

Optimización mediante Metodología de Superficie de Respuesta de un proceso tecnológico artesanal para la extracción de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) grado FAO.

Richard Ulloa (1), José Villalobos (2), Raúl Albán (3), Arsenio Rodríguez (2)

(1) Alcaldía de Caracas, (2) Fundación IDEA, (3) Universidad Bolivariana de Venezuela

email: richardulloa2366@hotmail.com

Resumen

El almidón de yuca podría cumplir varios roles importantes en la agricultura agroecológica. Uno, en la elaboración de medios de cultivos artesanales o sustitutivo de los agentes gelificantes en los medios convencionales para la preparación de bioinsumos microbiológicos y en el cultivo in vitro artesanal y, en segundo lugar, permitiría una fuente de carbohidratos barata, de alta calidad nutricional y de fácil acceso en la preparación de alimentos para el agricultor o para su comercialización, dándole valor agregado a este rubro. El cultivo de la yuca presenta ventajas tanto por su rusticidad como el alto grado de adaptación a las condiciones tropicales. El proceso de extracción artesanal del almidón se realiza en Latinoamérica de manera rudimentaria y poco práctica, donde no se aprovecha los recursos de manera óptima como el tiempo del proceso, el agua a utilizar y la materia prima, lo que genera pérdidas y un problema ecológico debido a los residuos que pueden llegar a ser contaminantes. La finalidad de esta presentación es mostrar la optimización del proceso tecnológico involucrado en extracción artesanal del almidón de yuca mediante un diseño experimental factorial completo 23 Central Compuesto Box-Wilson, uniformemente rotatable y bloqueado ortogonalmente (por día); probándose diferentes tiempos de tamizados, tiempos de remoción y diferentes tratamientos en el secado. Para el análisis estadístico se utilizó el software Design Expert v7.15. Además, se realizaron pruebas de eficiencia y rendimiento en la extracción y preparación de almidón de yuca, uso de recurso agua (tanto en la elaboración como en el descarte), gasto de horas/hombre. Se obtuvieron los siguientes resultados: Tiempo de tamizado (45 min.); tiempo de remoción del almidón (3 veces durante el periodo de secado) y tiempo de secado (4 h 20 min) con un intervalo de temperatura de 40-60°C para un rendimiento máximo (31,83 %) y un intervalo de confianza de (30.24, 32.97) e intervalo de predicción de (27.98, 35.23). Este proceso se realizó con las máquinas Matilda de fabricación

artesanal diseñadas y construidas en UBV-IDEA. Los criterios de diseño fueron: a) tracción manual, b) elaboradas con materiales reciclables (bajo costo), c) el uso racional del recurso agua, d) varias etapas en pocas máquinas y e) la extracción de almidón de yuca artesanal estandarizado grado FAO.

Palabras claves: almidón, yuca, artesanal, superficie de respuesta

ANEXOS

Respuesta 2 Rendimiento %	Respuesta 1 Humedad %	Factor 3 C: tiempo de secado min	Factor 2 B: Tiempo de Rotación min	Factor 1 A: Tiempo de Tamizado min	Bloque	Corrida aleatorizada	No. Tratamiento
		-1.00	1.00	1.00	Día 1	10	1
		-1.00	1.00	1.00	Día 1	11	2
		0.00	0.00	0.00	Día 1	25	3
		1.00	-1.00	1.00	Día 1	17	4
		-1.00	-1.00	-1.00	Día 1	3	5
		-1.00	-1.00	-1.00	Día 1	2	6
		0.00	0.00	0.00	Día 1	26	7
		-1.00	1.00	1.00	Día 1	12	8
		1.00	1.00	-1.00	Día 1	20	9
		1.00	1.00	-1.00	Día 1	19	10
		1.00	1.00	-1.00	Día 1	21	11
		-1.00	-1.00	-1.00	Día 1	1	12
		1.00	-1.00	1.00	Día 1	16	13
		1.00	-1.00	1.00	Día 1	18	14
		-1.00	-1.00	1.00	Día 2	6	15
		1.00	1.00	1.00	Día 2	23	16
		1.00	-1.00	-1.00	Día 2	13	17
		-1.00	-1.00	1.00	Día 2	5	18
		1.00	1.00	1.00	Día 2	22	19
		1.00	-1.00	-1.00	Día 2	15	20
		-1.00	-1.00	1.00	Día 2	4	21
		1.00	1.00	1.00	Día 2	24	22
		0.00	0.00	0.00	Día 2	27	23
		-1.00	1.00	-1.00	Día 2	9	24
		1.00	-1.00	-1.00	Día 2	14	25
		-1.00	1.00	-1.00	Día 2	7	26

		-1.00	1.00	-1.00	Día 2	8	27
		0.00	0.00	0.00	Día 2	28	28
		0.00	0.00	-1.86	Día 3	29	29
		1.86	0.00	0.00	Día 3	39	30
		0.00	0.00	-1.86	Día 3	30	31
		0.00	1.86	0.00	Día 3	35	32
		0.00	0.00	0.00	Día 3	42	33
		0.00	1.86	0.00	Día 3	36	34
		0.00	0.00	1.86	Día 3	32	35
		0.00	0.00	0.00	Día 3	41	36
		0.00	0.00	1.86	Día 3	31	37
		-1.86	0.00	0.00	Día 3	37	38
		0.00	-1.86	0.00	Día 3	33	39
		-1.86	0.00	0.00	Día 3	38	40
		1.86	0.00	0.00	Día 3	40	41
		0.00	-1.86	0.00	Día 3	34	42

Memoria Técnica, Descriptiva y Planos de las máquinas para Extracción de Almidón de Yuca (MATILDA v 1.0.)

Memoria Técnica

Diseño previo preliminar y definitivo: Se realizaron una serie de bocetos a mano alzada. Los planos y desarrollos conceptuales se muestran en los Anexos.

Memoria descriptiva

Descripción: El proceso consta de una serie de máquinas acopladas fueron capaces de extraer almidón de yuca bajo estándares artesanales y contemplando los siguientes criterios:

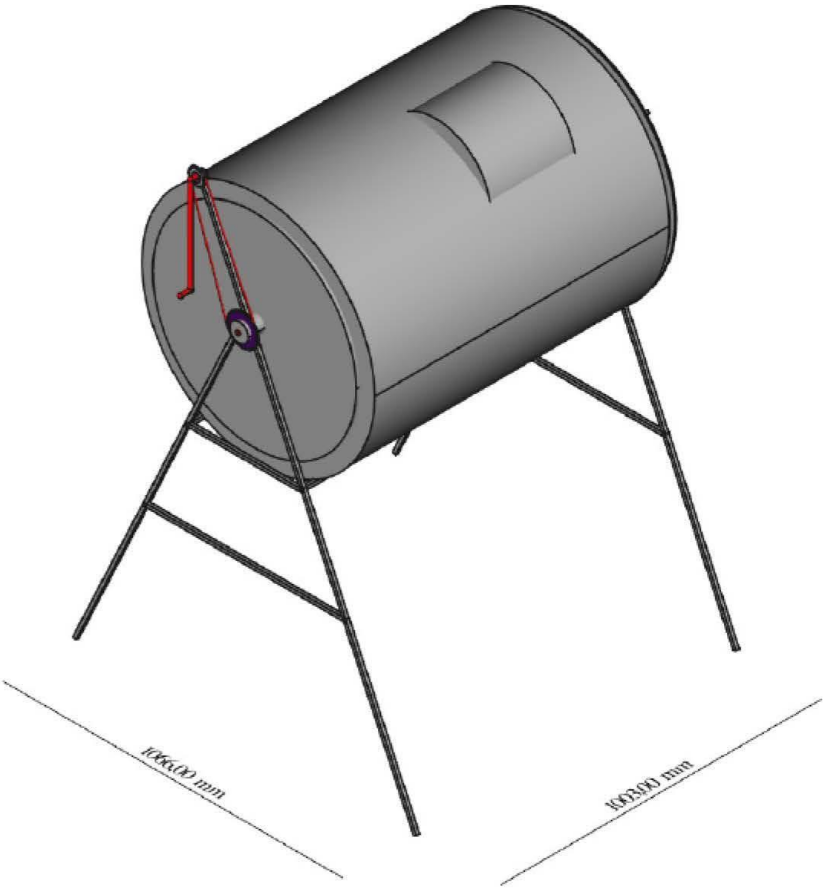
- Simplificación del proceso de extracción artesanal de almidón de yuca (descrito en la Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca, FAO 2007),


concentrando varias etapas en una o al menos dos máquinas, cumpliendo con el estándar descrito en el manual.

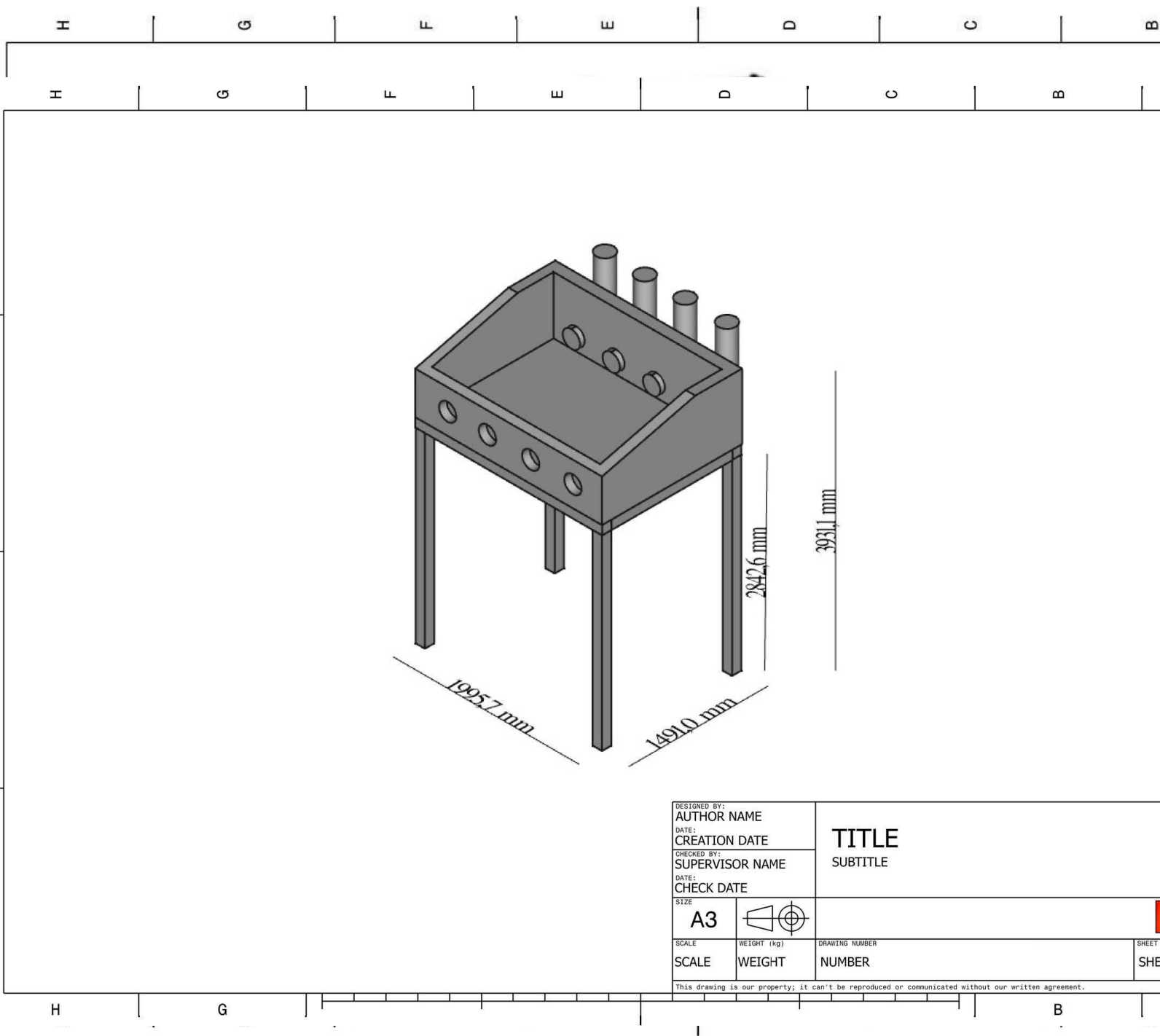
- Tracción manual.
- Elaborada con materiales de bajo costo.
- Que tenga un manejo óptimo del recurso agua.
- Que tenga un buen rendimiento de producción de almidón.
- Que el almidón obtenido cumpla con estándares de calidad necesarios para la elaboración de medios de cultivos alternativos.
- De bajo mantenimiento

PLANOS DE CONJUNTO

Plano de conjunto de la
maquina 1



DESIGNED BY: AUTHOR NAME		TITLE SUBTITLE
DATE: CREATION DATE		
CHECKED BY: SUPERVISOR NAME		
DATE: CHECK DATE		
SIZE A3		
SCALE	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER
SCALE	WEIGHT	NUMBER
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.		



ESQUEMAS DE DESPIECE

A) Máquina Lavadora-Peladora:



- | |
|---|
| 1)Eje de la manilla 14 mm |
| 2)Compuerta de seguridad exterior 32 x32 cm |
| 3)soporte de tina externa y parte baja del chasis 58 cm |



- | |
|---|
| 1)piñón de palanca 10 dientes |
| 2)palanca 25 cm |
| 3)cadena 80 eslabones |
| 4)tina externa 60 cm de diámetro |
| 5)manguera de desagüe 120 x 3 cm |
| 6)piñón de eje central para girar tina interna 14 dientes |
| 7)soporte trasero del chasis 110 y 69 cm x 2.5 cm |
| 8) soporte de tina externa y parte baja del chasis 47 cm |
| 9)travesaño inferior trasero 39 cm |

Vista frontal

Vista lateral izquierda



Vista de parte izquierda de la lavadora/peladora

Vista lateral derecha



- | |
|--|
| 1)tambor interno de lavadora/peladora 49 x 54 cm |
| 2)Soportes estabilizadores de tina externa 27 cm |
| 3)Soporte delantero de chasis 85 cm |
| 4)Tapa de acero para contener agua 60 x 30 cm |
| 5)travesaño inferior delantero 31 cm |

Vista posterior



- | |
|--|
| 1)Compuerta interna de lavado 29 x 29 cm |
| 2)bisagras 5 cm |

Detalle compuerta (cerrada)



- | |
|---|
| 1) cepillo limpiador 30 x 5 cm |
| 2) Vista interna del tambor de lavado |
| 3) Compuerta interna de lavado 29 x 29 cm |

Detalle compuerta (abierta)

B) Máquina Ralladora-Tamizadora:



- | |
|---|
| 1) Piñón de transmisión del disco de rallado |
| 2) Piñón de transmisión del tamiz |
| 3) Cadenas de transferencia de trabajo a los piñones de 87 eslabones |
| 4) Tubo cal 16 de 2x1 x 130 cm, componente del chasis principal |
| 5) Discos de 35 y 30 dientes que accionan los ejes por medio de las cadenas |
| 6) Palanca del eje principal de 35 cm |
| 7) Travesaño corto que sirve de soporte al eje principal 19 cm |
| 8) Soporte del tornillo de graduación de las cadenas |
| 9) Torre de sujeción de la parte mecánica de la máquina 120 cm |
| 10) Travesaño inferior trasero para darle estabilidad a la máquina 54 cm |
| 11) Soporte de tanque trasero 19 cm |

Vista Frontal



- | |
|---|
| 1) cilindro de alimentación del material que se va a rallar 40 cm de largo x 12 de diámetro |
| 2) platina transmisora de movimiento circular a movimiento pendular del tamiz 12 cm |
| 3) punta del eje de tamiz 7 cm |
| 4) transmisión del tamiz 46 cm |
| 5) tornillo de ajuste de cadena 24 cm |
| 6) manilla 7 cm |
| 7) tubo lateral derecho del chasis y soporte de tanque de sedimentado 85 cm |

Vista lateral derecha



Base de cilindro de alimentación 34 cm
tubo lateral izquierdo del chasis y soporte de tanque de sedimentado 85 cm
Base de soporte del eje de vaivén del tamiz 5 cm

Vista lateral izquierda



- | |
|---|
| 1) disco de rallado 30 cm x 576 perforaciones |
| 2) soporte de eje del tamiz 10 cm |
| 3) base de soporte de eje del tamiz 40 cm |
| 4) tanque de sedimentación |
| 5) tubo de desagüe 3 x 12 cm |
| 6) travesaño de refuerzo de chasis 89 cm |
| 7) patas delanteras 87 cm |

Vista posterior



1) Soportes superiores de tamiz 40 cm
2) Ancho de tamiz 58 cm
3) Base de sujeción de tornillo de transmisión 3 cm
4) Largo de tamiz 59 cm
5) espesor de tamiz 12 cm

Detalle de Tamizador

C) Horno solar (secador)



1)	ancho 12 x 35 x 18 cm
2)	largo 125 cm
3)	parte interna forrada en papel de aluminio
4)	aislamiento térmico para estabilizar la temperatura interna anime de 2.5 cm de espesor
5)	lamina de vidrio x 124 x 35 cm x de 5 mm de espesor

Vista lateral derecha



- | |
|--|
| 1)Chimenea de evacuación de vapor de agua codos de 5 cm |
| 2)tela protectora para evitar acceso de insectos al interior del horno |
| 3)perforaciones para entrada de aire necesario para el proceso de secado |
| 4)base de tubos cuadrados de 2.5 x 2.5 x 60 cm |

Vista posterior