Infomercado Ecuador. <https://infomercado.net/ecuador/olla-vieja-un-sector-donde-sus-habitantes-viven-del-cultivo-de-la-yuca-y-el-almidon/>
- León-Pacheco, R., Pérez-Macias, M., Fuenmayor-Campos, F., Rodríguez-Izquierdo, A., Rodríguez-Izquierdo, G., & Marín-Rodríguez, C. (2018). Calidad de las raíces en cuatro clones de yuca (Manihot esculenta Crantz) y efecto del régimen de riego. *Bioagro*, 30(1), 87–91. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612018000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612018000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Leyva, L. (2019, noviembre 10). Yuca Amarga - Características, Cómo Diferenciarla, Antídoto, Síntomas. <https://www.tuberculos.org/yuca/amarga/>
- López de la Maza, L. E., Zumalacárregui de Cárdenas, L., & Pérez Ones, O. (2019). Análisis de componentes principales aplicado a la fermentación alcohólica. *Revista Científica de la UCSA*, 6(2), 11–19. <https://doi.org/10.18004/UCSA/2409-8752/2019.006.02.011-019>
- Martín, D., & Díaz, J. (2020). Obtención de licores destilados a partir de frutos exóticos nacionales [Tesis de grado. Universidad de los Andes]. <http://hdl.handle.net/1992/44744>
- Morales, M., Sandoval, E., & Sepúlveda, J. (2012). Evaluación de las propiedades físicas y texturales del buñuelo. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 112–121. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-44492012000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492012000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Ramírez, C. (2022). Diseño de un proceso industrial para la obtención de etanol a partir del almidón de dos variedades de papa (solanum tuberosum) [Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo]. <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/17722/1/96T00787.pdf>
- Saac, K. (2023). Manejo agronómico del cultivo de yuca (Manihot esculenta), en el Ecuador [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato]. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13812/E-UTB-FACIAG-AGRON-000046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ulloa, G. (2018). Evaluación de los efectos de la precocción, prefritura y congelación IQF (Individually Quick Frozen) en las características físico-químicas y sensoriales de yuca amarilla (Manihot esculenta

crantz) de la provincia de Pastaza [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/48e59c2c-36f2-478e-ab5b-146d38be0e10/content>

Vinces, H., & Vera, V. (2023). Emprendimiento Agroindustrial Sostenible de la Yuca para el Consumo humano en la provincia de Manabí. *Revista Científica Sinapsis*, 1(22). <https://doi.org/10.37117/s.v1i22.874>

### Contribución de los autores (CRediT)

**Palacios Castro, C.:** Conceptualización, Análisis formal de datos, Investigación, Metodología, Software, Recursos materiales, Redacción-revisión y edición. **Chica-Chica, M.:** Conceptualización, Investigación. Metodología, Validación, Visualización, Redacción-borrador original. **Anchundia-Posligua, M.:** Conceptualización, Investigación. Metodología, Validación, Visualización, Redacción-borrador original. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

### Conflicto de intereses

Los autores han declarado que no existe conflicto de intereses en esta obra.

### Nota del Editor

**Descargo de responsabilidad:** Los datos, declaraciones, opiniones contenidas en el documento son responsabilidad únicamente de los autores y no de la *Revista Científica FINIBUS – Ingeniería, Industria y Arquitectura*. La Revista y sus editores renuncian a toda responsabilidad por daño a persona o propiedad resultante de los métodos, instrucciones, producto o idea mencionado en el contenido.



Derechos de autor 2025. Revista Científica FINIBUS - ISSN: 2737-6451.

Esta obra está bajo una licencia: Internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0