

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



TESIS PARA TÍTULO PROFESIONAL

DIFUSIVIDAD EFECTIVA DURANTE EL SECADO DE RODAJAS DE YUCA

(*Manihot esculenta*) A DIFERENTE TEMPERATURA Y ESPESOR Y

OBTENCIÓN DE HARINA

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ELABORADO POR

CALDAS DIEGO ADBEEL

TINGO MARÍA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 014-2019

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 19 de diciembre del 2019, a horas 11:00 a.m., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bach. **CALDAS DIEGO, Adbeel**, titulada:

“DIFUSIVIDAD EFECTIVA DURANTE EL SECADO DE RODAJAS DE YUCA (*Manihot esculenta*) A DIFERENTE TEMPERATURA Y ESPESOR Y OBTENCIÓN DE HARINA”

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**; en consecuencia, la sustentante, queda apto para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45º numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso “k” y 135 inciso “f” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 19 de noviembre 2019

.....
Ing. Williams Vicente Roldán Carbajal
Presidente

.....
Ing. Luz Milagros Follegatti Romero
Miembro

.....
Q.F. Nancy Nery Contreras Gutiérrez
Miembro

.....
Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo
Asesora

DEDICATORIA

A Dios por la fuerza y bendiciones que me da día a día para poder seguir adelante.

A mi alma mater Universidad Nacional Agraria de la Selva, facultad Ingeniería en Industrias Alimentarias

A mis padres que son las fuentes de mi inspiración y la muestra de cariño y amor que me brindan desde el día de concepción.

A mi asesora por su tiempo y dedicación, que a diario mantuvo para llegar a culminar este trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que colaboraron de una u otra manera al desarrollo y término de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirme y haberme permitido concluir esta meta.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de las que llevo los más preciados recuerdos y a todos los docentes que brindaron sus conocimientos en diferentes áreas.

A los miembros del jurado: Ing. Williams Vicente Roldán Carbajal, Ing. Luz Milagros Follegatti Romero, Q.F. Nancy Nery Contreras Ruíz y Asesora Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo, por su orientación en este trabajo de investigación.

A la Ing. Esperanza Salazar Ramirez por brindarme su apoyo durante la tesis.

A mis amigos: Mario N. Quispe Cusi, Daniel Roldán Sánchez, Yenifer Chavez Calderon y muchos más, que me brindaron su apoyo durante el transcurso de mi carrera y ejecución de mi trabajo de investigación.

A mis hermanos: Audesa, Natanael, Misael y en memoria a Merarí Caldas Diego, sé que desde el cielo nos estarás cuidando. Gracias por su apoyo incondicional durante la ejecución y redacción de mi tesis. Infinitamente gracias a mis padres Nemecio E. Caldas Jara y Eusebia Diego Montana, por apoyarme desde el primer día de mi existencia.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos y en la Planta de Harinas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Los objetivos fueron determinar la humedad crítica, humedad de equilibrio, difusividad efectiva y energía de activación durante el secado de yuca a diferente temperatura y espesor de rodajas de yuca y obtener harina de yuca. El estudio de la cinética de secado se realizó a tres temperaturas (40, 50 y 60 °C) y dos espesores (2 y 4 mm), a velocidad constante de aire de 2,2 m/s. Las humedades de equilibrio para las temperaturas de secado de 40, 50 y 60 °C y espesores de 2 y 4 mm variaron de 0,04 – 0,05 g agua/g m.s y 0,05 – 0,07 g agua/g m.s respectivamente y las humedades críticas para las temperaturas de secado y espesores de 2 y 4 mm fueron entre 1,05 – 1,22 g agua/g m.s y 1,23 – 1,46 g agua/g m.s respectivamente. La difusividad efectiva del agua se encuentra en el rango de $8,10569 \times 10^{-10}$ – $1,2969 \times 10^{-09}$ m²/s y $1,2969 \times 10^{-09}$ – $3,24228 \times 10^{-09}$ m²/s para las temperaturas de secado y espesores de 2 y 4 mm respectivamente. Tanto la difusividad como los parámetros cinéticos de secado: humedades críticas y de equilibrio presentan dependencia con la temperatura y espesor ($p \leq 0,05$). La energía de activación resultó 20,312 y 39,899 KJ/mol para espesores de 2 y 4 mm respectivamente y el índice de finura: 2,84 - 3,52 y 2,78 - 2,92; correspondiendo a una molienda media.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. La yuca.....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.3. Composición nutricional de la yuca.....	4
2.1.4. Productos derivados de yuca.....	5
2.2. El secado.....	6
2.2.1. Teoría de secado.....	6
2.2.2. Tiempo de secado.....	7
2.2.3. Factores que intervienen en el proceso de secado:.....	8
2.2.4. Clasificación para los secadores.....	12
2.3. Tamizado.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Lugar de ejecución.....	14
3.2. Materia prima.....	14
3.3. Equipos y Materiales.....	14
3.3.1. Equipos.....	14
3.3.2. Materiales.....	15
3.4. Métodos de análisis.....	15
3.5. Metodología experimental.....	15
3.5.1. Proceso de secado a diferente temperatura y espesor de rodajas de yuca.....	15

3.5.2. Cálculo de la difusividad efectiva.....	18
3.5.3. Cálculo de la energía de activación.....	18
3.5.4. Obtención de harina de yuca.....	19
3.6. Diseño experimental.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Características de la materia prima.....	22
4.2. Secado de la yuca.....	24
4.2.1. Curva pérdida de peso vs tiempo de secado, espesor 2 mm.....	24
4.2.2. Curva pérdida de peso vs tiempo de secado, espesor 4 mm.....	26
4.2.3. Humedad base seca (H _{bs}) vs tiempo (t).....	27
4.2.4. Velocidad de secado (R) vs tiempo (t).....	30
4.2.5. Velocidad del secado (R) vs promedio de la humedad en base seca (H _{bs_{prom}}).....	32
4.2.6. Variación de la Humedad en base seca con el tiempo (-dH/dt) vs promedio humedad base seca (H _{bs_{prom}}).....	38
4.2.7. Difusividad efectiva (D _{eff}).....	40
4.2.8. Energía de activación (E _a).....	45
4.2.9. Características fisicoquímicas de la harina de yuca.....	48
4.3. Evaluación granulométrica de la harina de yuca.....	49
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES.....	55
ABSTRACT.....	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXO.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	pág.
1. Composición nutricional de la yuca	5
2. Caracterización fisicoquímica de la yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	22
3. Humedad crítica y humedad en equilibrio del secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 y 4 mm	35
4. ANOVA de la humedad crítica a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm	36
5. ANOVA de la humedad crítica a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm.....	36
6. ANOVA de la humedad de equilibrio a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm....	37
7. ANOVA de la humedad en equilibrio a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm....	37
8. Difusividad efectiva en el secado a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm	41
9. ANOVA de la difusividad efectiva en secado a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm.....	42
10. Difusividad efectiva en el secado a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm	42
11. ANOVA de la difusividad efectiva en secado a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm.....	43
12. Energía de activación en secado a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm.....	45
13. Energía de activación en secado a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm.....	46
14. Datos del análisis fisicoquímico de la harina de yuca.....	47
15. Índice de finura de la harina de yuca secada a 40 °C espesor 2 mm.....	48
16. Índice de finura de la harina de yuca secada a 50°C espesor 2 mm	49
17. Índice de finura de la harina de yuca secada a 60 °C espesor 2 mm	49

18. Índice de finura de la harina de yuca secada a 40 °C espesor 4 mm 50
19. Índice de finura de la harina de yuca secada a 50 °C espesor 4 mm 50
20. Índice de finura de la harina de yuca secada a 60 °C espesor 4 mm 51
21. Índice de finura secada a diferente temperatura y espesor.....51

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	pág.
1. Flujo de operaciones para la obtención de harina de yuca.....	17
2. Diseño experimental para el secado de yuca	21
3. Pérdida de peso durante el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm	23
4. Pérdida de peso durante el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm	25
5. “H _{bs} ” vs “t” en el secado de yuca, espesor 2 mm	27
6. “H _{bs} ” vs “t” en el secado de yuca, espesor 4 mm	28
7. Velocidad vs tiempo de secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm...	29
8. Velocidad vs tiempo de secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm...	30
9. Velocidad vs H _{bs_{prom}} a temperatura de 40 °C, con espesor 2 mm	31
10. Velocidad vs H _{bs_{prom}} a temperatura de 50 °C, con espesor 2 mm	32
11. Velocidad vs H _{bs_{prom}} a temperatura de 60 °C, con espesor 2 mm	32
12. Velocidad vs H _{bs_{prom}} a temperatura de 40 °C, con espesor 4 mm	33
13. Velocidad vs H _{bs_{prom}} a temperatura de 50 °C, con espesor 4 mm	33
14. Velocidad vs H _{bs_{prom}} a temperatura de 60 °C, con espesor 4 mm	34
15. Humedad crítica (H _c) y humedad en equilibrio (H _{eq}) en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm.....	39

16. Humedad crítica (H_c) y humedad en equilibrio (H_{eq}) en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm.....	39
17. Ln (MR) vs. Tiempo en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm	40
18. Ln (MR) vs. Tiempo en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm	41
19. Relación Ln (Deff) Vs. 1/T con espesor 2 mm	45
20. Relación Ln (Deff) Vs. 1/T con espesor 4 mm	46

I. INTRODUCCIÓN

Una de las raíces amiláceas que posee mucho potencial para ser utilizado en la agroindustria es *Manihot esculenta* (yuca); no es muy conocida alrededor del mundo a pesar de ser un importante cultivo en la alimentación de los países tropicales.

La raíz amilácea, yuca (*Manihot esculenta*) se cultiva en lugares tropicales y subtropicales y es considerada la fuente primaria de hidratos de carbono. Según VILLACA (2014), la producción de yuca se cultiva en lugares rurales y mayormente en la amazonia peruana, por presentar el clima y suelo adecuados.

En el distrito de Uchiza la yuca es una raíz considerada parte de la alimentación, pero no es muy rentable debido al largo período de cultivo, a la falta de demanda del producto (poco consumo) y a la poca duración del tubérculo (máximo 3 días en fresco) debido a la gran cantidad de agua que presenta.

El secado es una manera de reducir la humedad que presenta el alimento, evitando así el crecimiento de mohos, bacterias u otros microorganismos dañinos y a la vez permitir mayor duración del producto.

El secado utilizando aire caliente nos permite la obtención de alimentos estables, es una operación unitaria de separación, mediante la cual

se remueve agua o algún otro compuesto volátil por evaporación, de la que se obtiene un producto sólido. Esta operación unitaria se utiliza con la finalidad de preservar o prolongar la vida útil de productos biológicos, entre los que se cuentan los alimentos.

Por las consideraciones indicadas, se ha planteado la investigación, teniendo el objetivo general de: Analizar el efecto de la temperatura de secado, así como el espesor de rodajas de yuca en la difusividad efectiva y como objetivos específicos los siguientes:

- Determinar la humedad crítica y la humedad de equilibrio del secado de yuca a diferente temperatura y espesor.

- Determinar la difusividad efectiva durante el secado de yuca a diferente temperatura y espesor de rodajas de yuca.

- Determinar la energía de activación para el secado de la yuca a diferente temperatura y espesor de rodajas de yuca.

- Obtener y caracterizar harina de yuca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La yuca

2.1.1. Origen

Especie de raíz amilácea cultivado en lugares tropicales y subtropicales, siendo un cultivo alimenticio muy importante en los países tropicales, es muy poco conocida alrededor del mundo (AYALA, 2015).

Es cultivada en las zonas tropicales alrededor del mundo y es una fuente primaria de carbohidratos para muchas personas en todo el mundo (CLEMENT *et al.* 2016).

En el mundo son producidas 203 millones de toneladas de raíces frescas de yuca, de los cuales 18% (37 millones de toneladas) son producidas en Latinoamérica y el Caribe. Se cultiva en 90 países que se encuentran en zonas tropicales y subtropicales, y se dedujo son alimentados como 5 millones de personas en el mundo (SICA, 2014).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Según TRUJILLO (2014), la clasificación taxonómica de la yuca es la siguiente:

Reino: plantae

División: magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Subfamilia: crotonoideae

Tribu: manihoteae

Género: manihot

Especie: *Manihot esculenta*

Nombre científico: *Manihot esculenta crantz*

La yuca a nivel mundial tiene diferentes nombres: yuca, manihot, mandioca, tapioca, manioca, mayaca, rogo, cassava, rumu, kute, kaspe, agba, kacaimi, etc.

2.1.3. Composición nutricional de la yuca

La yuca es rica en hidratos de carbono, pobre en grasa y proteínas, ayuda a la digestión, aporta vitaminas B y C, además de minerales como: potasio, magnesio, hierro y no contiene gluten; es apta para personas celíacas. En la mayor parte del país se lo consume fresco, pero en los departamentos como Beni, Pando y Santa Cruz se consume macerada, plato regional llamado “masato” (AYALA, 2015).

El contenido de proteínas en las hojas es de 20 a 22%, en peso seco, las raíces contienen 2-3% en peso seco) pudiendo ser más alto (6-8%) en Centroamérica (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 2002; CEBALLOS y DE LA CRUZ, 2002).

La composición nutricional de la yuca se puede apreciar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición nutricional de la yuca.

COMPONENTE	CONTENIDO	
Energía	132 Kcal	
Proteínas	1,0 g	
Lípidos	0,3 – 0,4 g	
Carbohidratos	32,8 - 38 g	
Fibra	1,0 – 2,0 g	
Agua	65,2 g	
Tiamina	0,05 mg	
Riboflavina	0,04 mg	
Niacina	0,60 mg	Vitaminas
Piridoxina (B6)	0,30 mg	
Ácido ascórbico (C)	19,0 – 20,2 mg	
Calcio	40 mg	
Fósforo	34 mg	Minerales
Hierro	1,4 mg	

Fuente: USDA (2016)

2.1.4. Productos derivados de yuca

El secado y la rehidratación son procesos similares pero inversamente respecto al tiempo. En los chips de yuca deshidratados se produce el rompimiento de los enlaces moleculares para provocar una estructura contraída que al rehidratarse forma nuevos enlaces internos, influyendo en la capacidad de rehidratación (GARCÍA-MOGOLLÓN *et al.*, 2016).

La yuca puede convertirse en harina considerada de alta calidad que se utiliza para sustituir la harina de trigo, maíz y arroz entre otros y poder utilizarse en fórmulas de alimentos como pan, pasta, mezclas, etc. También puede ser utilizada para espesar y provocar la extensión de sopas deshidratadas, condimentos, alimentos para bebés, así como en dulces.

La harina de yuca es una excelente alternativa para fabricar materiales que no afectan el medio ambiente, por su disponibilidad, su bajo costo, así como su alto contenido de almidón que, en específicas condiciones de proceso tiene un comportamiento termoplástico (NAVIA *et al.*, 2014).

2.2. El secado

Según SINGH y HELDMAN (2014), el secado involucra transferencia de calor y de masa. De calor para ser transferido al material que se desea secar y proporcionar calor latente que se requiere para la vaporizar la humedad, seguidamente el agua se convierte en vapor que va a la corriente de aire. El secado es la eliminación parcial o total de agua de los materiales en proceso.

El fenómeno es complejo, incluye transporte de calor y materia; el calor se transporta hacia dentro del material y el agua se transporta hacia el exterior (TREYBAL, 1998).

2.2.1. Teoría de secado

- **Contenido de humedad en base seca (x)**, es la humedad del material en porcentaje de peso del sólido seco.

$$x = \frac{\text{Kg humedad}}{\text{Kg solido seco}} \quad (1)$$

- **Contenido de humedad en base húmeda (h)**, es la humedad del material en porcentaje de peso de sólido mojado.

$$x = \frac{\text{Kg humedad}}{\text{Kg solido seco}} = \frac{\text{Kg humedad}}{\text{Kg humedad} + \text{Kg solido seco}} \quad (2)$$

- **Humedad de equilibrio: x^*** , Viene a ser la humedad del sólido en el momento en que su presión de vapor es igual a la presión de vapor del gas. Es decir es la humedad del sólido en equilibrio con el gas.

- **Humedad libre: $x - x^*$** , Viene a ser la humedad en exceso en relación a la humedad de equilibrio. Humedad que es posible evaporar y está en función a la concentración de vapor en la corriente de gas.

La humedad límite es la humedad del sólido que ejerce presión de vapor de equilibrio menor de la que ejerce el líquido puro a igual temperatura y la humedad no límite, es la humedad que ejerce el sólido a una presión de vapor igual al del líquido puro a igual temperatura (ZEKI, 2013)

2.2.2. Tiempo de secado

Durante el secado se remueve humedad libre de la superficie, así como el agua retenida en el interior. Determinando el cambio en el contenido de humedad del material respecto al tiempo, se logra obtener una curva que nos permitirá conocer la velocidad de secado a determinado contenido de humedad.

2.2.3. Factores que intervienen en el proceso de secado:

2.2.3.1. Temperatura del aire

Si se incrementa la temperatura, se acelera la eliminación de humedad dentro de límites posibles. La temperatura considera la especie que se va a secar, además la temperatura de secado de vegetales se encuentra entre los 40 a los 70 °C.

2.2.3.2. Humedad relativa del aire

Viene a ser la razón de presión de vapor de agua en ese momento, en referencia a la presión de saturación del vapor de agua a igual temperatura. Se expresa en porcentaje. Conforme aumenta la temperatura del aire, se incrementa su capacidad de absorción de humedad; si se disminuye la temperatura, sucede lo contrario. Si la temperatura del aire de secado es alta y la humedad relativa baja, se presenta el riesgo de que la humedad en la superficie del alimento se elimine con más rapidez de que el agua se difunda desde el interior húmedo hacia la superficie del alimento. Evitando esto, se evita la formación de costras (BARBOZA y CANOVAS, 2000), de allí que es importante, la velocidad de flujo de aire, empleándose a nivel industrial humedades relativas del 20% al 40%.

Es necesario determinarse el tiempo de secado para el primer y segundo periodo de secado.

$$\int_0^t dt = \frac{m_s}{A} = \int_{x_2}^{x_{cr}} \frac{dx}{W_D} \quad (3)$$

Donde:

X_1 y X_2 = contenido de humedad al tiempo 0 y al tiempo t.

- **Periodo constante de secado**

Al ser el secado constante, de la Ecuación 3 se obtiene el tiempo para la primera parte del periodo de secado.

$$t_1 = \frac{m_s}{A \cdot W_{DII}} (X_1 - X_{cr}) \quad (4)$$

$X_2 = X_{cr}$, que es el contenido de humedad al finalizar el primer periodo. En este periodo influyen la velocidad de secado W_D depende de los coeficientes de transferencia de calor y masa (h y kg) entre el agente de secado y la superficie que se quiere secar.

Debido a la estructura no uniforme de los materiales porosos, se crean dificultades para estimar el contenido crítico de humedad. Es por eso que a veces es recomendable realizar experimentos en condiciones similares a las de la práctica industrial (SING y HELDMAN, 2014)

- **Periodo de caída de secado**

Este periodo puede tener un comportamiento lineal o no lineal, por lo cual requiere un estudio más minucioso

La forma de la curva de secado depende del tipo de material, la velocidad de secado en el primer periodo de secado y el contenido crítico de humedad. Considerando la Ecuación 4 se puede construir una ecuación similar en la que la velocidad de secado está en función al contenido de humedad.

$$t_{II} = \frac{m_s}{A} \int_0^t \frac{dX}{W_{DII}} \quad (5)$$

Donde X_2 = humedad en el material al final del proceso. Existe una dependencia de $W_{DII}=f(X)$ es lineal y se describe como:

$$W_{DII} = aX + b \quad (6)$$

Operando (6) en (5) se obtiene:

$$t_{II} = \frac{m_s}{A} \int_{x_2}^{x_{cr}} \frac{dX}{aX+b} \quad (7)$$

Integrando se obtiene:

$$t_{II} = \frac{m_s}{A} \ln \frac{aX_{cr}+b}{aX_2+b} \quad (8)$$

Los coeficientes se obtienen de la siguiente manera.

$$a = \frac{W_{DI}+W_{DII}}{X_{cr}+X_2} \quad (9)$$

$$W_{DII} = aX + b \quad (10)$$

Sustituyendo a y b en (8) se obtiene:

$$t_{II} = \frac{m_s}{A} \frac{X_{cr}+X_2}{W_{DI}+W_{DII}} \ln \frac{W_{DI}}{W_{DII}} \quad (11)$$

El tiempo total del proceso es la suma de los dos periodos.

$$t = t_I - t_{II} \quad (12)$$

t_I : Tiempo secado primer periodo

t_{II} : Tiempo de secado segundo periodo

- Ajuste del modelo de capa delgada

Para el ajuste y modelamiento matemático de los datos experimentales tomados de las curvas de secado, se utiliza el modelo de difusión de la solución de la segunda Ley de Fick para una geometría de lámina infinita para tiempos largos.

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \sum_n^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} * \exp\left[-(2n+1)^2 \frac{\pi^2 Def f^* t}{4L^2}\right] \quad (13)$$

En término de sumatoria se tiene:

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \left[\frac{\pi^2 Deff^*t}{4L^2} \right] \quad (14)$$

Luego

$$\ln(MR) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - \left[\frac{\pi^2 Deff^*t}{4L^2} \right] \quad (15)$$

También se tiene que:

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_i - M_e} \quad (16)$$

Se tienen modelos empíricos que utilizan como variable dependiente la fuerza impulsora reducida (MR) descrita con la Ecuación 2, que relaciona gradiente de humedad de la muestra a un tiempo real con la humedad inicial y la humedad de equilibrio.

De la ecuación 1 se tiene que la difusividad (Deff) es constante. Dónde: M_t = contenido de humedad a tiempo real (g agua/g m.s.); M_o = contenido de humedad inicial (g agua/g m.s.) y M_{eq} = contenido de humedad de equilibrio (g agua/g m.s.). MR viene a ser la fuerza impulsora reducida (adimensional); Deff = coeficiente efectivo de difusividad de agua (m^2/s); t = tiempo (segundos), L = el medio espesor de la lámina finita (m) y n =l número de series de la sumatoria.

La energía de activación, que viene a ser la dependencia de la difusividad en función a la temperatura, es calculada por la ecuación de Arrhenius:

$$\ln(D_{eff}) = \ln(D_0) - \frac{E_a}{R*T} \quad (17)$$

D_{eff} : Difusividad efectiva ($m^2 *s$)

D_0 =Factor Arrhenius ($m^2 \cdot s$)

E_a =Energía de activación $Jmol^{-1}$

R= Constante universal de los gases ($8,3143 Jmol^{-1}K^{-1}$)

T= Temperatura (K).

2.2.4. Clasificación para los secadores

Considerando que la humedad es uno de los factores que contribuyen a la descomposición de los alimentos, se diseñaron secadores para el secado de cierto tipo de alimentos.

Es amplia la clasificación de secadores, sin embargo, la más general está en función al método con el que se lleva a cabo la transferencia de calor (conducción, convección, radiación).

Los secadores en bandejas funcionan con un ventilador que recircula el aire calentado con vapor en forma paralela sobre la superficie de las charolas, puede usar también calor eléctrico (MISHRA *et al.*, 2010)

2.2.4.1. Factores que regulan el secado

Los factores que regulan el secado son: Velocidad de aire, duración del secado, temperatura utilizada, que varía en función al alimento y al método de secado. La humedad relativa del aire, que varía con el alimento, método de secado y fase de secado, generalmente es mayor al comenzar el secado. El control inadecuado de los factores produce la aparición de endurecimiento externo por la rapidez de evaporación de la humedad de la superficie que produce una película superficial dura.

2.3. Tamizado

Método de separar partículas basadas solamente en el tamaño. En el tamizado se vierten los sólidos sobre el tamiz, que deja pasar las partículas pequeñas o finas y retiene tamaños superiores que son los rechazos; granulometría viene a ser el procedimiento manual o mecánico por el que se separan las partículas que están presentes en la mezcla, según tamaño, de manera que se puedan conocer el peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan mallas de diferentes aberturas, que proporcionan el tamaño máximo de mezclado que se agrega en cada una de ellas. En la práctica, los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes que quedan retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos retenidos se calculan como parciales o como acumulados, en cada malla, y con estos, se traza la gráfica de valores de la granulometría.

2.3.1. Análisis de productos granulares o pulverulentos por tamizado.

Para obtener la distribución de tamaños de partícula en una mezcla de sólidos se utilizan series de tamices normalizados fabricados con tela de alambre, en una relación constante entre tamaños de aberturas de los diferentes tamices según la serie (RODRÍGUEZ *et al.* s.f.)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de Ingeniería de Alimentos y en la Planta de Harinas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), situado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, a una altitud de 660 m.s.n.m. a 09°17'08" de Latitud Sur, 75°59'52" de Latitud Oeste, clima tropical húmedo, humedad relativa media de 84% y temperatura media anual de 24 °C.

3.2. Materia prima

Se utilizaron raíces de yuca, provenientes del kilómetro 9 de la carretera a Uchiza, provincia de Tocache, región San Martín.

3.3. Equipos y Materiales

3.3.1. Equipos

- Secador de bandejas
- Balanza analítica
- Estufa
- Molino de martillo
- Equipo Rot-ap para tamizado

- Mufia.

3.3.2. Materiales

Vasos de precipitación, mesa de acero inoxidable, juego de tamices, selladora, papel aluminio, tijeras, placas Petri, desecador de vidrio (campana), cuchillo inoxidable, tabla de picar de plástico (color blanco)

3.4. Métodos de análisis

- Humedad y materia seca: métodos AOAC (1990).
- Determinación de ceniza, método N° 930.05 (A.O.A.C 2008)
- Determinación de pH, método de la A.O.A.C. N° 981.12
- Análisis granulométrico según ASTM E11.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Proceso de secado a diferente temperatura y espesor de rodajas de yuca

Las operaciones para la obtención del producto se realizaron según el flujo que se presenta en la Figura 1 y se describe a continuación:

- **Materia prima:** Se utilizaron raíces de yuca procedente del kilómetro 9, distrito de Uchiza, provincia de Tocache, región San Martín.
- **Selección y Clasificación:** la selección se hizo en base a la variedad, teniendo en cuenta el tamaño y estado sanitario
- **Lavado:** se lavaron con agua potable y se pusieron en una caja.
- **Transporte:** se transportó en una caja para evitar daños la raíz.
- **Recepción:** en el laboratorio de ingeniería de Alimentos.

- **Almacenamiento:** en refrigeración hasta el día siguiente para realizar el secado.

- **Pelado:** se peló la yuca con la ayuda de un cuchillo inoxidable, dejando solo la parte blanca.

- **Cortado:** se realizaron cortes delgados en rodajas de aproximadamente 2 mm y 4 mm de espesor.

- **Secado:** las muestras de yuca fueron colocadas en el secador previamente calentado a las temperaturas de 40, 50 y 60 °C.

- **Envasado y almacenado:** deshidratada la yuca fue empacada en bolsas de polipropileno de alta densidad y se sellaron para evitar ingreso de humedad.

Técnica de obtención de datos:

En la operación de secado se tomaron los datos de tiempo de secado en minutos, así como la pérdida de peso, el peso de agua que pierde el producto, la relación peso de agua/peso de materia seca en base seca, para determinarse:

- Curvas de secado

Vienen a ser los datos que registra el secador para los tratamientos en estudio, seguidamente se construyeron las curvas: Humedad en base seca (Hbs) vs tiempo; Pérdida de peso (g) vs tiempo, Velocidad de secado vs Hbs; Velocidad de secado vs tiempo, a fin de determinar la humedad crítica, la humedad de equilibrio, el periodo de secado a velocidad constante y el periodo de secado a velocidad decreciente.

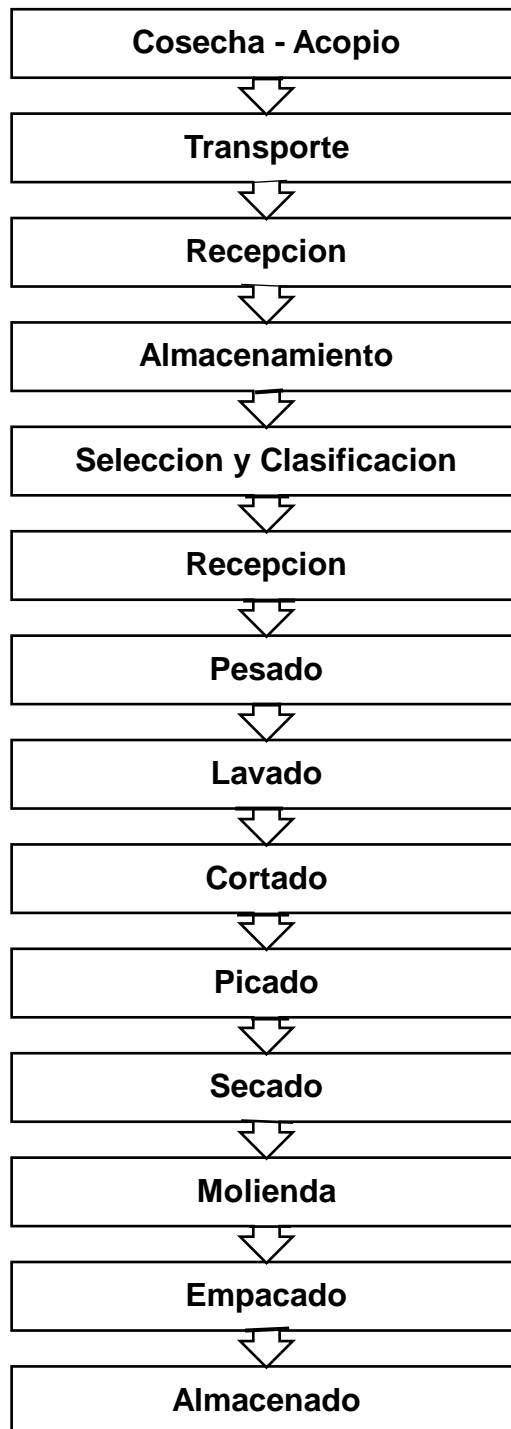


Figura 1. Flujo de operaciones para la obtención de harina de yuca

3.5.2. Cálculo de la difusividad efectiva (D_{eff})

Se utilizó el modelo de Fick para una placa plana infinita. La difusividad efectiva es constante, y no se toma en consideración el encogimiento que pueda sufrir la muestra.

Se registraron los pesos, así como las humedades en base seca (kg agua/kg de sólido seco) por cada minuto hasta terminar el proceso.

Se aplicó el modelo difusional para placas:

$$L(MR) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - \left[\frac{\pi^2 * (D_{eff})^t}{4L^2}\right]$$

$$MR = \frac{M_t - M_{eq}}{M_o - M_{eq}}$$

Dónde:

M_t = Contenido de humedad al tiempo t (g agua/g m.s.)

M_o = Contenido inicial de humedad (g agua/g m.s.)

M_{eq} = Contenido de humedad en el equilibrio (g agua/g m.s.)

MR = Fuerza impulsora reducida (adimensional)

D_{eff} = Coeficiente de difusividad efectiva de agua (m^2/s)

t = Tiempo (segundos)

L = Espesor medio de la lámina finita (m)

3.5.3. Cálculo de la energía de activación (E_a)

Se calculó por la ecuación de Arrhenius:

$$\ln(D_{eff}) = \ln(D_o) - \frac{E_a}{R*T}$$

D_{eff} = Difusividad efectiva ($m^2 * s^{-1}$)

D_0 = Factor de Arrhenius ($m^2 * s^{-1}$)

E_a = Energía de activación ($KJ * mol^{-1}$)

R = Constante universal de los gases ($8,3143 Jmol^{-1}K^{-1}$)

T = Temperatura ($^{\circ}K$).

3.5.4. Obtención de harina de yuca

Obtenido los datos de tiempo y temperatura de secado se procedió a la elaboración de la harina de yuca, continuando con las operaciones complementarias al secado de la yuca.

- **Molienda:** Utilizando molino de martillos
- **Empacado:** En empaques de polietileno de alta densidad
- **Almacenado:** A temperatura ambiente

3.5.4.1. Evaluación granulométrica de la harina yuca

Para realizar el análisis granulométrico de la harina de yuca, las muestras obtenidas del secado a espesores de 2 y 4 mm fueron tamizadas utilizando un Ro-Tap (tamizador vibratorio) utilizando tamices de la serie ASTM números: 20,30, 35, 45, 60, 80, 120 y el plato.

Luego se pesaron cada una de las fracciones retenidas en los tamices con la finalidad de evaluar el índice de finura de la harina de yuca de los diferentes tratamientos.

- **Índice finura**

Aplicando la siguiente fórmula

$$\text{Módulo de finura} = \frac{\sum \%PR * FR}{100}$$

Dónde:

$\%PR$ = Porcentaje retenido en los tamices

FR = Factor de retardo

3.5.4.2. Evaluación fisicoquímica de la harina de yuca

Obtenida la harina de yuca se procedió con los siguientes análisis fisicoquímicos: Humedad, ceniza.

- **Humedad**

$$\text{Humedad} = \frac{(sp + m) - (sf)}{(sp + m) + (sp)} \times 100$$

sp = Peso de la placa

$sp + m$ = Peso de la muestra y la placa

sf = Peso de la placa y la muestra seca

- **Ceniza**

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{C - A}{B - A} \times 100$$

Dónde:

A = Peso del crisol vacío (gramos)

B = Peso del crisol más la muestra seca (gramos)

C = Peso del crisol y la muestra calcinada en gramos

3.6. Diseño experimental

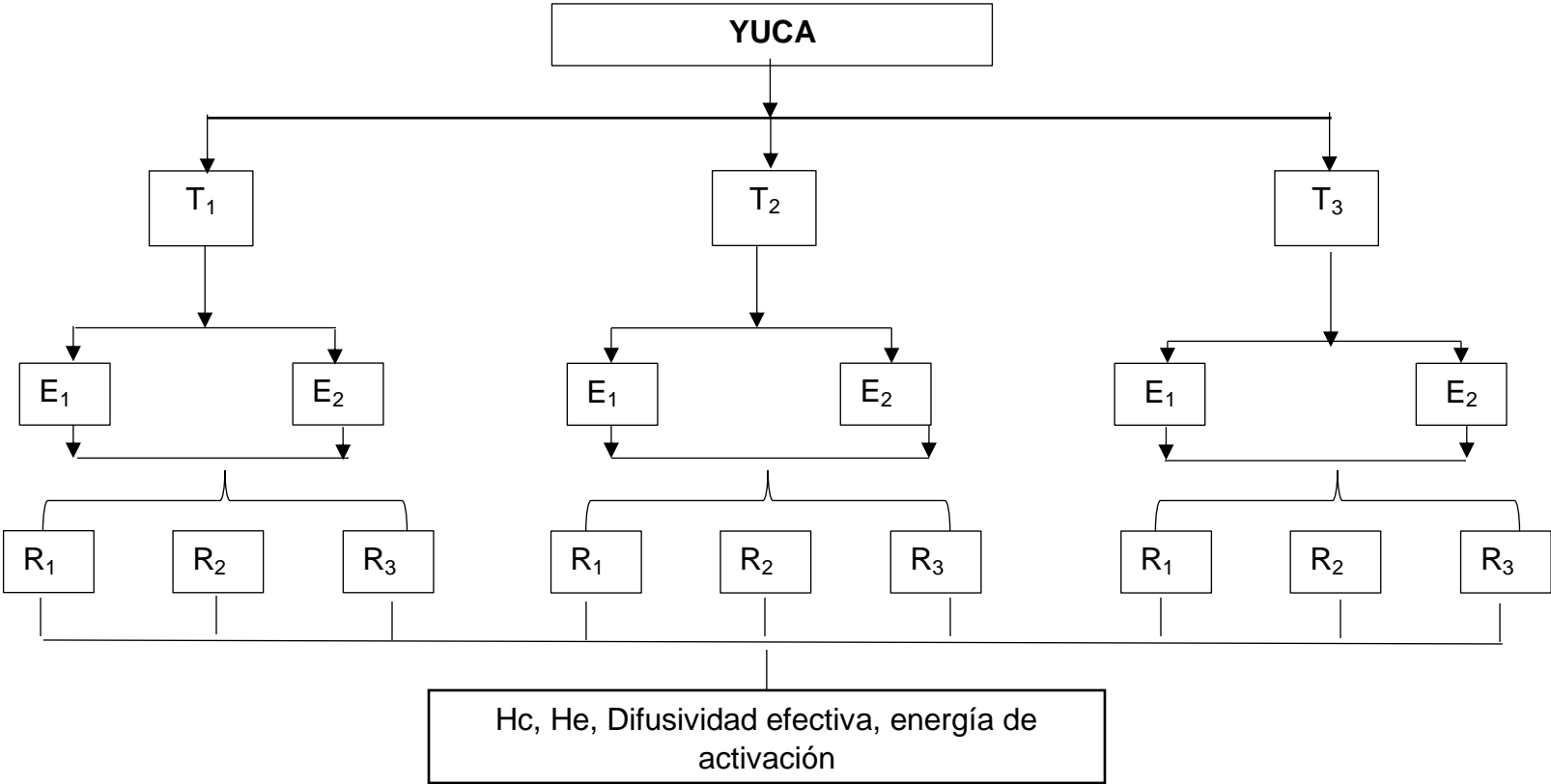


Figura 2. Diseño experimental para el secado de yuca

Dónde: T₁: temperatura 40 °C; T₂: temperatura 50 °C; T₃: temperatura 60 °C
E₁: espesor 2 mm, E₂: espesor 4 mm

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características de la materia prima

En el Cuadro 2 se presenta los resultados del análisis fisicoquímico de la yuca (*Manihot esculenta*).

Cuadro 2. Caracterización fisicoquímica de la yuca (*Manihot esculenta*)

COMPONENTE	CONTENIDO
Humedad (%)	58,79
Ceniza (%)	0,92
Ph	6,3

La yuca presentó un contenido de humedad de 58,79%, valor menor a lo reportado por CARRANZA y SÁNCHEZ (2002) quienes obtuvieron 66,2%, pudiendo deberse esto a la variedad de yuca y a las condiciones agroecológicas del suelo, estado de madurez de la yuca y el tiempo transcurrido entre cosecha y los análisis respectivos. USDA (2016), reporta 65,2%.

El porcentaje de ceniza fue de 0,92%, cercano al valor de 1% obtenido por CARRANZA y SÁNCHEZ (2002).

Los valores de humedad y ceniza hallados experimentalmente difieren de los resultados encontrados por CORAL y GALLEGOS (2015), para

humedad 63,58 – 64,26% y ceniza (0,96 – 1,34%), quienes mencionan que los tubérculos son fuente de grandes cantidades de agua. GARCÍA *et al.* (2016), reporta una humedad de $56,96 \pm 1,9\%$ y ceniza $1,5 \pm 0,3\%$.

El valor de pH de la yuca fue de 6,3. FIGUEREDO *et al.* (2016) reportan un valor de 6,806 a los 0 días de almacenamiento de la mandioca, pero está dentro de los resultados de MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ *et al.* (2019).

4.2. Secado de la yuca

4.2.1. Curva pérdida de peso vs tiempo de secado, espesor 2 mm

En los Anexos 2-I, 2-II y 2-III se registran los datos experimentales durante el secado de yuca a temperaturas de 40, 50 y 60 °C, con espesor de 2 mm y velocidad constante de 2,2 m/s; estos datos permitieron obtener la curva que se muestra en la Figura 3.

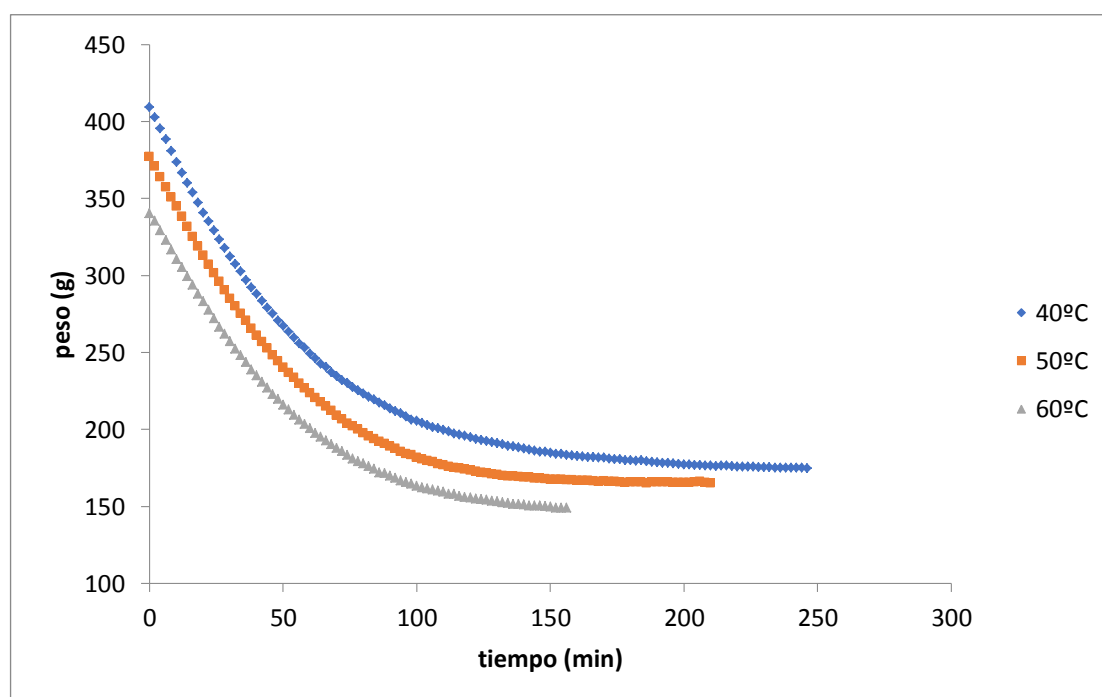


Figura 3. Pérdida de peso durante el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm.

Según los datos del Anexo 2-I, 2-II y 2-III, la pérdida de peso fue en forma decreciente hasta los pesos constante de 174,6; 165,1; y 149 g para las temperaturas de 40, 50 y 60 °C respectivamente.

Analizando la Figura 4 se observa que, la pérdida de peso está influenciada por la temperatura; a mayor temperatura de deshidratación de la yuca, menor tiempo de secado, los mismos que fueron 246, 210 y 156 minutos para 40, 50 y 60 °C respectivamente. Los tiempos de secado obtenidos son menores a lo reportado por SALCEDO-MENDOZA *et al.* (2016), respecto a que el menor tiempo de secado de afrecho de yuca fue de 11 h para las condiciones de 50 °C y 3,4 m/s

De la curva de secado (Figura 3), se puede apreciar que la pérdida de peso con la muestra de espesor 2 mm, inicialmente es mayor y luego disminuye conforme avanza el tiempo y cuanto mayor es la temperatura, menor es el tiempo para llegar a la temperatura de equilibrio, esto se cumple en las temperaturas: a 40 °C (246 minutos) a 50 °C (210 minutos), a 60 °C (156 minutos), esto podría deberse al espesor con el que se trabajó.

BARRENA (2011) trabajando con lúcuma a 40 °C y 2,5 m/s obtuvo 100 minutos, a 50° C, 68 minutos y a 60 °C, 40 minutos, esto podría deberse a la misma estructura de la lúcuma.

TORRES (2012) en su investigación sobre cinética en plátano inguiri indica una pérdida de peso en forma decreciente hasta obtener peso final constante de 143,65; 139,67; y 145,00 g para 40, 50 y 60 °C respectivamente.

4.2.2. Curva pérdida de peso vs tiempo de secado, espesor 4 mm

En los Anexos 2-IV, 2-V y 2-VI se presenta los datos experimentales durante el secado de yuca a temperaturas de 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm, datos que permitieron elaborar la Figura 4.

De los Anexos 2-IV, 2-V y 2-VI, se deduce que el peso de la muestra fue en forma decreciente hasta obtener un peso constante de 269,3; 301,7 y 250,2 g a temperaturas de 40, 50 y 60 °C respectivamente.

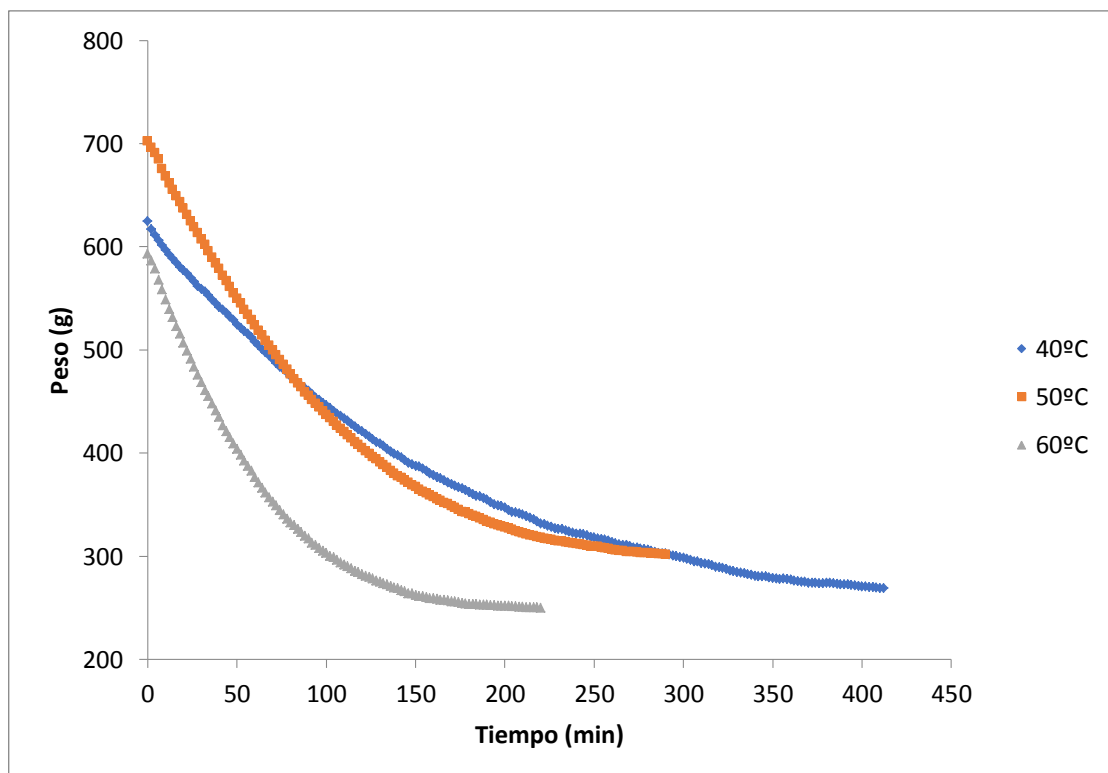


Figura 4. Pérdida de peso durante el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm.

De la Figura 4 se deduce que los tiempos de secado fueron 412, 290 y 220 minutos a temperaturas de 40, 50 y 60°C respectivamente.

Al observar las Figuras 3 y 4, se comprueba que la pérdida de peso es influenciada por la temperatura y el espesor, a mayor temperatura de deshidratación y menor espesor de la yuca, menor es el tiempo de secado.

Según TORRES (2012) al usar temperaturas elevadas, el tiempo se reduce significativamente al secar plátano verde, este quiere decir que cuanto mayor es la temperatura del aire, menor será el tiempo de secado. Los tiempos registrados en su experimento fueron de 11,9 y 8 horas para temperaturas de 40, 50 y 60 °C respectivamente

TORREGROZA-ESPINOSA reporta que los tiempos de secado de tres variedades de yuca Copoica (Tai, Gines y verónica) fueron: 93,32 min; 91,64 min y 8,28 min, usando temperaturas de 45, 55 y 70 °C y velocidades de secado de 1, 3 y 4 m/s.

SALCEDO-MENDOZA *et al.* (2016) obtuvieron a una temperatura de 55°C y flujo de aire de 3,0 m/s, un tiempo de deshidratado de 4,5 h, alcanzando una humedad de 0,0487.

4.2.3. Humedad en base seca (Hbs) vs tiempo (t)

En las siguientes Figuras 5 y 6 se presentan las diferentes curvas de “Hbs” con respecto al “t” de los datos experimentales obtenidos en el secado de yuca (Anexos 2-I, 2-II, 2-III, 2-IV, 2-V y 2-VI) a temperaturas de 40, 50 y 60 °C, con espesores de 2 mm (Figura 3) y 4 mm (Figura 4) a velocidad constante de aire de 2,2 m/s.

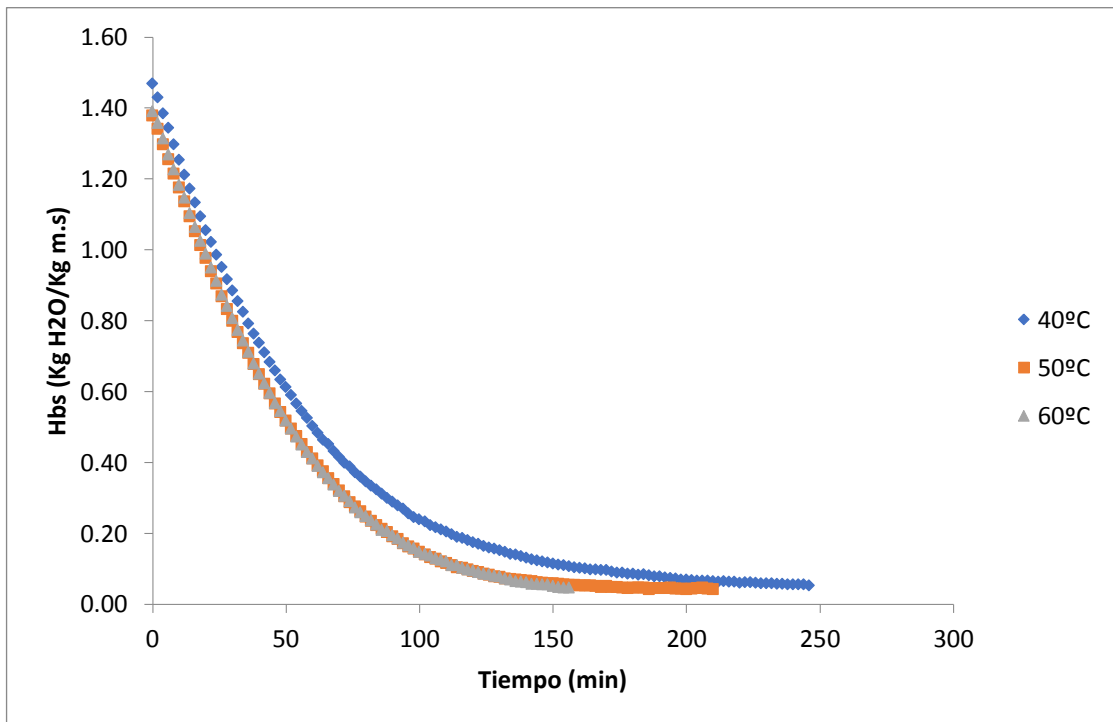


Figura 5. “Hbs” vs “t” en secado de yuca, espesor 2 mm.

En la Figura 5 se observa que para las 3 temperaturas (40, 50 y 60 °C), la humedad en base seca (Hbs) inicia con 1,47; 1,38 y 1,39 g agua/g ms hasta alcanzar una humedad en equilibrio de 0,05; 0,04 y 0,05 g agua/g ms respectivamente.

Al inicio del secado la pérdida de agua es más rápida (eliminando el agua que está en la superficie de la yuca) luego con el transcurrir del tiempo se hace más lento (evaporando una parte del agua que está en el interior del alimento), por lo tanto, se puede deducir que la temperatura de secado influye directamente en el descenso de la humedad.

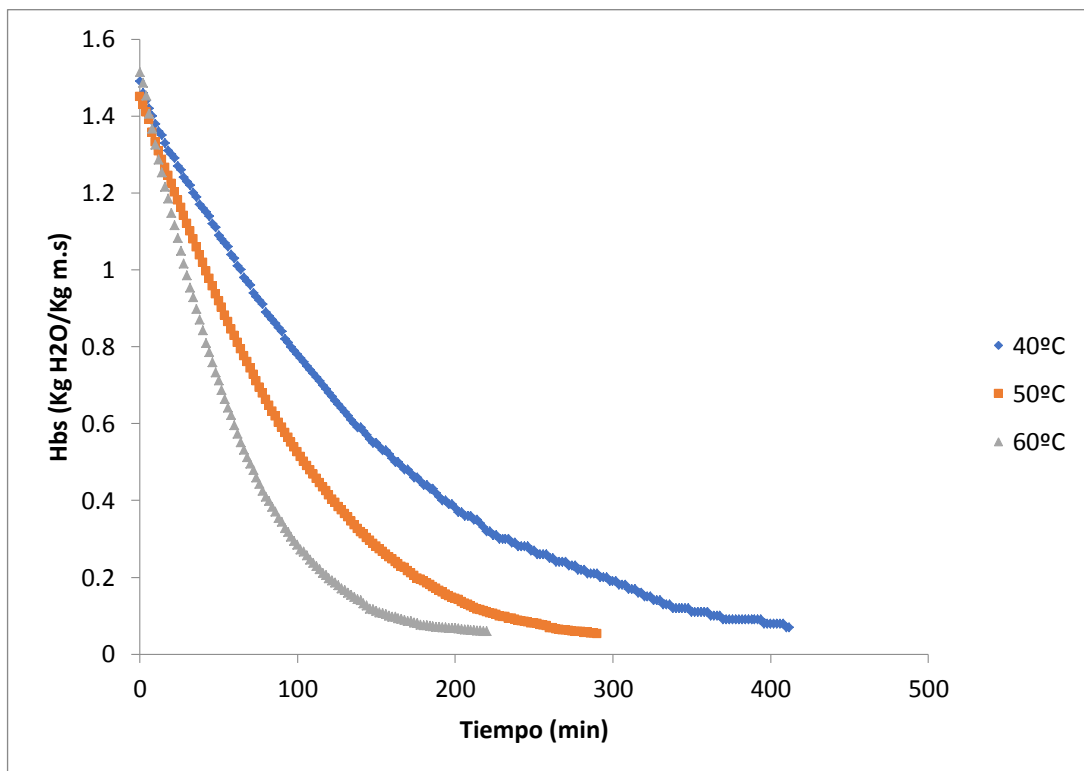


Figura 6. “Hbs” vs “t” en el secado de yuca, espesor 4 mm.

En la Figura 6 se observa que la humedad en base seca de la yuca se inicia con 1,49; 1,45 y 1,51 g agua/g ms y esto se da para las 3 temperaturas (40, 50 y 60 °C); llegando a una humedad de equilibrio de 0,07; 0,05 y 0,06 g agua/g ms respectivamente, se puede decir que la temperatura influye directamente en el descenso de humedad.

Haciendo un análisis de las Figuras 5 y 6, se deduce que la pérdida del agua al inicio es más rápida en el proceso de secado, siendo significativamente mayor en la Figura 6 que en la Figura 5 y con el pasar del tiempo esto se hace más lento; de esta manera se puede indicar que la temperatura y el espesor son variables que influyen en el secado.

Según BARBOSA y CANOVAS (2000), la temperatura del aire caliente desempeña un rol importante en los procesos de secado, conforme se

incrementa el valor de la temperatura, la eliminación de humedad dentro de los límites posibles se acelera.

4.2.4. Velocidad de secado (R) vs tiempo (t)

En las siguientes Figuras 7 y 8 se observan las curvas de la velocidad con respecto al tiempo, de los datos experimentales obtenidos en el secado de yuca (Anexos 2-I, 2-II, 2-III, 2-IV, 2-V y 2-VI) a temperaturas de 40, 50 y 60 °C, con espesores de 2 mm (Figura 7) y 4 mm (Figura 8) a velocidad constante de 2,2 m/s.

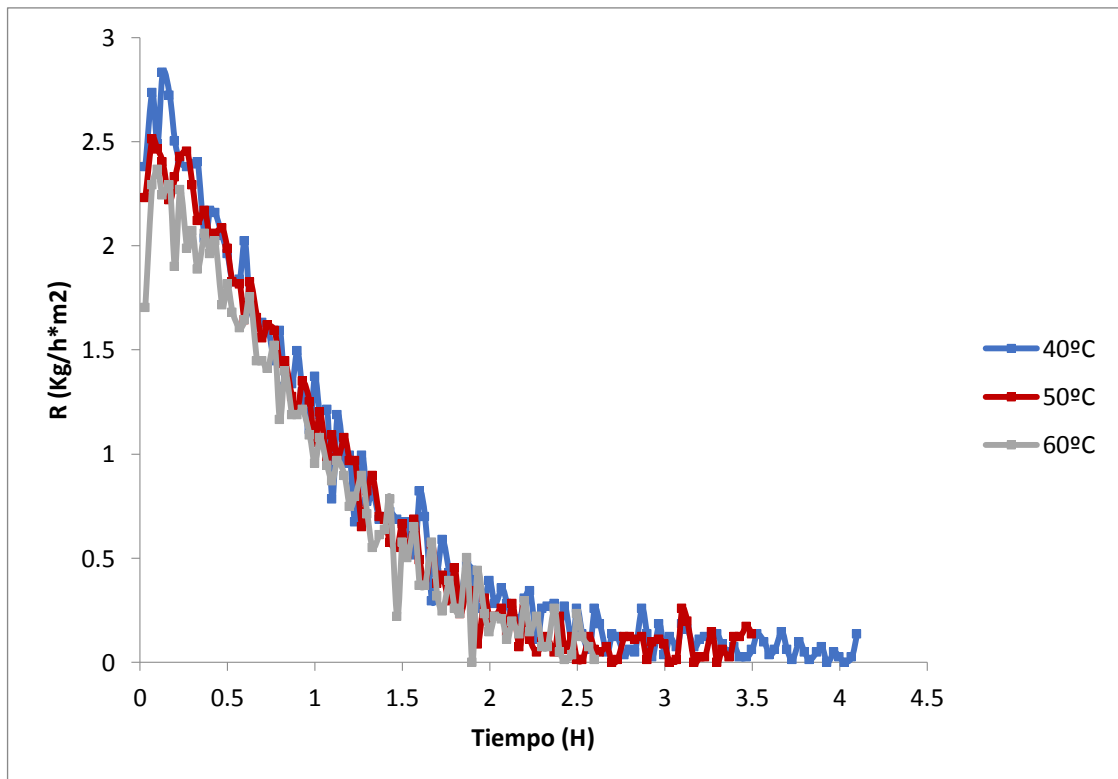


Figura 7. Velocidad vs tiempo de secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm

Como se observa en la Figura 7, después de 30 minutos de secado, las velocidades fueron 1,96; 1,99 y 1,81 kg agua/h*m² para 40, 50 y 60 °C respectivamente.

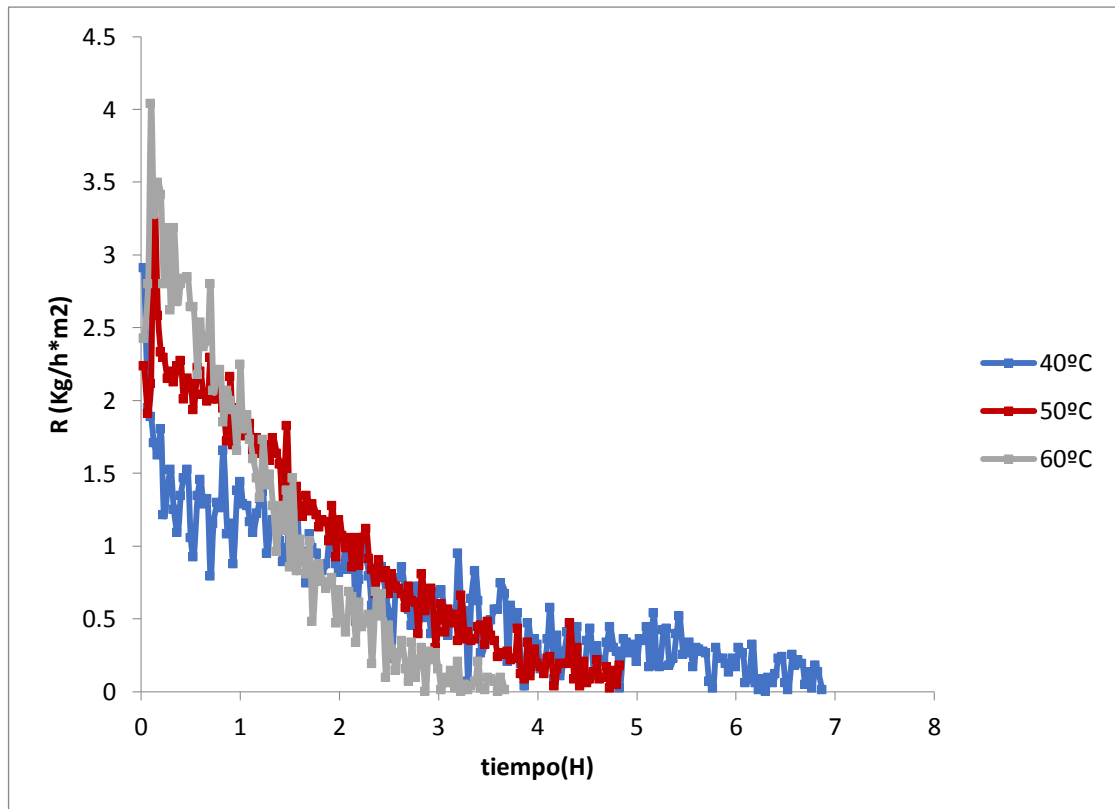


Figura 8. Velocidad vs tiempo de secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm

En la Figura 8 se observa que después de transcurrido media hora de secado, las velocidades fueron 1,06; 2,12 y 2,64 kg agua/h*m² para 40, 50 y 60 °C respectivamente.

Analizando las Figuras 7 y 8 se verifica que si se aumenta la temperatura mayor es la velocidad de secado; y si el espesor también aumenta, la velocidad de secado aumenta.

4.2.5. Velocidad del secado (R) vs promedio de la humedad en base seca ($H_{bs_{prom}}$)

Con los datos recolectados y registrados en los anexos 2-I, 2-II, 2-III, 2-IV, 2-V y 2-VI, se trazaron las Figuras 9 al 14, que nos permitirá hallar las humedades críticas (H_c) y las humedades en equilibrios (H_{eq}) para las temperaturas de 40, 50 y 60 °C y espesores de 2 y 4 mm.

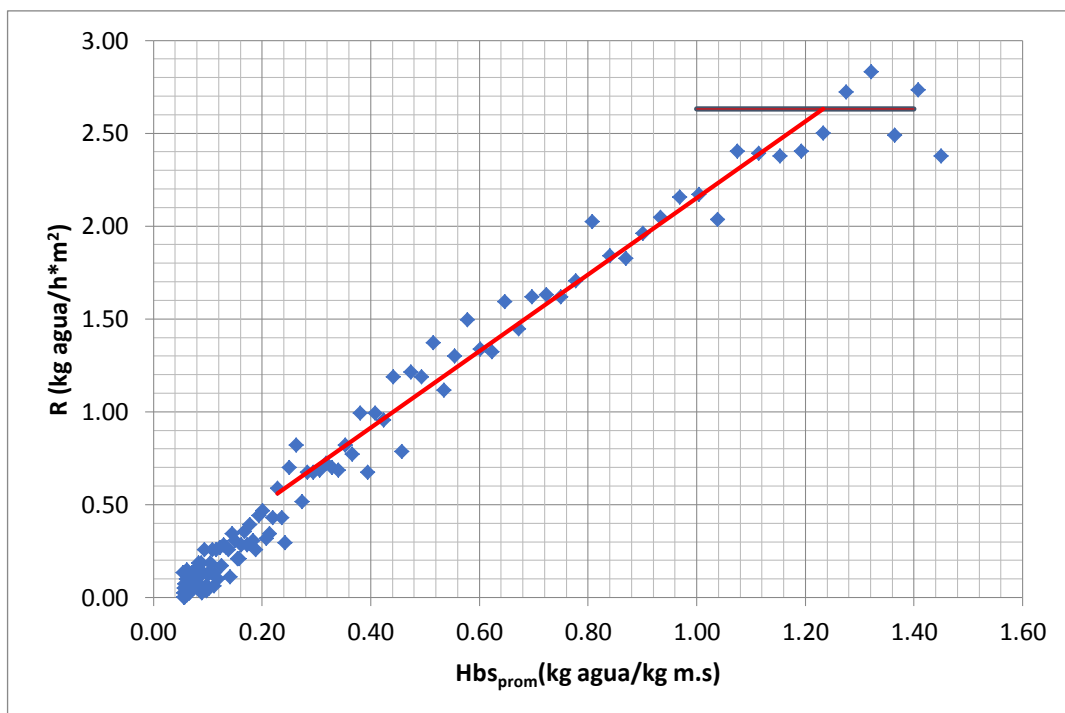


Figura 9. Velocidad vs $H_{bs_{prom}}$ a temperatura de 40 °C, con espesor 2 mm.

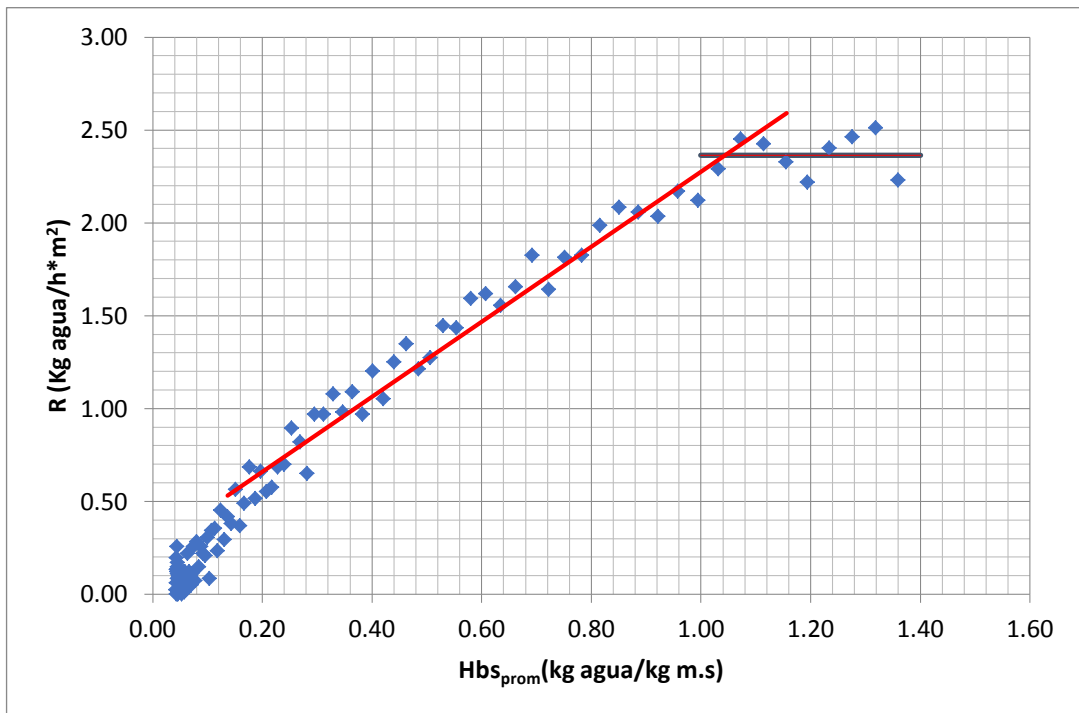


Figura 10. Velocidad vs H_{bs_prom} a temperatura de 50 °C, espesor 2 mm

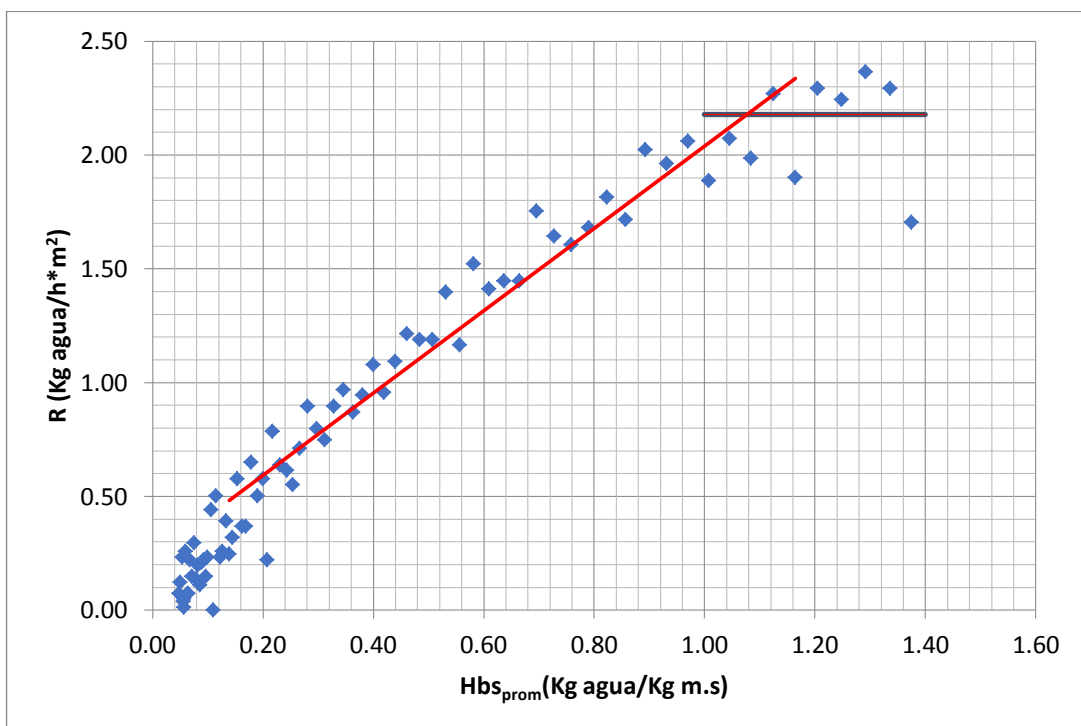


Figura 11. Velocidad vs H_{bs_prom} a temperatura de 60 °C, espesor 2 mm

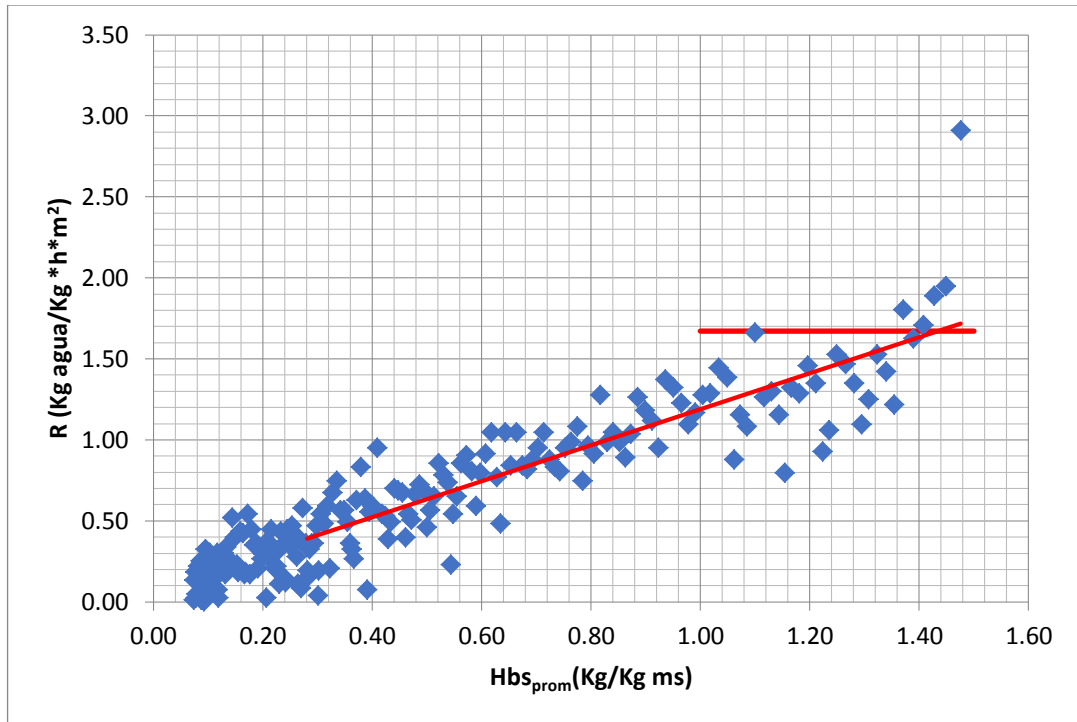


Figura 12. Velocidad vs H_{bs_prom} a temperatura de 40 °C, espesor 4 mm.

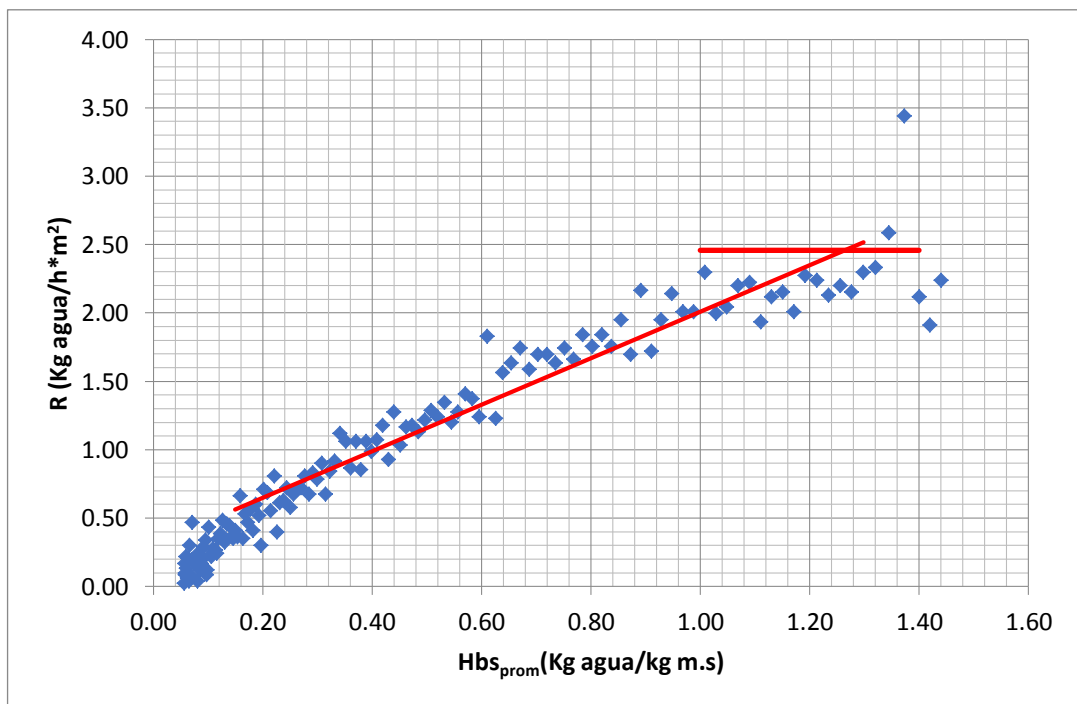


Figura 13. Velocidad vs H_{bs_prom} a temperatura de 50 °C, espesor 4 mm.

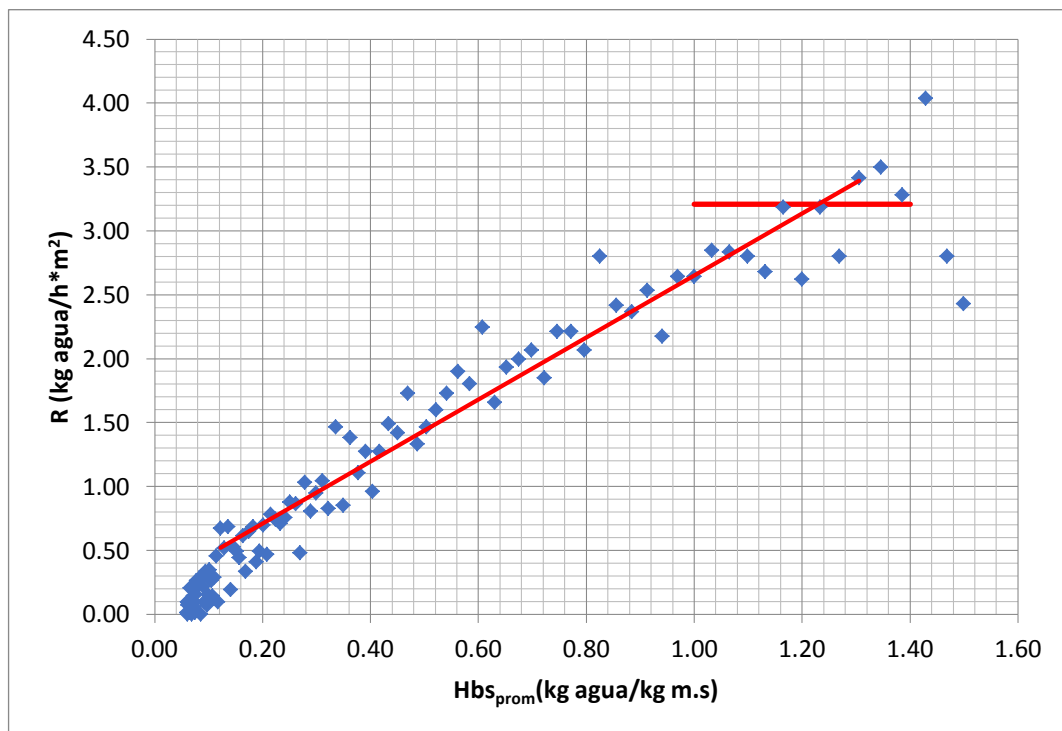


Figura 14. Velocidad vs H_{bs_prom} a temperatura de 60 °C, espesor 4 mm.

De las Figuras 9, 10 y 11 se deduce que las humedades críticas fueron 1,22; 1,05 y 1,08 Kg agua/Kg m.s y las humedades de equilibrio: 0,05; 0,04 y 0,05 Kg agua/Kg m.s para 40, 50 y 60 °C respectivamente a espesor de 2 mm.

De las Figuras 12, 13 y 14 se deduce que las humedades críticas fueron 1,42; 1,26 y 1,23 Kg agua/Kg m.s, y las humedades de equilibrio: 0,07; 0,05 y 0,06 Kg agua/Kg m.s para 40, 50 y 60 °C respectivamente, con espesor 4 mm.

Analizando las Figuras anteriores, se comprueba que cuanto mayor es la temperatura, la humedad de equilibrio aumenta y la humedad crítica disminuye, dándose esto para los dos espesores usados en el análisis

experimental. Esto concuerda con los resultados encontrados por VERNON (2000).

Según GEANKOPLIS (1998), durante el primer periodo de secado, la velocidad aumenta a medida que se incrementa la temperatura. Es en esta etapa que se elimina el agua libre de los alimentos. El periodo de velocidad constante (segundo periodo), finaliza cuando se alcanza la humedad crítica, es decir cuando toda el agua presente en la superficie de la muestra está totalmente evaporada y la velocidad dependerá de la difusión de la humedad. En el tercer periodo, la velocidad de secado disminuye llegando al punto que no se encuentra agua para mantener una película continua en todos los poros y la humedad libre tiende a cero, este periodo es el más prolongado de todos (BARBOZA y CANOVAS, 2000).

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de las humedades críticas y de equilibrio resumidos de las Figuras 9 al 14.

Cuadro 3. Humedad crítica y humedad de equilibrio del secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 y 4 mm.

Temperatura (°C)	Espesor 2 mm		Espesor 4 mm	
	Humedad crítica (Kg agua/Kg ms)	Humedad equilibrio (Kg agua/Kg ms)	Humedad crítica (Kg agua/Kg ms)	Humedad equilibrio (Kg agua/Kg ms)
40	1,22	0,05	1,42	0,07
50	1,05	0,04	1,26	0,05
60	1,08	0,05	1,23	0,06

Analizando el Cuadro 3, se observa que, al aumentar el valor de la temperatura y el espesor, el valor de la humedad crítica disminuye y el valor de la humedad de equilibrio es relativamente mayor en espesor 4 mm, lo que no sucede con el espesor de 2 mm.

HUAMÁN (2002) recomienda para secado en horno, usar temperaturas de 55, 65 y 75 °C.

Según RAMÍREZ (2013), la etapa de cortado debe hacerse con mucho cuidado y usar medidas de 3 mm.

En los Cuadros 4 y 5 se presenta el ANOVA para la humedad crítica a 40, 50 y 60 °C, 2 y 4 mm de espesor respectivamente.

Cuadro 4. ANOVA de la humedad crítica a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm.

F.V	G.L	S.C	C.M	F calculado	F tabular	Signific.
Tratamiento	2	0,0344	0,0172	7,27	5,143	0,0249(*)
Error	6	0,0142	0,00237			
Total	8	0,0486				

Cuadro 5. ANOVA de la humedad crítica a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm.

F.V	G.L	S.C	C.M	F calculado	F tabular	Signific.
Tratamiento	2	0,0888667	0,0444333	15,03	5,143	0,0046(*)
Error	6	0,0177333	0,0029556			
Total	8	0,1066000				

De los Cuadros 4 y 5 se tiene que los niveles de significancia de la humedad crítica son 0,0249 (2,49%) y 0,0046 (0,46%) para los espesores de 2 y 4 mm y siendo estos valores menores al nivel de significancia ($p < 0,05$ ó $p < 5\%$). Por lo tanto, las humedades críticas de los tratamientos a diferentes temperaturas y espesores presentan diferencia significativa a un nivel de significación del 5%.

En los Cuadros 6 y 7 se presenta el ANOVA para la humedad de equilibrio a 40, 50 y 60 °C, 2 y 4 mm de espesor, respectivamente.

Cuadro 6. ANOVA de la humedad de equilibrio a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm.

F.V	G.L	S.C	C.M	F calculado	F tabular	Signific.
Tratamiento	2	0,000097	0,000048	2,26	5,143	0,185
Error	6	0,000128	0,000021			
Total	8	0,000225				

Cuadro 7. ANOVA de la humedad de equilibrio a 40, 50 y 60 °C, espesor de 4 mm.

F.V	G.L	S.C	C.M	F calculado	F tabular	Signific.
Tratamiento	2	0,0006848	0,0003424	7,12	5,143	0,0261
Error	6	0,0002886	0,0000481			
Total	8	0,0009734				

De los Cuadros 6 y 7 se observa que los niveles de significancia de la humedad en equilibrio son 0,185 (18,5%) y 0,0261 (2,61%).

El valor de significación hallado en el Cuadro 6 es mayor a 0,05 por lo tanto, las humedades de equilibrio a las diferentes temperaturas y espesor de 2 mm, no presentan diferencia significativa al nivel de significancia del 5%.

El valor de significación hallado en el Cuadro 7 es menor a 0,05 por lo tanto, las humedades de equilibrio a las diferentes temperaturas y espesor de 4 mm presentan diferencia significativa a un nivel del 5% de significación.

4.2.6. Variación de la Humedad en base seca con el tiempo (-dH/dt) vs promedio humedad base seca ($H_{bs_{prom}}$)

Los datos para la gráfica (-dH/dt) vs. ($H_{bs_{prom}}$) se tomaron de los Anexos 2-I, 2-II y 2-III para espesor de 2 mm, siendo otra forma de hallar la H_{eq} y H_c . -dH/dt se calculó de la siguiente manera: $(H_{bs_i} - H_{bs_{i+1}})/(t_i - t_{i+1})$, $H_{bs_{prom}}: (H_{bs_i} + H_{bs_{i+1}})/2$.

En la Figura 15 se presenta la determinación de la Humedad crítica (H_c) y de la humedad en equilibrio (H_{eq}) en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, con espesor de 2 mm; y comparando con los resultados obtenidos en las Figuras 9,10 y 11 los valores son iguales.

Igualmente, para el espesor de 4 mm los datos se tomaron de los Anexos 2-IV, 2-V y 2-VI y en la Figura 16 se presenta la determinación de la H_c y H_{eq} en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, con espesor de 4 mm y comparando con los resultados obtenidos en las Figuras 12,13 y 14, los valores son iguales.

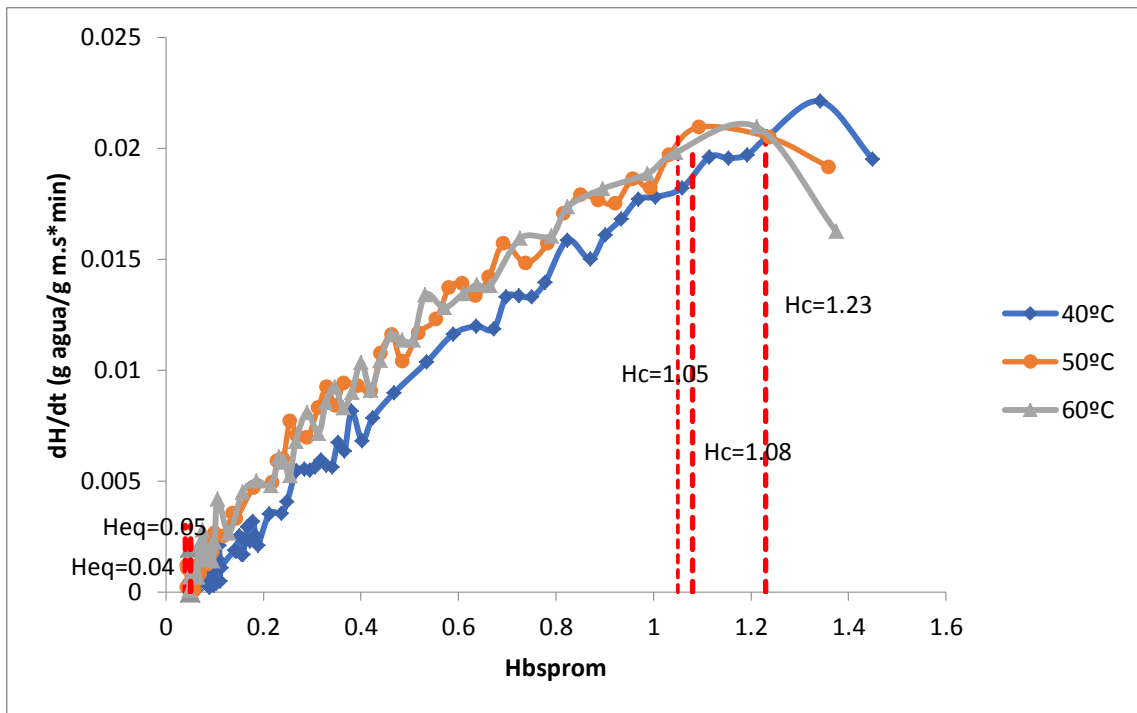


Figura 15. Humedad crítica (H_c) y humedad en equilibrio (H_{eq}) en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor de 2 mm.

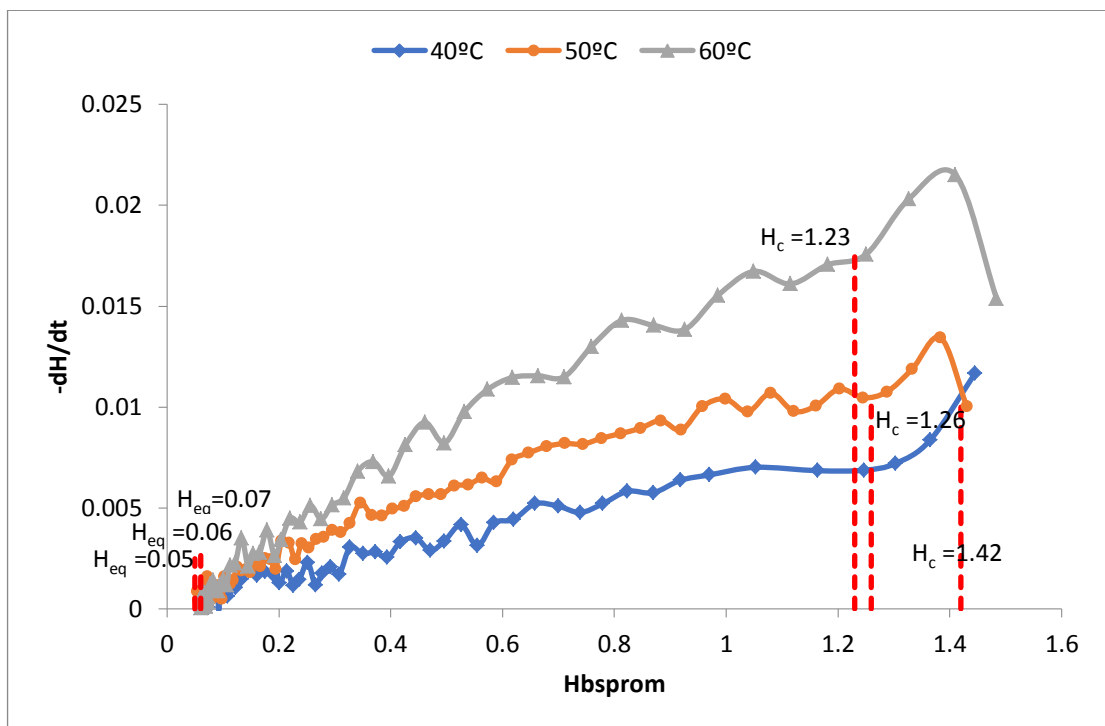


Figura 16. Humedad crítica (H_c) y humedad en equilibrio (H_{eq}) en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm.

4.2.7. Difusividad efectiva (D_{eff})

Las difusividades efectivas fueron calculadas de acuerdo a la segunda ley de Fick (para placas planas y tiempos largos). Al graficar $\ln(MR)$ vs tiempo, a partir de la pendiente se halla la D_{eff} .

Los datos experimentales se presentan en los Anexos 2-I, 2-II y 2-III, con esos datos se grafica la Figura 17, para la determinación de la Difusividad efectiva con espesor 2 mm.

Los datos experimentales que se presentan en los Anexos 2-IV, 2-V y 2-VI permitieron graficar la Figura 18 para la determinación de la Difusividad efectiva con espesor 4 mm.

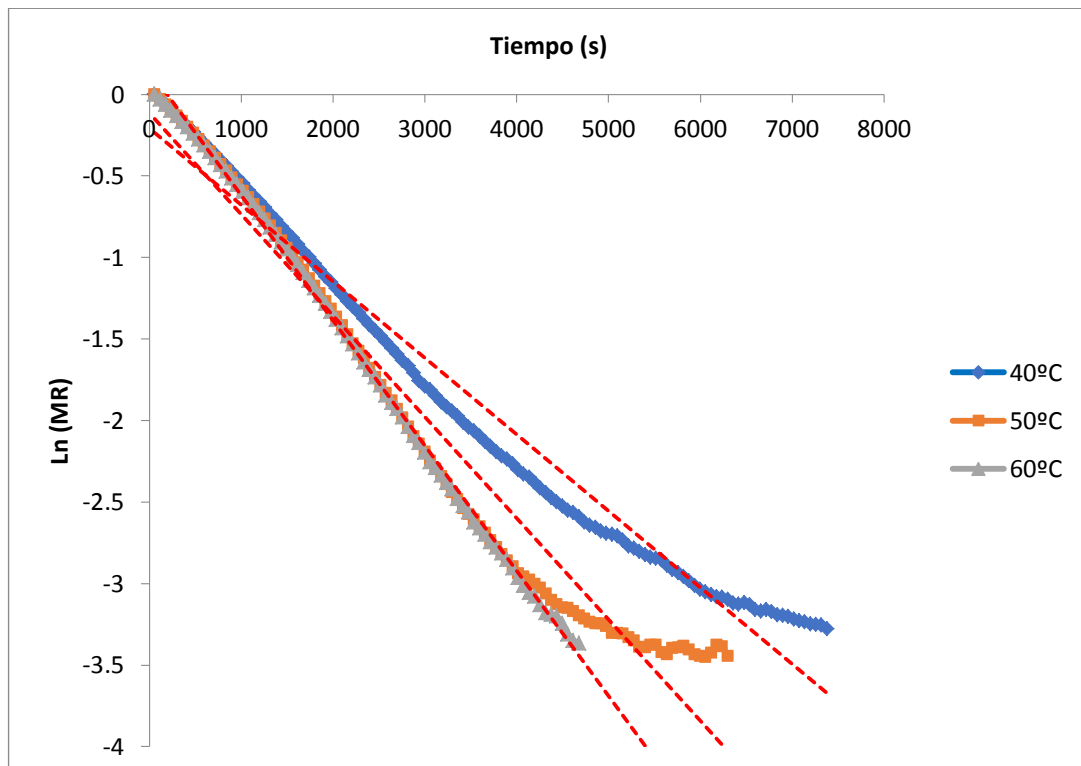


Figura 17. $\ln(MR)$ vs. Tiempo en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm.

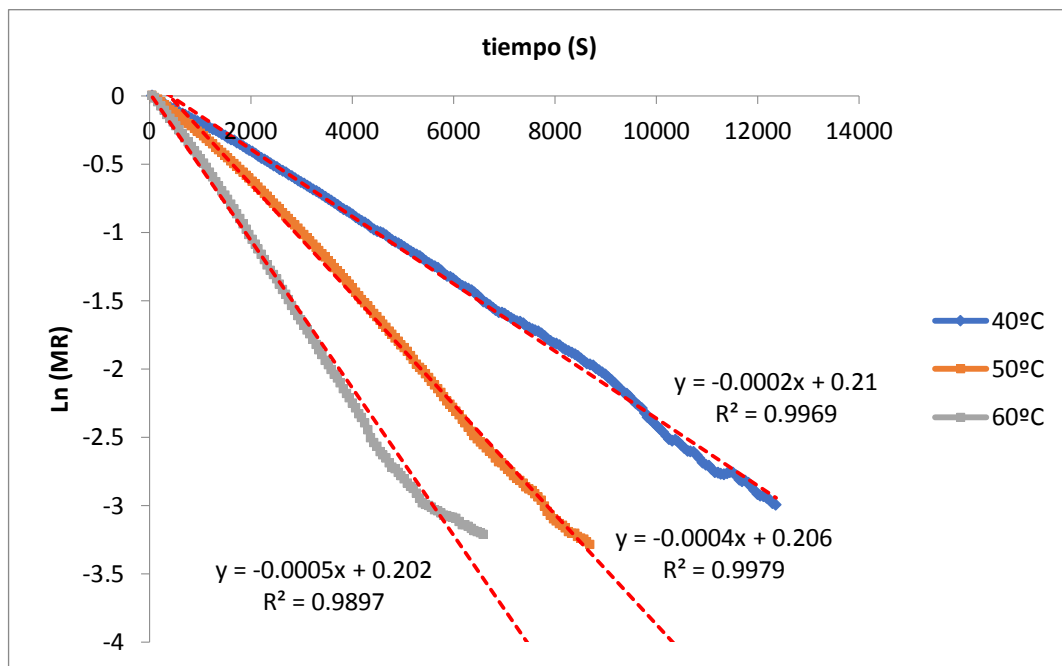


Figura 18. Ln (MR) vs. Tiempo en el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm

En el Cuadro 8 se presenta los valores de las difusividades efectivas durante el secado de la yuca a 40, 50 y 60 °C con espesor de 2 mm.

Cuadro 8. Difusividad efectiva en el secado a 40, 50 y 60 °C espesor 2 mm.

Temperatura (°C)	Pendiente	Def (m ² /s)
40	0,0005	8.10569E-10
50	0,0006	9.72683E-10
60	0,0008	1.29691E-09

Con la finalidad de comprobar si existe diferencia significativa en los valores encontrados de la difusividad efectiva (diferente temperatura y espesor 2 mm), se procedió a realizar el ANOVA correspondiente, cuyo resultado se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9. ANOVA de la Difusividad efectiva en secado a 40,50 y 60 °C espesor 2 mm.

F.V	G.L	S.C	C.M	F calc	F tabular	Signific.
Tratamiento	2	2,16088E-19	1,08044E-19	37,00	5,143	0,0004(*)
Error	6	1,75206E-20	2,9201E-21			
Total	8	2,33608E-19				

Del Cuadro 9 se deduce que, la difusividad efectiva en el secado de la yuca a 40, 50 y 60 °C con espesor 2 mm, presentan diferencia significativa a un nivel de significación del 5%, al mismo se debe señalar que al elevar la temperatura de secado la difusividad efectiva también aumenta.

En el Cuadro 10 se presenta los valores de las difusividades efectivas durante el secado de la yuca a 40, 50 y 60 °C con espesor de 4 mm.

Cuadro 10. Difusividad efectiva en el secado a 40, 50 y 60 °C espesor 4 mm.

Temperatura (°C)	Pendiente	Def (m²/s)
40	0,0002	1,29691E-09
50	0,0004	2,59382E-09
60	0,0005	3,24228E-09

Con los resultados obtenidos y registrados en el Cuadro 10, se realizó el ANOVA (Cuadro 11) con la finalidad de comprobar el nivel de significancia de los valores obtenidos.

Cuadro 11. ANOVA de la Difusividad efectiva en secado a 40,50 y 60 °C espesor 4 mm.

F.V	G.L	S.C	C.M	F calculado	F tabular	Signific.
Tratamiento	2	4,57872E-18	2,28936E-18	16,3333	5,143	0,004(*)
Error	6	8,40989E-19	1,40165E-19			
Total	8	5,41971E-18				

Del Cuadro 11 se deduce que la difusividad efectiva en el secado de la yuca a 40, 50 y 60 °C con espesor 4 mm presenta diferencia significativa a un nivel de significación del 5%, al mismo indicar que si se eleva la temperatura de secado la difusividad efectiva aumenta.

De los Cuadros 8 y 10 se deduce que, a mayor temperatura y espesor, mayor es el valor de la Difusividad efectiva.

HERNÁNDEZ *et al.* (2011) encontraron que los coeficientes de difusión fueron significativamente mayores a 60 °C en el secado de carambola. Los coeficientes de la difusividad efectiva estuvieron entre $7,8 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ (para 50°C y 0,5 cm) y $41,4 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ (para 60°C y 1,5 cm). Asimismo, reportan que el coeficiente de difusión es mayor al aumentar el espesor de la carambola.

MADAMBA *et al.* (1996) indican que el rango de las difusividades para productos alimenticios oscila entre 1×10^{-11} a $1 \times 10^{-9} \text{ m}^2 / \text{s}$, por tanto, el valor encontrado estaría dentro del margen indicado para las tres temperaturas (40, 50 y 60 °C).

SALCEDO-MENDOZA *et al.* (2016) reportan que la difusividad de la yuca secada a 35, 45 y 55 °C y velocidad de aire de 2, 3 y 4 m/s varió entre

$1,26 \times 10^{-10}$ y $4,14 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$. Los resultados encontrados en la investigación serían relativamente mayores, pudiendo deberse esto a la variedad de yuca utilizada.

La difusividad efectiva de humedad en el freído por inmersión de rodajas de yuca tuvo valores entre $10,44 \times 10^{-9}$ y $148 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$.

ALEAN (2011) trabajando con granos de cacao encontró que cuanto mayor es la temperatura, menor es la difusividad del agua, explicando que este fenómeno podría deberse al encogimiento del material después de cierto tiempo de secado con temperatura alta, lo que ocasiona que algunos sólidos como sales, carbohidratos y minerales, se solubilizan y lleguen a la superficie del grano, generando incrustaciones disminuyendo el intercambio de masa con la fase gaseosa.

ROJAS (2007) menciona que los valores de las difusividades en diferentes alimentos no dependen solamente de los rangos de temperaturas, sino también de las características de cada alimento (contenido de humedad inicial, presencia o no de una piel o cáscara que impida el paso del agua, geometría del producto: polvo, cubitos, esferas, cilindros, escamas, láminas, etc.), así como de otras características externas (pre tratamientos durante el proceso, variación en las características del aire, etc.).

4.2.8. Energía de activación (E_a)

La energía de activación se determinó con la pendiente hallada en la regresión lineal, con los datos del logaritmo de las difusividades ($\ln(D_{\text{eff}})$) y la inversa de la temperatura en $^{\circ}\text{K}$ ($1/T$).

En el Cuadro 12 presenta los datos experimentales de las difusividades halladas anteriormente, con espesor de 2 mm y temperaturas de 40, 50 y 60 °C, esto nos permitirá hallar $\ln(D_{\text{eff}})$ y a partir de la pendiente la energía de activación.

Cuadro 12. Energía de activación en secado a 40, 50 y 60 °C, espesor 2 mm.

T (°C)	T (°K)	1/T	D_{eff}	$\ln(D_{\text{eff}})$	pendiente	E_a
40	313	0,0032	8,10569E-10	-20,9332841		
50	323	0,0031	9,72683E-10	-20,7509625	2443,0	20,3118349
60	333	0,0030	1,29691E-09	-20,4632804		

En la Figura 19 se presenta la relación $\ln D_{\text{eff}}$ Vs. $1/T$, que nos permitió hallar la energía de activación.

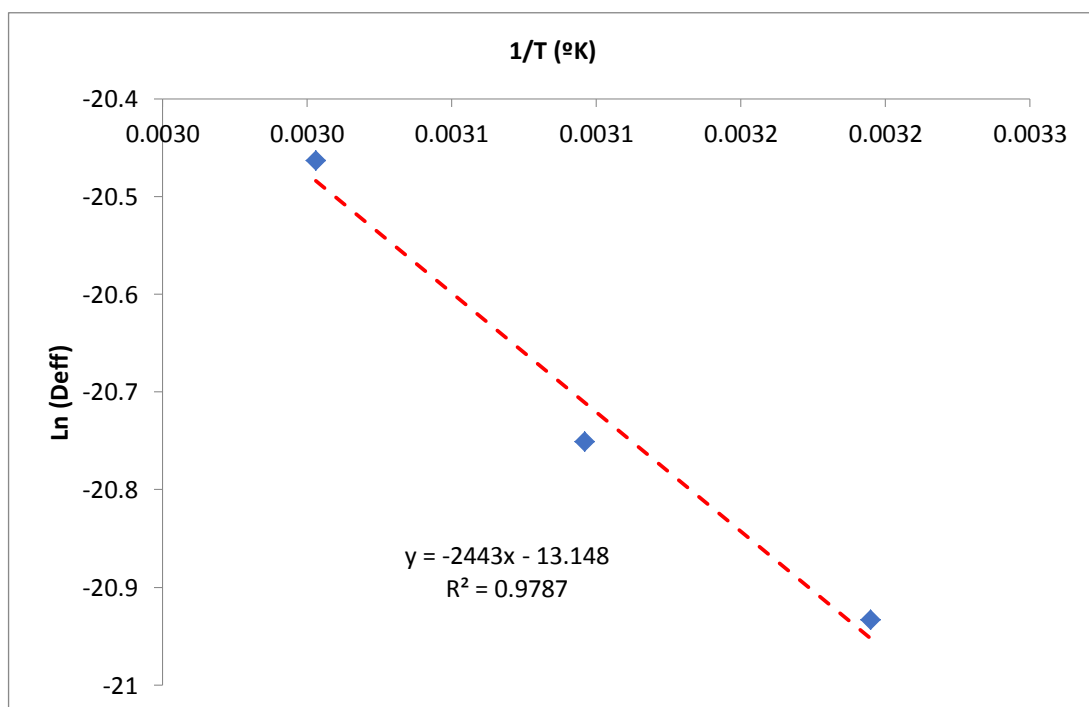


Figura 19. Relación $\ln(D_{\text{eff}})$ Vs. $1/T$ con espesor de 2 mm.

En el Cuadro 13 presenta los datos de difusividades halladas, con espesor de 4 mm y temperaturas de 40, 50 y 60 °C,, cuya pendiente de la curva permite hallar la energía de activación

Cuadro 13. Energía de activación en secado a 40, 50 y 60 °C, espesor 4 mm.

T (°C)	T (°K)	1/T	D _{eff}	Ln (D _{eff})	Pendiente	E _a
40	313	0,0032	1,29691E-09	-20,4632804	4798,9	39,8994943
50	323	0,0031	2,59382E-09	-19,7701333		
60	333	0,0030	3,24228E-09	-19,5469897		

En la Figura 20 se presenta la relación Ln Deff Vs 1/T, que permitió hallar la energía de activación para espesor 4 mm.

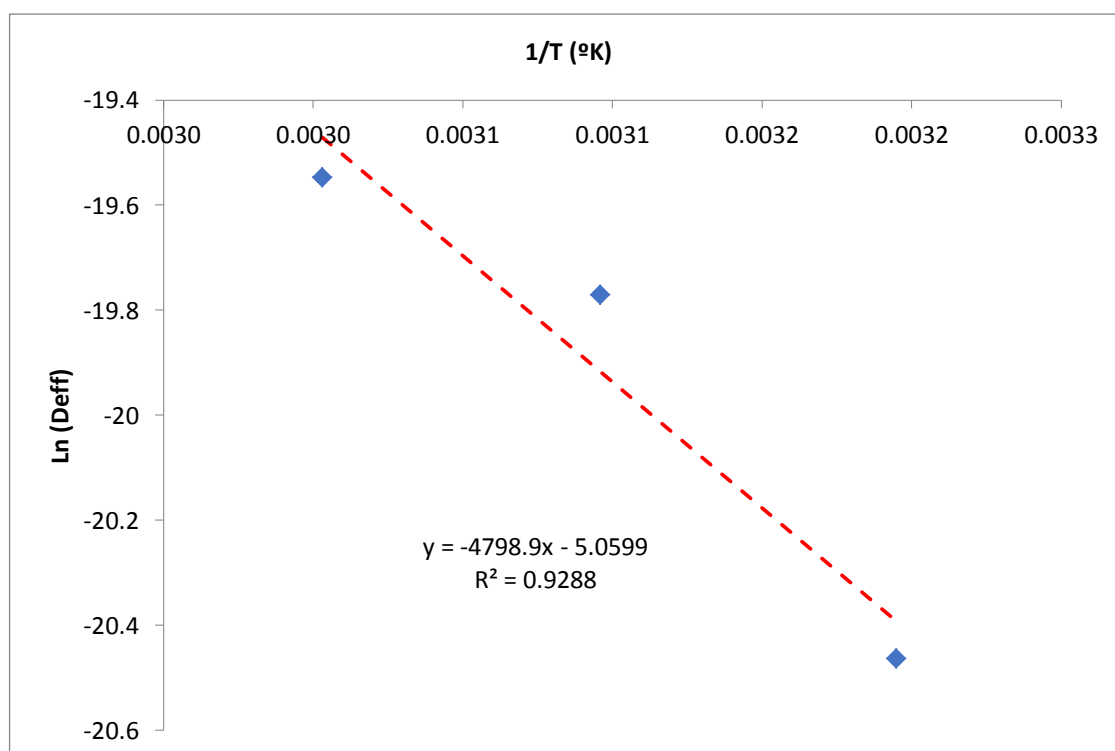


Figura 20. Relación Ln (Deff) Vs. 1/T con espesor de 4 mm.

AJALA *et al.* (2012) en el secado de chips de yuca halló una energía de activación (E_a) de 30,30 kJ/mol con una difusividad efectiva de $1,39 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Según SALCEDO-MENDOZA *et al.* (2016), la energía de activación (E_a) durante el secado de yuca varió entre 33,66 a 16,16 KJ /mol, siendo el resultado obtenido con espesor 4 mm relativamente mayor.

RIZVI (1995) menciona que la energía de activación en la mayoría de alimentos está en el rango de 15 a 50 KJ/mol. KUMAR *et al.* (2012) indican que el rango establecido es de 3,05 a 45,13 KJ/mol, comparando con los resultados obtenidos en la investigación éstos, están dentro de los rangos mencionados.

ALEAN (2011) encontró una energía de activación de 15,2017 kJ/mol durante el secado de granos de cacao.

4.2.9. Características fisicoquímicas de la harina de yuca

En el Cuadro 14 se presenta los resultados del análisis fisicoquímico de la harina de yuca, considerando los espesores de 2 y 4 mm.

Cuadro 14. Datos del análisis fisicoquímico de la harina de yuca.

Componente	Espesor 2 mm	Espesor 4 mm
Humedad (%)	4,22	5,29
Ceniza (%)	2,64	2,82

El contenido de humedad en la harina de yuca secada con espesores de 2 mm y 4 mm es menor a lo indicado por la norma del Codex

para harina de yuca comestibles (CODEX STAN 176-1989) que es de 13% máximo, indica además que, para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos.

Igualmente, el contenido de ceniza para los dos espesores está dentro de lo que indica la norma del Codex (CODEX STAN 176-1989) específicamente para la harina de yuca comestible (máximo 3%).

MATTA y VÁSQUEZ (2014) encontraron en harina de yuca utilizando el método de rayado valores promedio de 1,3 a 1,75%. BENÍTEZ *et al.* (2008) obtuvieron 2,58%. CASTAÑO *et al.* (2012), 2,15%.

4.3. Evaluación granulométrica de la harina de yuca

Los índices de finura de la harina de yuca secada a 40, 50 y 60 °C con espesores de 2 y 4 mm se presenta en los cuadros 15 al 20.

Cuadro 15. Índice de finura harina de yuca secada 40 °C espesor 2 mm.

N° tamiz	Abertura		Masa retenida (g)	%retenido (rechazo)	Fr	(%retenido) X*Fr
	µm	mm				
20	850	0.850	27,5875	27,5875	7	193,1125
30	600	0.600	7,9875	35,5750	6	47,9250
35	500	0.500	4,5875	40,1625	5	22,9375
45	355	0.355	7,0875	47,2500	4	28,3500
60	250	0.250	7,4875	54,7375	3	22,4625
80	180	0.180	9,1875	63,9250	2	18,3750
120	125	0.125	18,7875	82,7125	1	18,7875
Plato			17,2875	100,0000	0	0,0000
			100.0000	100.000		351,9500

IF = 3,5195

Cuadro 16. Índice de finura harina de yuca secada 50 °C espesor 2 mm.

N° tamiz	Abertura		Dp (mm)	Masa retenida (g)	%retenido (rechazo)	Fr	(%retenido) X*Fr
	Um	Mm					
20	850	0,850	---	22,7375	22,7375	7	193,1125
30	600	0,600	0,725	7,2375	7,2375	6	47,9250
35	500	0,500	0,550	4,0375	4,0375	5	22,9375
45	355	0,355	0,428	6,7375	6,7375	4	28,3500
60	250	0,250	0,303	5,8375	5,8375	3	22,4625
80	180	0,180	0,215	5,6375	5,6375	2	18,3750
120	125	0,125	0,153	6,0375	6,0375	1	18,7875
Plato			0,063	41,7375	41,7375	0	0,0000
				100,0000	100,00		284,5500

$$IF = 2,8455$$

Cuadro 17. Índice de finura harina de yuca secada 60 °C espesor 2 mm.

N° tamiz	Abertura		Dp (mm)	Masa retenida (g)	%retenido (rechazo)	Fr	(%retenido) X*Fr
	Um	mm					
20	850	0,850	---	28,25000	28,2500	7	197,7500
30	600	0,600	0,725	7,65000	7,6500	6	45,9000
35	500	0,500	0,550	4,35000	4,3500	5	21,7500
45	355	0,355	0,428	6,65000	6,6500	4	26,6000
60	250	0,250	0,303	5,85000	5,8500	3	17,5500
80	180	0,180	0,215	4,55000	4,5500	2	9,1000
120	125	0,125	0,153	4,55000	4,5500	1	4,5500
Plato			0,063	38,15000	38,1500	0	0,0000
				100,0000	100,00		323,2000

$$IF = 3,2320$$

Cuadro 18. Índice de finura harina de yuca secada 40 °C espesor 4 mm.

N° tamiz	Abertura		Dp (mm)	Masa retenida (g)	%retenido (rechazo)	Fr	(%retenido) X*Fr
	Um	mm					
20	850	0,850	---	20,26250	20,2625	7	197,7500
30	600	0,600	0,725	8,36250	8,3625	6	45,9000
35	500	0,500	0,550	4,86250	4,8625	5	21,7500
45	355	0,355	0,428	7,96250	7,9625	4	26,6000
60	250	0,250	0,303	7,46250	7,4625	3	17,5500
80	180	0,180	0,215	7,26250	7,2625	2	9,1000
120	125	0,125	0,153	5,56250	5,5625	1	4,5500
Plato			0,063	38,26250	38,2625	0	0,0000
				100,0000	100,00		290,6500

$$IF = 2,9065$$

Cuadro 19. Índice de finura harina de yuca secada 50 °C espesor 4 mm.

N° tamiz	Abertura		Dp (mm)	Masa retenida (g)	%retenido (rechazo)	Fr	(%retenido) X*Fr
	Um	Mm					
20	850	0,850	---	22,28750	22,2875	7	156,0125
30	600	0,600	0,725	7,68750	7,6875	6	46,1250
35	500	0,500	0,550	4,48750	4,4875	5	22,4375
45	355	0,355	0,428	7,18750	7,1875	4	28,7500
60	250	0,250	0,303	7,18750	7,1875	3	21,5625
80	180	0,180	0,215	5,98750	5,9875	2	11,9750
120	125	0,125	0,153	5,08750	5,0875	1	5,0875
plato			0,063	40,08750	40,0875	0	0,0000
				100,0000	100,00		291,9500

$$IF = 2,9195$$

Cuadro 20. Índice de finura harina de yuca secada 60 °C espesor 4 mm.

N° tamiz	Abertura		Dp (mm)	Masa retenida (g)	%retenido (rechazo)	Fr	(%retenido) X*Fr
	Um	Mm					
20	850	0,850	---	19,275	19,275	7	156,0125
30	600	0,600	0,725	8,075	8,075	6	46,1250
35	500	0,500	0,550	4,675	4,675	5	22,4375
45	355	0,355	0,428	7,475	7,475	4	28,7500
60	250	0,250	0,303	7,275	7,275	3	21,5625
80	180	0,180	0,215	7,275	7,275	2	11,9750
120	125	0,125	0,153	5,175	5,175	1	5,0875
plato			0,063	40,775	40,775	0	0,0000
				100,0000	100,00		278,200

IF = 2,7820

En el Cuadro 21 se presenta el resumen de valores de índice de finura de la harina de yuca secada a 40, 50 y 60 °C con espesor de 2 y 4 mm.

Cuadro 21. Índice de finura de la harina de yuca secada a diferente temperatura y espesor.

Temperatura (°C)	Índice de finura	
	Espesor 2 mm	Espesor 4 mm
40	3,5195	2,9065
50	2,8455	2,9195
60	3,2320	2,7820

La norma del Codex para harina de yuca comestible (CODEX STAN 176-1989) reporta que Mínimo el 90 % deberá pasar por un tamiz de

0,60 mm para harina fina y Mínimo el 90 % deberá pasar por un tamiz de 1,20 mm para harina media. Por lo que la harina obtenida estaría considerada como molienda media

Para el análisis de granulometría de la harina de yuca se usó los # de tamiz: 20, 30, 35, 45, 60, 80, 120 y el plato; obteniendo un rendimiento promedio de 98,67%, mayor a los resultados obtenidos por PÉREZ (2010), quien uso los # tamiz: 35, 45, 60, 80, 100 y plato, en muestra de harina se sorgo.

La AOAC 965.22 indica que la harina debe pasar por un tamiz # 70 (212 micras) el 98 % o más de la harina para considerar granulosidad; los resultados obtenidos se encuentran debajo de lo señalado. El tamaño de la partícula gruesa de la harina se puede modificar con una molienda húmeda (el atemperado produce ablandamiento del endospermo que facilita la molturación, por lo tanto, mayor obtención de harina fina); también se puede utilizar otros tamices para cambiar la granulometría deseada (PÉREZ, 2010).

V. CONCLUSIONES

- El tubérculo de yuca tuvo una humedad de 58,79%; ceniza: 0,92 y pH: 6,3 y la harina de yuca, una humedad de 4,22 y 5,29; y Ceniza: 2,64 y 2,82 para espesores de 2 y 4 mm respectivamente.
- La humedad crítica del secado de yuca a 40, 50 y 60 °C con velocidad de aire de 2,2, m/s y espesor 2 mm fue: 1,22; 1,05; 1,08 respectivamente, existiendo diferencia significativa ($p \leq 0,05$). Para espesor 4 mm, los valores fueron: 1,42; 1,26 y 1,23 respectivamente, existiendo diferencia significativa ($p \leq 0,05$). La humedad de equilibrio del secado con espesor 2 mm fue de 0,05; 0,04; 0,05, no existiendo diferencia significativa ($p \leq 0,05$). Para espesor 4 mm, los valores fueron: 0,07; 0,05 y 0,06, no existiendo diferencia significativa ($p \leq 0,05$).
- El tiempo de secado a temperaturas de 40, 50 y 60 °C, con espesor de 2 mm fue 246, 210 y 156 minutos respectivamente y para el espesor de 4 mm: 412, 290 y 220 minutos a 40, 50 y 60 °C respectivamente, a mayor temperatura de secado menor tiempo de secado y a mayor espesor mayor tiempo de secado.
- La difusividad efectiva durante el secado de yuca a 40, 50 y 60 °C con espesor de 2 mm fue: $8,10569 \times 10^{-10}$, $9,72683 \times 10^{-10}$, $1,29691 \times 10^{-9}$ m²/s respectivamente y con espesor 4 mm: $1,29691 \times 10^{-9}$, $2,59382 \times 10^{-9}$, y

$3,24228 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ respectivamente y la energía de activación para el secado de las rodajas de yuca para 2 y 4 mm de espesor fueron: 20,31 y 39,9 KJ/mol respectivamente.

- Los índices de finura de la harina de yuca secada a 40, 50 y 60 °C con espesores de 2 y 4 mm fueron: 3,52; 2,84; 3,23, 2,91; 2,92 y 2,78 respectivamente, correspondiendo a una molienda media.

VI. RECOMENDACIONES

- Investigar el secado de las rodajas de yuca a temperaturas mayores de 60 °C y a diferente velocidad de aire.
- Estudiar los parámetros de calidad (sabor, color y textura) y relacionarlos con las condiciones a las que se lleva a cabo la deshidratación de las rodajas de yuca.
- Evaluar las propiedades funcionales de la yuca.
- Trabajar con pesos de muestras mayores a 300 g (peso neto) en el secador del laboratorio porque es muy sensible.
- Motivar a los estudiantes a hacer investigaciones de secado con otras materias primas de la amazonia y de origen andino.

ABSTRACT

The research took place in the Food Engineering Laboratory and the Flour Plant at the Universidad Nacional Agraria de la Selva. The objectives were to determine the critical humidity, equilibrium moisture content, effective diffusivity and the activation energy during the drying of cassava at different temperatures and thicknesses of the slices and to obtain cassava flour. The study of the kinetics of drying was done at three temperatures (40, 50 and 60 °C) and two thicknesses (2 and 4 mm), at a constant air velocity of 2,2 m/s. The average equilibrium moisture contents for the drying temperatures of 40, 50 and 60 °C at thicknesses of 2 and 4 mm varied between 0,04 – 0,05 g water/g dry matter and 0,05 – 0,07 g water/g dry matter, respectively, and the critical humidity for the drying temperatures and the thicknesses of 2 and 4 mm were between 1,05 – 1,22 g water/g dry matter and 1,23 – 1,46 g water/g dry matter, respectively. The effective diffusivity of the water was found to be in the range of $8,10569 \times 10^{-10}$ – $1,2969 \times 10^{-09}$ m²/s and $1,2969 \times 10^{-09}$ – $3,24228 \times 10^{-09}$ m²/s for the drying temperatures and the thicknesses of 2 and 4 mm, respectively. The diffusivity as well as the kinetic parameters for drying: critical humidities and equilibrium proved to be dependent on the temperature and thickness ($p \leq 0,05$). The activation energy resulted to be 20,312 and 39,899 KJ/mol for the 2 and 4 mm thicknesses, respectively, and the fineness modulus: 2,84 – 3,52 and 2,78 – 2,92; corresponding to a medium grind.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEAN, D. 2011. Modelado y simulación del secado de cacao con aire. Tesis de grado para optar el título de maestría en Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. [En línea]:(http://www.bdigital.unal.edu.co/6183/1/124367703._2012.pdf, 30 de noviembre 2019).
- AJALA, A.; ABOIYE, A.; POOPOLA, J; ADEYANJU, J. 2012. Drying Characteristics and Matematical Modeling of Cassava Chips. Chemical and Processs Enguineering Research. Vol. 4
- AYALA, Y. 2015. Diseño de una Planta productora de harina a partir del almidón fermentado de yuca como una nueva alternativa en la industria alimenticia. Journal Boliviano de Ciencias •, 11, 25-40. [En línea]: (http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/jbc/v11n35/v11n35_a05.pdf, 15 de enero 2019)
- AOAC 2005. Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of oficial Analytical Chemists. Gaythersburg, MD. EEUU. 1110-1117
- BARBOSA, G.; CANOVAS, H. 2000. Deshidratación de alimentos” Editorial Acribia. España.
- BARRENA, M. 2011. Modelamiento de la cinética de lúcuma (*Pouteria lúcuma*). Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias e Ingeniería.

Universidad Nacional de Iquitos. Perú. Dirección de Sistemas de Información y Comunicación.

- BENÍTEZ, B.; ARCHILE, A.; RANGEL, L.; FERRER, K., BARBOZA, Y.; MÁRQUEZ, E. 2008. Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. *Interciencia*. Vol. 33 No1. 61-65
- CARRANZA, J.; SÁNCHEZ, M. 2002. Cinética de secado de *Musa paradisiaca* L. "Plátano" y *manihot esculenta* Grantz "YUCA. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, v.2, nº 1, p. 15 - 25 Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. UNAP, Iquitos-Perú. ISSN: 000000
- CASTAÑO, H.; MEJÍA, C.; RÍOS, O. 2012. Producción de etanol a partir de harina de yuca utilizando diferentes estrategias en modo continuo. *Producción + Limpia* Vol 7 No 1, 88-100.
- CEBALLOS, H., DE LA CRUZ, A. 2002. Taxonomía y morfología de la yuca. En: Ceballos, H. y Ospina, B. *La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*, p. 28. CIAT. Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2000. [En línea]: (http://ciat.cgiar.org/esp/proyectos/bar_bpl.htm., 12 de octubre 2019)
- CLEMENT, C. R.; RODRÍGUEZ, D.P.; ALVES-PEREIRA, A.; SANTOS, G.; AMBROSIO, P.; LINS, J.; REIS, V. 2016. Crop domestication in the upper Madeira River basin. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum* 11 (1), pp 193-205.
- CODEX STAN 152-1985. NORMA DE CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO

CODEX STAN 176-1989. NORMA DE CODEX PARA LA HARINA DE YUCA COMESTIBLE

CORAL, V.; GALLEGOS, R. 2015. Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y chocho. [En línea]: (<http://infoanalitica-puce.edu.ec/index.php/infoanalitica/article/view/17/9>, 12 de agosto 2019)

FIGUEIREDO, A.; FERREIRA DA SILVA, M.; UMSZA, M.; FLORENTINO, A.; CARDOSO, F. DE SOUZA, J. 2016. Evaluación físico-química de mandioca almacenada bajo refrigeración y congelación. REVISTA A BARRIGUDA. [En línea]: (<https://www.researchgate.net/publication/312869385>, 24 de setiembre 2019).

GARCÍA-MOGOLLÓN, C.; TORREGROZA-ESPINOSA, A.; SIERRA-BAUTISTA, M. 2016. Cinética de Secado de Chips de Yuca (*Manihot esculenta* crantz) en Horno Microondas. Revista Técnica de la Universidad de Zulia. Vol.39 N°3 Maracaibo. [En línea]: (http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702016000300001, 21 de setiembre 2019)

GEANKOPLIS, G. C. 1998. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Editorial CECSA, México.

HERNÁNDEZ, C.; KARINA, Z.; RAMÍREZ, L.; HERRERA, W. 2011. Influencia del espesor y la temperatura en el secado de carambola (*Averrhoa*

- carambola* L.). *Ingenierías & Amazonia* 4(2), 2011. Universidad de la Amazonía.
- HUAMÁN, R. 2002. Regionalismo. Árboles y plantas más conocidas en la región por su madera, su resina, sus frutos, sus propiedades medicinales y por sus diversos usos. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP. Fuente: los secretos de la amazonia. Perú.
- KUMAR, C.; KARIM, A.; JOARDDER, M. U. H.; MILLER, G. 2012. Modeling heat and mass transfer process during convection drying of fruit. Paper presented at the The 4th International Conference on Computational Methods (ICCM2012).
- MADAMBA, P.; DRISCOLL, R.; BUCKLE, K. 1996. The Thin-layer Characteristics of Garlic Slices. *Journal of Food Engineering*. 75-97.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, C.; BRITO-CASTILLO, I. 2019. Characterization of Some Physical-Mechanical and Chemical Properties of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(2). [En línea]: , http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000200006&lng=es&tlng=en, 4 de octubre 2019)
- MATA, M.; VÁZQUEZ, M. 2014. Caracterización de harina de Yuca (*Manihot esculenta*) como materia prima para la elaboración de Pastel Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, Avenida Universidad Tecnológica Lote Grande No 1, sin colonia CP 96360. Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río, Veracruz.

- MISHRA, P., SINGH, R., KUMAR, U., PRAKASH, V. 2010. *Stevia rebaudiana*. A magical sweetener. Global Journal of Biotechnology & Biochemistry, Allahabad, India. 5: 62–74.
- NAVIA, D.P., AYALA, A.A.; VILLADA, H.S. 2014. Adsorción de Vapor de Agua de Bioplásticos Elaborados con Harina de dos Variedades de Yuca (Adsorción *Manihot esculenta* Crantz), Información tecnológica, 25 (6), 23-32- [En línea]: (https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000400006, 15 de setiembre 2019).
- ORTEGA, F.; MONTES, E. 2014. Parámetros Cinéticos de transferencia de masa durante el freído por inmersión de rodajas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Ingeniería y Competitividad. Vol 16. N° 11.
- PÉREZ, L. 2010. Evaluación de las fracciones granulométricas de la harina de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para la elaboración de una pasta alimentaria. Universidad Nacional de Colombia, Facultad en Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Pág. 34-35
- RAMÍREZ, E. 2013. Aprovechamiento tecnológico de jengibre jamaiquino amarillo (*Zingiber officinale roscoe*) proveniente del municipio de Siuna Región autónoma atlántico norte, RAAN, a través de su deshidratación en el secador solar de la planta piloto Mauricio Diaz Müller. Universidad nacional autónoma de Nicaragua. Pág. 46.
- RIZVI, S.S.H. 1995. Thermodynamic properties of food in dehydration. In M.A. Rao. y S.S.H. Rizvi (Eds). Engineering Properties of Foods. 2nd Edition Revised and Expanded. New York Marcel Dekker, Inc. pp 223-309.

- RODRÍGUEZ, F., AGUADO, J., CALLES, J., CAÑIZARES, P., LÓPEZ, B., SANTOS, A., SERRANO, D. s.f. Ingeniería de la Industria Alimentaria. Operaciones de procesado de Alimentos. Volumen II. Editorial Síntesis, España.
- ROJAS A., A. 2007. Estudio de la cinética de transferencia de materia durante el secado convectivo del pimiento rojo Variedad húngaro (*Capsicum annuum*): evaluación de La influencia de la temperatura sobre la calidad del producto terminado. Memoria para optar al título de ingeniero en alimentos y licenciado en ciencias de los alimentos. Universidad de la Serena. Facultad de ingeniería en alimentos. La Serena.
- SALCEDO-MENDOZA, J.; CONTRERAS-LOZANO, K.; FERNÁNDEZ-QUINTERO, A. 2016. Modelado de la cinética de secado del afrecho de yuca (*Manihot esculenta Crantz*). Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol. 15 N° 3. 883-891
- SICA. 2014. Yuca: La yuca en el SICA. Producción y superficie cosechada histórica. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/cadenas/yuca/index.html>
- SING, R.; HELDMAN, D. 2014. Introduction to Food Engineering. Academic Press. USA.
- TORRES, M. 2012. Temperatura y la difusividad másica del secado de plátano verde (*Musa paradisiaca*) de la variedad ingiri. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tarma. Perú.

- TORREGOZA-ESPINOZA, A.; MONTES-MONTES, E.; ÁVILA-GÓMEZ, A.;
REMOLINA-LÓPEZ, J. 2014. Kinetic of drying of three varieties of yucca
indsutrial. Dyna rev.fac.nac.minas, vol 81, N°186.
- TREYBAL, R. 1998. Operaciones de Transferencia de masa. McGraw-Hill. 2da.
Edición. Toronto. USA
- TRUJILLO, L. 2014. Caracterización morfológica de las variedades de yuca
Colombiana Rosada, Colombiana Blanca y Tapachulteca. [En línea]:
[http://www.priica.sictanet.org/sites/default/files/ES_Yuca%20%2818.1%29%20Caracterizaci%C3%B3n_Morfologica%20de%203%20materiales.p
df](http://www.priica.sictanet.org/sites/default/files/ES_Yuca%20%2818.1%29%20Caracterizaci%C3%B3n_Morfologica%20de%203%20materiales.pdf). 28 de setiembre 2019)
- USDA. 2016. Food Composition Database. Food Composition Resource List for
Professionals. Disponible en <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>
- VILLACA, Y. M. 2014. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca
(*Manihot esculenta* crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco.
Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. [En línea]:
([http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2331/F01-
M493-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2331/F01-M493-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y), 25 de noviembre 2019).
- ZEKI, B. 2013. Food Process Engineering and Technology, Second Edition.
Academic Press.US. p. 77-125.

ANEXO

Anexo 1. Vistas fotográficas



Yuca (Manihot esculenta)



Pelado de yuca y pesado



Cortado en rodajas y colocado en la malla



Bandeja de secado



Muestra secado y sellado en bolsa polipropileno



Harina de yuca



Muestra colocados en la mufla para la determinación de humedad



Peso para la determinación de cenizas



Tamizado de harina de yuca



Muestra pesada para determinar el índice de finura

Anexo 2. Datos de secado de yuca a diferentes temperaturas y espesores

Anexo 2-I. Datos de secado de yuca a 40°C, espesor 2 mm y velocidad constante (2.2 m/s), (peso de las mallas: PM=627,7 g), (Área de la cama: AC=20x20 cm²)

Muestra+malla (g)	peso (g)	Tiempo (min)	Peso (kg)	Hbs(kg H ₂ O/kg ms)	-dH/dt	ΔH	Δt	tiempo (H)	Hbs _{prom} (kg/kg ms)	R (kg/h.m ²)	MR	Tiempo (s)	Ln(MR)
1036.8	409.1	0	0.4091	1.4693	0.0195	0.04	2	0.00	1.45	2.3775	1.0000	0	0.0000000
1030.4	402.7	2	0.4027	1.4303	0.0224	0.04	2	0.03	1.41	2.7328	0.9711	60	-0.0293595
1022.9	395.2	4	0.3952	1.3854	0.0204	0.04	2	0.07	1.36	2.4877	0.9415	120	-0.0602701
1016.2	388.5	6	0.3885	1.3446	0.0232	0.05	2	0.10	1.32	2.8309	0.9114	180	-0.0927756
1008.5	380.8	8	0.3808	1.2981	0.0223	0.04	2	0.13	1.28	2.7206	0.8800	240	-0.1278702
1001.1	373.4	10	0.3734	1.2534	0.0205	0.04	2	0.17	1.23	2.5000	0.8504	300	-0.1620362
994.3	366.6	12	0.3666	1.2124	0.0197	0.04	2	0.20	1.19	2.4020	0.8227	360	-0.1952156
987.7	360.0	14	0.3600	1.1730	0.0195	0.04	2	0.23	1.15	2.3775	0.7956	420	-0.2286613
981.3	353.6	16	0.3536	1.1339	0.0196	0.04	2	0.27	1.11	2.3897	0.7686	480	-0.2631742
974.8	347.1	18	0.3471	1.0947	0.0197	0.04	2	0.30	1.07	2.4020	0.7415	540	-0.2991080
968.2	340.5	20	0.3405	1.0553	0.0167	0.03	2	0.33	1.04	2.0343	0.7164	600	-0.3335687
962.7	335.0	22	0.3350	1.0219	0.0178	0.04	2	0.37	1.00	2.1691	0.6926	660	-0.3673541
956.8	329.1	24	0.3291	0.9863	0.0177	0.04	2	0.40	0.97	2.1569	0.6681	720	-0.4033591
950.9	323.2	26	0.3232	0.9509	0.0168	0.03	2	0.43	0.93	2.0466	0.6443	780	-0.4396314
945.4	317.7	28	0.3177	0.9173	0.0161	0.03	2	0.47	0.90	1.9608	0.6216	840	-0.4754816
940.0	312.3	30	0.3123	0.8851	0.0150	0.03	2	0.50	0.87	1.8260	0.6001	900	-0.5105818
935.1	307.4	32	0.3074	0.8551	0.0151	0.03	2	0.53	0.84	1.8382	0.5794	960	-0.5457608
930.1	302.4	34	0.3024	0.8249	0.0166	0.03	2	0.57	0.81	2.0221	0.5575	1020	-0.5842117
924.6	296.9	36	0.2969	0.7917	0.0140	0.03	2	0.60	0.78	1.7034	0.5365	1080	-0.6227767
919.9	292.2	38	0.2922	0.7638	0.0133	0.03	2	0.63	0.75	1.6176	0.5177	1140	-0.6584559
915.5	287.8	40	0.2878	0.7372	0.0134	0.03	2	0.67	0.72	1.6299	0.4993	1200	-0.6946211

911.1	283.4	42	0.2834	0.7105	0.0133	0.03	2	0.70	0.70	1.6176	0.4809	1260	-0.7321436
906.7	279.0	44	0.2790	0.6839	0.0119	0.02	2	0.73	0.67	1.4461	0.4635	1320	-0.7688812
902.8	275.1	46	0.2751	0.6602	0.0131	0.03	2	0.77	0.65	1.5931	0.4463	1380	-0.8067092
898.4	270.7	48	0.2707	0.6340	0.0109	0.02	2	0.80	0.62	1.3235	0.4298	1440	-0.8444091
894.8	267.1	50	0.2671	0.6123	0.0110	0.02	2	0.83	0.60	1.3358	0.4148	1500	-0.8800668
891.2	263.5	52	0.2635	0.5903	0.0123	0.02	2	0.87	0.58	1.4951	0.3987	1560	-0.9194765
887.1	259.4	54	0.2594	0.5658	0.0107	0.02	2	0.90	0.56	1.2990	0.3829	1620	-0.9599594
883.6	255.9	56	0.2559	0.5445	0.0092	0.02	2	0.93	0.54	1.1152	0.3692	1680	-0.9963084
880.6	252.9	58	0.2529	0.5262	0.0113	0.02	2	0.97	0.51	1.3725	0.3552	1740	-1.0352002
876.8	249.1	60	0.2491	0.5036	0.0098	0.02	2	1.00	0.49	1.1887	0.3407	1800	-1.0768873
873.6	245.9	62	0.2459	0.4841	0.0100	0.02	2	1.03	0.47	1.2132	0.3271	1860	-1.1176263
870.3	242.6	64	0.2426	0.4642	0.0064	0.01	2	1.07	0.46	0.7843	0.3157	1920	-1.1528179
868.2	240.5	66	0.2405	0.4513	0.0098	0.02	2	1.10	0.44	1.1887	0.3046	1980	-1.1888375
864.9	237.2	68	0.2372	0.4318	0.0078	0.02	2	1.13	0.42	0.9559	0.2924	2040	-1.2295193
862.3	234.6	70	0.2346	0.4161	0.0081	0.02	2	1.17	0.41	0.9926	0.2814	2100	-1.2679737
859.6	231.9	72	0.2319	0.3998	0.0055	0.01	2	1.20	0.39	0.6740	0.2720	2160	-1.3020813
857.8	230.1	74	0.2301	0.3888	0.0081	0.02	2	1.23	0.38	0.9926	0.2625	2220	-1.3373934
855.1	227.4	76	0.2274	0.3725	0.0063	0.01	2	1.27	0.37	0.7721	0.2525	2280	-1.3761937
853.0	225.3	78	0.2253	0.3598	0.0067	0.01	2	1.30	0.35	0.8211	0.2435	2340	-1.4125637
850.8	223.1	80	0.2231	0.3463	0.0056	0.01	2	1.33	0.34	0.6863	0.2350	2400	-1.4482375
848.9	221.2	82	0.2212	0.3350	0.0057	0.01	2	1.37	0.33	0.6985	0.2271	2460	-1.4821719
847.0	219.3	84	0.2193	0.3236	0.0059	0.01	2	1.40	0.32	0.7230	0.2191	2520	-1.5182481
845.0	217.3	86	0.2173	0.3117	0.0056	0.01	2	1.43	0.31	0.6863	0.2111	2580	-1.5553458
843.2	215.5	88	0.2155	0.3004	0.0055	0.01	2	1.47	0.29	0.6740	0.2034	2640	-1.5925078
841.3	213.6	90	0.2136	0.2894	0.0055	0.01	2	1.50	0.28	0.6740	0.1958	2700	-1.6307497
839.5	211.8	92	0.2118	0.2783	0.0042	0.01	2	1.53	0.27	0.5147	0.1891	2760	-1.6657300
838.1	210.4	94	0.2104	0.2699	0.0067	0.01	2	1.57	0.26	0.8211	0.1815	2820	-1.7065555

835.9	208.2	96	0.2082	0.2564	0.0057	0.01	2	1.60	0.25	0.6985	0.1729	2880	-1.7551207
834.0	206.3	98	0.2063	0.2449	0.0024	0.00	2	1.63	0.24	0.2941	0.1673	2940	-1.7881678
833.2	205.5	100	0.2055	0.2401	0.0035	0.01	2	1.67	0.24	0.4289	0.1632	3000	-1.8129457
832.0	204.3	102	0.2043	0.2330	0.0048	0.01	2	1.70	0.23	0.5882	0.1574	3060	-1.8488761
830.4	202.7	104	0.2027	0.2234	0.0035	0.01	2	1.73	0.22	0.4289	0.1517	3120	-1.8861457
829.2	201.5	106	0.2015	0.2163	0.0028	0.01	2	1.77	0.21	0.3431	0.1473	3180	-1.9153920
828.3	200.6	108	0.2006	0.2107	0.0026	0.01	2	1.80	0.21	0.3186	0.1435	3240	-1.9411596
827.4	199.7	110	0.1997	0.2055	0.0038	0.01	2	1.83	0.20	0.4657	0.1391	3300	-1.9725845
826.2	198.5	112	0.1985	0.1978	0.0036	0.01	2	1.87	0.19	0.4412	0.1340	3360	-2.0101949
825.0	197.3	114	0.1973	0.1906	0.0021	0.00	2	1.90	0.19	0.2574	0.1300	3420	-2.0401613
824.3	196.6	116	0.1966	0.1864	0.0025	0.01	2	1.93	0.18	0.3064	0.1268	3480	-2.0650171
823.4	195.7	118	0.1957	0.1813	0.0032	0.01	2	1.97	0.18	0.3922	0.1229	3540	-2.0966992
822.4	194.7	120	0.1947	0.1749	0.0023	0.00	2	2.00	0.17	0.2819	0.1190	3600	-2.1282517
821.6	193.9	122	0.1939	0.1703	0.0029	0.01	2	2.03	0.17	0.3554	0.1154	3660	-2.1590275
820.6	192.9	124	0.1929	0.1644	0.0023	0.00	2	2.07	0.16	0.2819	0.1118	3720	-2.1907806
819.9	192.2	126	0.1922	0.1598	0.0017	0.00	2	2.10	0.16	0.2083	0.1091	3780	-2.2159112
819.3	191.6	128	0.1916	0.1564	0.0017	0.00	2	2.13	0.15	0.2083	0.1067	3840	-2.2377802
818.7	191.0	130	0.1910	0.1530	0.0025	0.01	2	2.17	0.15	0.3064	0.1038	3900	-2.2654724
817.9	190.2	132	0.1902	0.1479	0.0028	0.01	2	2.20	0.15	0.3431	0.1001	3960	-2.3015486
817.0	189.3	134	0.1893	0.1423	0.0009	0.00	2	2.23	0.14	0.1103	0.0975	4020	-2.3275282
816.7	189.0	136	0.1890	0.1405	0.0021	0.00	2	2.27	0.14	0.2574	0.0955	4080	-2.3490998
816.0	188.3	138	0.1883	0.1363	0.0022	0.00	2	2.30	0.13	0.2696	0.0925	4140	-2.3808538
815.2	187.5	140	0.1875	0.1319	0.0023	0.00	2	2.33	0.13	0.2819	0.0893	4200	-2.4152012
814.5	186.8	142	0.1868	0.1272	0.0014	0.00	2	2.37	0.13	0.1716	0.0868	4260	-2.4443539
814.0	186.3	144	0.1863	0.1244	0.0022	0.00	2	2.40	0.12	0.2696	0.0843	4320	-2.4735584
813.3	185.6	146	0.1856	0.1200	0.0008	0.00	2	2.43	0.12	0.0980	0.0822	4380	-2.4985645
813.0	185.3	148	0.1853	0.1184	0.0021	0.00	2	2.47	0.12	0.2574	0.0802	4440	-2.5233463

812.3	184.6	150	0.1846	0.1141	0.0011	0.00	2	2.50	0.11	0.1348	0.0780	4500	-2.5514240
811.9	184.2	152	0.1842	0.1119	0.0005	0.00	2	2.53	0.11	0.0613	0.0769	4560	-2.5657641
811.8	184.1	154	0.1841	0.1109	0.0021	0.00	2	2.57	0.11	0.2574	0.0751	4620	-2.5895144
811.1	183.4	156	0.1834	0.1067	0.0015	0.00	2	2.60	0.11	0.1838	0.0726	4680	-2.6233595
810.6	182.9	158	0.1829	0.1037	0.0004	0.00	2	2.63	0.10	0.0490	0.0712	4740	-2.6416950
810.4	182.7	160	0.1827	0.1029	0.0011	0.00	2	2.67	0.10	0.1348	0.0702	4800	-2.6564116
810.1	182.4	162	0.1824	0.1007	0.0010	0.00	2	2.70	0.10	0.1225	0.0687	4860	-2.6773857
809.7	182.0	164	0.1820	0.0987	0.0003	0.00	2	2.73	0.10	0.0368	0.0678	4920	-2.6905936
809.6	181.9	166	0.1819	0.0981	0.0005	0.00	2	2.77	0.10	0.0613	0.0673	4980	-2.6988091
809.5	181.8	168	0.1818	0.0970	0.0004	0.00	2	2.80	0.10	0.0490	0.0667	5040	-2.7081330
809.3	181.6	170	0.1816	0.0962	0.0021	0.00	2	2.83	0.09	0.2574	0.0649	5100	-2.7344983
808.6	180.9	172	0.1809	0.0920	0.0011	0.00	2	2.87	0.09	0.1348	0.0627	5160	-2.7692930
808.3	180.6	174	0.1806	0.0898	0.0002	0.00	2	2.90	0.09	0.0245	0.0618	5220	-2.7837816
808.2	180.5	176	0.1805	0.0894	0.0015	0.00	2	2.93	0.09	0.1838	0.0606	5280	-2.8030507
807.7	180.0	178	0.1800	0.0864	0.0003	0.00	2	2.97	0.09	0.0368	0.0594	5340	-2.8238662
807.6	179.9	180	0.1799	0.0858	0.0010	0.00	2	3.00	0.08	0.1225	0.0585	5400	-2.8391737
807.3	179.6	182	0.1796	0.0838	0.0006	0.00	2	3.03	0.08	0.0735	0.0582	5460	-2.8439312
807.5	179.8	184	0.1798	0.0850	0.0015	0.00	2	3.07	0.08	0.1838	0.0576	5520	-2.8547192
807.0	179.3	186	0.1793	0.0820	0.0013	0.00	2	3.10	0.08	0.1593	0.0556	5580	-2.8890459
806.5	178.8	188	0.1788	0.0793	0.0006	0.00	2	3.13	0.08	0.0735	0.0543	5640	-2.9130287
806.3	178.6	190	0.1786	0.0781	0.0009	0.00	2	3.17	0.08	0.1103	0.0533	5700	-2.9323774
806.0	178.3	192	0.1783	0.0763	0.0010	0.00	2	3.20	0.08	0.1225	0.0520	5760	-2.9574356
805.7	178.0	194	0.1780	0.0743	0.0009	0.00	2	3.23	0.07	0.1103	0.0506	5820	-2.9831380
805.4	177.7	196	0.1777	0.0725	0.0011	0.00	2	3.27	0.07	0.1348	0.0492	5880	-3.0109264
805.0	177.3	198	0.1773	0.0703	0.0007	0.00	2	3.30	0.07	0.0858	0.0480	5940	-3.0366138
804.8	177.1	200	0.1771	0.0689	0.0004	0.00	2	3.33	0.07	0.0490	0.0472	6000	-3.0526427
804.7	177.0	202	0.1770	0.0681	0.0006	0.00	2	3.37	0.07	0.0735	0.0465	6060	-3.0674409

804.5	176.8	204	0.1768	0.0669	0.0002	0.00	2	3.40	0.07	0.0245	0.0460	6120	-3.0794392
804.4	176.7	206	0.1767	0.0665	0.0002	0.00	2	3.43	0.07	0.0245	0.0457	6180	-3.0854927
804.3	176.6	208	0.1766	0.0661	0.0005	0.00	2	3.47	0.07	0.0613	0.0452	6240	-3.0961754
804.2	176.5	210	0.1765	0.0651	0.0011	0.00	2	3.50	0.06	0.1348	0.0441	6300	-3.1210302
803.8	176.1	212	0.1761	0.0628	0.0008	0.00	2	3.53	0.06	0.0980	0.0439	6360	-3.1257600
804.1	176.4	214	0.1764	0.0645	0.0003	0.00	2	3.57	0.06	0.0368	0.0443	6420	-3.1178893
804.0	176.3	216	0.1763	0.0639	0.0005	0.00	2	3.60	0.06	0.0613	0.0437	6480	-3.1305124
803.8	176.1	218	0.1761	0.0628	0.0012	0.00	2	3.63	0.06	0.1471	0.0425	6540	-3.1578773
803.4	175.7	220	0.1757	0.0604	0.0005	0.00	2	3.67	0.06	0.0613	0.0420	6600	-3.1693665
803.6	175.9	222	0.1759	0.0614	0.0001	0.00	2	3.70	0.06	0.0123	0.0424	6660	-3.1595105
803.6	175.9	224	0.1759	0.0616	0.0008	0.00	2	3.73	0.06	0.0980	0.0420	6720	-3.1710187
803.3	175.6	226	0.1756	0.0600	0.0004	0.00	2	3.77	0.06	0.0490	0.0411	6780	-3.1910604
803.2	175.5	228	0.1755	0.0592	0.0001	0.00	2	3.80	0.06	0.0123	0.0409	6840	-3.1961342
803.2	175.5	230	0.1755	0.0594	0.0004	0.00	2	3.83	0.06	0.0490	0.0407	6900	-3.2012339
803.1	175.4	232	0.1754	0.0586	0.0006	0.00	2	3.87	0.06	0.0735	0.0400	6960	-3.2184232
802.9	175.2	234	0.1752	0.0574	0.0000	0.00	2	3.90	0.06	0.0000	0.0396	7020	-3.2288804
802.9	175.2	236	0.1752	0.0574	0.0004	0.00	2	3.93	0.06	0.0490	0.0393	7080	-3.2359131
802.8	175.1	238	0.1751	0.0566	0.0002	0.00	2	3.97	0.06	0.0245	0.0389	7140	-3.2465558
802.7	175.0	240	0.1750	0.0562	0.0000	0.00	2	4.00	0.06	0.0000	0.0388	7200	-3.2501287
802.7	175.0	242	0.1750	0.0562	0.0002	0.00	2	4.03	0.06	0.0245	0.0386	7260	-3.2537144
802.6	174.9	244	0.1749	0.0558	0.0011	0.00	2	4.07	0.05	0.1348	0.0377	7320	-3.2773402
802.3	174.6	246	0.1746	0.0536				4.10					

Anexo 2-II. Datos de secado de yuca a 50 °C espesor 2 mm y velocidad constante (2,2 m/s)

mallamuestra (g)	peso (g)	Tiempo (min)	Peso (kg)	Hbs(kg H ₂ O/kg ms)	-dH/dt	ΔH	Δt	tiempo (H)	Hbs _{prom} (kg/kg ms)	R (kg/h.m ²)	MR	Tiempo (s)	Ln(MR)
1004.5	376.8	0	0.3768	1.3792	0.0192	0.04	2	0.00	1.36	2.2304	1.0000	0	0.0000000
998.4	370.7	2	0.3707	1.3409	0.0216	0.04	2	0.03	1.32	2.5123	0.9701	60	-0.0304030
991.6	363.9	4	0.3639	1.2977	0.0212	0.04	2	0.07	1.28	2.4632	0.9386	120	-0.0633246
984.9	357.2	6	0.3572	1.2554	0.0206	0.04	2	0.10	1.23	2.4020	0.9079	180	-0.0965996
978.4	350.7	8	0.3507	1.2141	0.0190	0.04	2	0.13	1.20	2.2181	0.8787	240	-0.1292574
972.3	344.6	10	0.3446	1.1761	0.0200	0.04	2	0.17	1.16	2.3284	0.8500	300	-0.1624715
966.0	338.3	12	0.3383	1.1361	0.0208	0.04	2	0.20	1.12	2.4265	0.8200	360	-0.1984297
959.4	331.7	14	0.3317	1.0944	0.0210	0.04	2	0.23	1.07	2.4510	0.7892	420	-0.2367092
952.7	325.0	16	0.3250	1.0523	0.0197	0.04	2	0.27	1.03	2.2917	0.7593	480	-0.2753909
946.5	318.8	18	0.3188	1.0129	0.0182	0.04	2	0.30	0.99	2.1201	0.7314	540	-0.3127689
940.7	313.0	20	0.3130	0.9765	0.0186	0.04	2	0.33	0.96	2.1691	0.7043	600	-0.3504991
934.8	307.1	22	0.3071	0.9393	0.0175	0.03	2	0.37	0.92	2.0343	0.6778	660	-0.3889095
929.3	301.6	24	0.3016	0.9043	0.0177	0.04	2	0.40	0.89	2.0588	0.6520	720	-0.4277856
923.7	296.0	26	0.2960	0.8690	0.0179	0.04	2	0.43	0.85	2.0833	0.6258	780	-0.4687289
918.0	290.3	28	0.2903	0.8332	0.0170	0.03	2	0.47	0.82	1.9853	0.6001	840	-0.5106465
912.6	284.9	30	0.2849	0.7991	0.0157	0.03	2	0.50	0.78	1.8260	0.5760	900	-0.5515734
907.7	280.0	32	0.2800	0.7677	0.0156	0.03	2	0.53	0.75	1.8137	0.5531	960	-0.5922864
902.7	275.0	34	0.2750	0.7366	0.0141	0.03	2	0.57	0.72	1.6422	0.5312	1020	-0.6325403
898.3	270.6	36	0.2706	0.7084	0.0157	0.03	2	0.60	0.69	1.8260	0.5093	1080	-0.6746347
893.3	265.6	38	0.2656	0.6770	0.0142	0.03	2	0.63	0.66	1.6544	0.4874	1140	-0.7187380
888.8	261.1	40	0.2611	0.6486	0.0134	0.03	2	0.67	0.64	1.5564	0.4671	1200	-0.7612253
884.6	256.9	42	0.2569	0.6219	0.0139	0.03	2	0.70	0.61	1.6176	0.4471	1260	-0.8050789

880.2	252.5	44	0.2525	0.5941	0.0137	0.03	2	0.73	0.58	1.5931	0.4268	1320	-0.8514878
875.8	248.1	46	0.2481	0.5667	0.0123	0.02	2	0.77	0.55	1.4338	0.4077	1380	-0.8973047
871.9	244.2	48	0.2442	0.5421	0.0124	0.02	2	0.80	0.53	1.4461	0.3895	1440	-0.9429350
868.0	240.3	50	0.2403	0.5173	0.0109	0.02	2	0.83	0.51	1.2745	0.3723	1500	-0.9880420
864.5	236.8	52	0.2368	0.4954	0.0104	0.02	2	0.87	0.48	1.2132	0.3566	1560	-1.0311487
861.2	233.5	54	0.2335	0.4746	0.0116	0.02	2	0.90	0.46	1.3480	0.3404	1620	-1.0775605
857.6	229.9	56	0.2299	0.4514	0.0107	0.02	2	0.93	0.44	1.2500	0.3240	1680	-1.1269478
854.2	226.5	58	0.2265	0.4299	0.0091	0.02	2	0.97	0.42	1.0539	0.3095	1740	-1.1728826
851.3	223.6	60	0.2236	0.4118	0.0103	0.02	2	1.00	0.40	1.2010	0.2952	1800	-1.2199806
848.0	220.3	62	0.2203	0.3912	0.0083	0.02	2	1.03	0.38	0.9681	0.2815	1860	-1.2674811
845.4	217.7	64	0.2177	0.3746	0.0094	0.02	2	1.07	0.37	1.0907	0.2685	1920	-1.3147543
842.4	214.7	66	0.2147	0.3558	0.0084	0.02	2	1.10	0.35	0.9804	0.2555	1980	-1.3646765
839.8	212.1	68	0.2121	0.3390	0.0093	0.02	2	1.13	0.33	1.0784	0.2425	2040	-1.4169032
836.8	209.1	70	0.2091	0.3205	0.0083	0.02	2	1.17	0.31	0.9681	0.2295	2100	-1.4716715
834.2	206.5	72	0.2065	0.3039	0.0083	0.02	2	1.20	0.30	0.9681	0.2173	2160	-1.5264043
831.6	203.9	74	0.2039	0.2872	0.0056	0.01	2	1.23	0.28	0.6495	0.2071	2220	-1.5745453
829.8	202.1	76	0.2021	0.2761	0.0071	0.01	2	1.27	0.27	0.8211	0.1978	2280	-1.6204166
827.6	199.9	78	0.1999	0.2620	0.0077	0.02	2	1.30	0.25	0.8946	0.1870	2340	-1.6767361
825.1	197.4	80	0.1974	0.2466	0.0060	0.01	2	1.33	0.24	0.6985	0.1769	2400	-1.7320347
823.2	195.5	82	0.1955	0.2346	0.0059	0.01	2	1.37	0.23	0.6863	0.1682	2460	-1.7827188
821.4	193.7	84	0.1937	0.2228	0.0049	0.01	2	1.40	0.22	0.5760	0.1602	2520	-1.8312681
819.8	192.1	86	0.1921	0.2129	0.0047	0.01	2	1.43	0.21	0.5515	0.1531	2580	-1.8767198
818.3	190.6	88	0.1906	0.2035	0.0057	0.01	2	1.47	0.20	0.6618	0.1454	2640	-1.9280537
816.5	188.8	90	0.1888	0.1921	0.0044	0.01	2	1.50	0.19	0.5147	0.1380	2700	-1.9804826
815.1	187.4	92	0.1874	0.1833	0.0059	0.01	2	1.53	0.18	0.6863	0.1304	2760	-2.0369989
813.2	185.5	94	0.1855	0.1715	0.0042	0.01	2	1.57	0.17	0.4902	0.1230	2820	-2.0956426
811.9	184.2	96	0.1842	0.1631	0.0032	0.01	2	1.60	0.16	0.3676	0.1176	2880	-2.1406816

810.9	183.2	98	0.1832	0.1567	0.0048	0.01	2	1.63	0.15	0.5637	0.1117	2940	-2.1919931
809.4	181.7	100	0.1817	0.1471	0.0033	0.01	2	1.67	0.14	0.3799	0.1057	3000	-2.2468121
808.3	180.6	102	0.1806	0.1405	0.0036	0.01	2	1.70	0.14	0.4167	0.1007	3060	-2.2955484
807.2	179.5	104	0.1795	0.1334	0.0025	0.01	2	1.73	0.13	0.2941	0.0962	3120	-2.3411368
806.4	178.7	106	0.1787	0.1283	0.0039	0.01	2	1.77	0.12	0.4534	0.0915	3180	-2.3914371
805.2	177.5	108	0.1775	0.1205	0.0020	0.00	2	1.80	0.12	0.2328	0.0872	3240	-2.4399535
804.5	176.8	110	0.1768	0.1165	0.0031	0.01	2	1.83	0.11	0.3554	0.0835	3300	-2.4834989
803.6	175.9	112	0.1759	0.1104	0.0029	0.01	2	1.87	0.11	0.3431	0.0790	3360	-2.5377993
802.6	174.9	114	0.1749	0.1045	0.0007	0.00	2	1.90	0.10	0.0858	0.0763	3420	-2.5726643
802.4	174.7	116	0.1747	0.1031	0.0026	0.01	2	1.93	0.10	0.3064	0.0739	3480	-2.6056409
801.6	173.9	118	0.1739	0.0978	0.0018	0.00	2	1.97	0.10	0.2083	0.0706	3540	-2.6506418
801.0	173.3	120	0.1733	0.0942	0.0019	0.00	2	2.00	0.09	0.2206	0.0679	3600	-2.6897541
800.4	172.7	122	0.1727	0.0904	0.0022	0.00	2	2.03	0.09	0.2574	0.0649	3660	-2.7352179
799.7	172.0	124	0.1720	0.0860	0.0013	0.00	2	2.07	0.08	0.1471	0.0623	3720	-2.7753706
799.3	171.6	126	0.1716	0.0835	0.0024	0.00	2	2.10	0.08	0.2819	0.0596	3780	-2.8197956
798.5	170.8	128	0.1708	0.0787	0.0006	0.00	2	2.13	0.08	0.0735	0.0574	3840	-2.8581615
798.3	170.6	130	0.1706	0.0774	0.0022	0.00	2	2.17	0.08	0.2574	0.0553	3900	-2.8952550
797.6	169.9	132	0.1699	0.0730	0.0009	0.00	2	2.20	0.07	0.1103	0.0530	3960	-2.9381510
797.3	169.6	134	0.1696	0.0711	0.0004	0.00	2	2.23	0.07	0.0490	0.0520	4020	-2.9573264
797.2	169.5	136	0.1695	0.0702	0.0008	0.00	2	2.27	0.07	0.0980	0.0510	4080	-2.9753591
796.9	169.2	138	0.1692	0.0686	0.0011	0.00	2	2.30	0.07	0.1225	0.0496	4140	-3.0030331
796.6	168.9	140	0.1689	0.0665	0.0004	0.00	2	2.33	0.07	0.0490	0.0486	4200	-3.0250995
796.5	168.8	142	0.1688	0.0656	0.0019	0.00	2	2.37	0.06	0.2206	0.0469	4260	-3.0607902
795.9	168.2	144	0.1682	0.0618	0.0005	0.00	2	2.40	0.06	0.0613	0.0451	4320	-3.0995173
795.7	168.0	146	0.1680	0.0608	0.0011	0.00	2	2.43	0.06	0.1225	0.0439	4380	-3.1256069
795.4	167.7	148	0.1677	0.0587	0.0001	0.00	2	2.47	0.06	0.0123	0.0431	4440	-3.1451814
795.3	167.6	150	0.1676	0.0585	0.0001	0.00	2	2.50	0.06	0.0123	0.0429	4500	-3.1487820

795.3	167.6	152	0.1676	0.0582	0.0011	0.00	2	2.53	0.06	0.1225	0.0421	4560	-3.1688201
795.0	167.3	154	0.1673	0.0561	0.0005	0.00	2	2.57	0.06	0.0613	0.0409	4620	-3.1968084
794.8	167.1	156	0.1671	0.0551	0.0004	0.00	2	2.60	0.05	0.0490	0.0402	4680	-3.2139852
794.7	167.0	158	0.1670	0.0542	0.0006	0.00	2	2.63	0.05	0.0735	0.0394	4740	-3.2334232
794.5	166.8	160	0.1668	0.0530	0.0000	0.00	2	2.67	0.05	0.0000	0.0390	4800	-3.2452700
794.5	166.8	162	0.1668	0.0530	0.0001	0.00	2	2.70	0.05	0.0123	0.0390	4860	-3.2432857
794.5	166.8	164	0.1668	0.0532	0.0011	0.00	2	2.73	0.05	0.1225	0.0383	4920	-3.2612872
794.2	166.5	166	0.1665	0.0511	0.0011	0.00	2	2.77	0.05	0.1225	0.0368	4980	-3.3024899
793.8	166.1	168	0.1661	0.0490	0.0009	0.00	2	2.80	0.05	0.1103	0.0367	5040	-3.3045953
794.1	166.4	170	0.1664	0.0509	0.0011	0.00	2	2.83	0.05	0.1225	0.0366	5100	-3.3067051
793.8	166.1	172	0.1661	0.0488	0.0001	0.00	2	2.87	0.05	0.0123	0.0358	5160	-3.3302118
793.8	166.1	174	0.1661	0.0486	0.0008	0.00	2	2.90	0.05	0.0980	0.0351	5220	-3.3498643
793.5	165.8	176	0.1658	0.0469	0.0009	0.00	2	2.93	0.05	0.1103	0.0338	5280	-3.3880734
793.2	165.5	178	0.1655	0.0450	0.0007	0.00	2	2.97	0.05	0.0858	0.0336	5340	-3.3926662
793.4	165.7	180	0.1657	0.0465	0.0000	0.00	2	3.00	0.05	0.0000	0.0342	5400	-3.3766831
793.4	165.7	182	0.1657	0.0465	0.0001	0.00	2	3.03	0.05	0.0123	0.0342	5460	-3.3744205
793.5	165.8	184	0.1658	0.0467	0.0022	0.00	2	3.07	0.04	0.2574	0.0327	5520	-3.4206744
792.8	165.1	186	0.1651	0.0422	0.0017	0.00	2	3.10	0.04	0.1961	0.0323	5580	-3.4325801
793.3	165.6	188	0.1656	0.0456	0.0000	0.00	2	3.13	0.05	0.0000	0.0335	5640	-3.3949705
793.3	165.6	190	0.1656	0.0456	0.0002	0.00	2	3.17	0.05	0.0245	0.0337	5700	-3.3903672
793.4	165.7	192	0.1657	0.0460	0.0002	0.00	2	3.20	0.05	0.0245	0.0340	5760	-3.3812237
793.4	165.7	194	0.1657	0.0465	0.0013	0.00	2	3.23	0.05	0.1471	0.0332	5820	-3.4042411
793.0	165.3	196	0.1653	0.0439	0.0000	0.00	2	3.27	0.04	0.0000	0.0323	5880	-3.4325801
793.0	165.3	198	0.1653	0.0439	0.0005	0.00	2	3.30	0.04	0.0613	0.0319	5940	-3.4446292
792.9	165.2	200	0.1652	0.0429	0.0002	0.00	2	3.33	0.04	0.0245	0.0317	6000	-3.4519290
792.9	165.2	202	0.1652	0.0433	0.0011	0.00	2	3.37	0.04	0.1225	0.0326	6060	-3.4230442
793.3	165.6	204	0.1656	0.0454	0.0011	0.00	2	3.40	0.05	0.1225	0.0342	6120	-3.3766831

793.6	165.9	206	0.1659	0.0475	0.0015	0.00	2	3.43	0.05	0.1716	0.0339	6180	-3.3857850
793.1	165.4	208	0.1654	0.0446	0.0012	0.00	2	3.47	0.04	0.1348	0.0319	6240	-3.4446292
792.8	165.1	210	0.1651	0.0422				3.50					

Anexo 2-III. Datos de secado de yuca a 60°C, espesor 2 mm y velocidad constante (2.2 m/s)

peso muestra+peso malla (g)	peso (g)	Tiempo (min)	Peso (kg)	Hbs(kg H ₂ O/kg ms)	-dH/dt	ΔH	Δt	tiempo (H)	Hbs _{prom} (kg/kg ms)	R (kg/h.m ²)	MR	Tiempo (s)	Ln(MR)
967.8	340.1	0	0.3401	1.3909	0.0163	0.03	2	0.00	1.37	1.7034	1.0000	0	0.0000000
963.2	335.5	2	0.3355	1.3584	0.0219	0.04	2	0.03	1.34	2.2917	0.9722	60	-0.0281772
957.0	329.3	4	0.3293	1.3145	0.0226	0.05	2	0.07	1.29	2.3652	0.9398	120	-0.0620563
950.5	322.8	6	0.3228	1.2693	0.0214	0.04	2	0.10	1.25	2.2426	0.9078	180	-0.0967480
944.4	316.7	8	0.3167	1.2264	0.0219	0.04	2	0.13	1.20	2.2917	0.8763	240	-0.1321029
938.2	310.5	10	0.3105	1.1826	0.0182	0.04	2	0.17	1.16	1.8995	0.8471	300	-0.1659326
933.0	305.3	12	0.3053	1.1463	0.0217	0.04	2	0.20	1.12	2.2672	0.8181	360	-0.2007386
926.9	299.2	14	0.2992	1.1030	0.0190	0.04	2	0.23	1.08	1.9853	0.7886	420	-0.2375562
921.5	293.8	16	0.2938	1.0650	0.0198	0.04	2	0.27	1.05	2.0711	0.7603	480	-0.2739862
915.8	288.1	18	0.2881	1.0254	0.0180	0.04	2	0.30	1.01	1.8873	0.7328	540	-0.3108629
910.7	283.0	20	0.2830	0.9893	0.0197	0.04	2	0.33	0.97	2.0588	0.7054	600	-0.3490308
905.1	277.4	22	0.2774	0.9500	0.0187	0.04	2	0.37	0.93	1.9608	0.6774	660	-0.3894682
899.8	272.1	24	0.2721	0.9125	0.0193	0.04	2	0.40	0.89	2.0221	0.6497	720	-0.4312163
894.3	266.6	26	0.2666	0.8738	0.0164	0.03	2	0.43	0.86	1.7157	0.6237	780	-0.4720470
889.6	261.9	28	0.2619	0.8410	0.0173	0.03	2	0.47	0.82	1.8137	0.5992	840	-0.5121950
884.7	257.0	30	0.2570	0.8063	0.0161	0.03	2	0.50	0.79	1.6789	0.5749	900	-0.5535777

880.1	252.4	32	0.2524	0.7742	0.0153	0.03	2	0.53	0.76	1.6054	0.5520	960	-0.5941192
875.7	248.0	34	0.2480	0.7435	0.0157	0.03	2	0.57	0.73	1.6422	0.5295	1020	-0.6358910
871.3	243.6	36	0.2436	0.7121	0.0168	0.03	2	0.60	0.70	1.7525	0.5059	1080	-0.6815038
866.5	238.8	38	0.2388	0.6786	0.0138	0.03	2	0.63	0.66	1.4461	0.4836	1140	-0.7264733
862.6	234.9	40	0.2349	0.6510	0.0138	0.03	2	0.67	0.64	1.4461	0.4635	1200	-0.7689531
858.6	230.9	42	0.2309	0.6233	0.0135	0.03	2	0.70	0.61	1.4093	0.4436	1260	-0.8127413
854.8	227.1	44	0.2271	0.5964	0.0145	0.03	2	0.73	0.58	1.5196	0.4233	1320	-0.8597425
850.7	223.0	46	0.2230	0.5673	0.0111	0.02	2	0.77	0.56	1.1642	0.4046	1380	-0.9048405
847.5	219.8	48	0.2198	0.5451	0.0134	0.03	2	0.80	0.53	1.3971	0.3868	1440	-0.9498629
843.7	216.0	50	0.2160	0.5183	0.0114	0.02	2	0.83	0.51	1.1887	0.3688	1500	-0.9974704
840.5	212.8	52	0.2128	0.4956	0.0114	0.02	2	0.87	0.48	1.1887	0.3523	1560	-1.0433368
837.2	209.5	54	0.2095	0.4729	0.0116	0.02	2	0.90	0.46	1.2132	0.3356	1620	-1.0919163
833.9	206.2	56	0.2062	0.4497	0.0104	0.02	2	0.93	0.44	1.0907	0.3196	1680	-1.1408409
831.0	203.3	58	0.2033	0.4288	0.0091	0.02	2	0.97	0.42	0.9559	0.3053	1740	-1.1864036
828.4	200.7	60	0.2007	0.4106	0.0103	0.02	2	1.00	0.40	1.0784	0.2912	1800	-1.2338490
825.4	197.7	62	0.1977	0.3899	0.0090	0.02	2	1.03	0.38	0.9436	0.2771	1860	-1.2833504
822.9	195.2	64	0.1952	0.3719	0.0083	0.02	2	1.07	0.36	0.8701	0.2645	1920	-1.3299376
820.5	192.8	66	0.1928	0.3553	0.0093	0.02	2	1.10	0.35	0.9681	0.2517	1980	-1.3794786
817.9	190.2	68	0.1902	0.3368	0.0086	0.02	2	1.13	0.33	0.8946	0.2388	2040	-1.4323160
815.4	187.7	70	0.1877	0.3197	0.0071	0.01	2	1.17	0.31	0.7475	0.2273	2100	-1.4813309
813.4	185.7	72	0.1857	0.3054	0.0076	0.02	2	1.20	0.30	0.7966	0.2166	2160	-1.5297197
811.2	183.5	74	0.1835	0.2901	0.0086	0.02	2	1.23	0.28	0.8946	0.2048	2220	-1.5855500
808.8	181.1	76	0.1811	0.2730	0.0068	0.01	2	1.27	0.27	0.7108	0.1937	2280	-1.6415975
806.9	179.2	78	0.1792	0.2594	0.0053	0.01	2	1.30	0.25	0.5515	0.1849	2340	-1.6879831
805.4	177.7	80	0.1777	0.2489	0.0059	0.01	2	1.33	0.24	0.6127	0.1768	2400	-1.7327615
803.7	176.0	82	0.1760	0.2372	0.0061	0.01	2	1.37	0.23	0.6373	0.1681	2460	-1.7831820
802.0	174.3	84	0.1743	0.2250	0.0075	0.01	2	1.40	0.22	0.7843	0.1582	2520	-1.8437934

799.8	172.1	86	0.1721	0.2100	0.0021	0.00	2	1.43	0.21	0.2206	0.1512	2580	-1.8889699
799.2	171.5	88	0.1715	0.2058	0.0055	0.01	2	1.47	0.20	0.5760	0.1457	2640	-1.9262894
797.7	170.0	90	0.1700	0.1948	0.0048	0.01	2	1.50	0.19	0.5025	0.1382	2700	-1.9791414
796.3	168.6	92	0.1686	0.1852	0.0062	0.01	2	1.53	0.18	0.6495	0.1302	2760	-2.0388639
794.5	166.8	94	0.1668	0.1727	0.0035	0.01	2	1.57	0.17	0.3676	0.1231	2820	-2.0947362
793.5	165.8	96	0.1658	0.1657	0.0035	0.01	2	1.60	0.16	0.3676	0.1180	2880	-2.1371629
792.5	164.8	98	0.1648	0.1587	0.0055	0.01	2	1.63	0.15	0.5760	0.1114	2940	-2.1943887
791.0	163.3	100	0.1633	0.1477	0.0030	0.01	2	1.67	0.14	0.3186	0.1052	3000	-2.2518434
790.1	162.4	102	0.1624	0.1416	0.0023	0.00	2	1.70	0.14	0.2451	0.1013	3060	-2.2898201
789.4	161.7	104	0.1617	0.1369	0.0037	0.01	2	1.73	0.13	0.3922	0.0969	3120	-2.3345620
788.4	160.7	106	0.1607	0.1294	0.0025	0.00	2	1.77	0.13	0.2574	0.0923	3180	-2.3823225
787.7	160.0	108	0.1600	0.1245	0.0022	0.00	2	1.80	0.12	0.2328	0.0889	3240	-2.4199416
787.0	159.3	110	0.1593	0.1200	0.0048	0.01	2	1.83	0.12	0.5025	0.0838	3300	-2.4791646
785.7	158.0	112	0.1580	0.1104	0.0000	0.00	2	1.87	0.11	0.0000	0.0803	3360	-2.5217501
785.7	158.0	114	0.1580	0.1104	0.0042	0.01	2	1.90	0.11	0.4412	0.0773	3420	-2.5606985
784.5	156.8	116	0.1568	0.1020	0.0022	0.00	2	1.93	0.10	0.2328	0.0726	3480	-2.6232961
783.8	156.1	118	0.1561	0.0975	0.0014	0.00	2	1.97	0.10	0.1471	0.0699	3540	-2.6603855
783.4	155.7	120	0.1557	0.0947	0.0021	0.00	2	2.00	0.09	0.2206	0.0674	3600	-2.6976376
782.8	155.1	122	0.1551	0.0905	0.0020	0.00	2	2.03	0.09	0.2083	0.0644	3660	-2.7429285
782.3	154.6	124	0.1546	0.0865	0.0011	0.00	2	2.07	0.09	0.1103	0.0622	3720	-2.7779529
782.0	154.3	126	0.1543	0.0844	0.0019	0.00	2	2.10	0.08	0.1961	0.0600	3780	-2.8128281
781.4	153.7	128	0.1537	0.0807	0.0013	0.00	2	2.13	0.08	0.1348	0.0577	3840	-2.8519116
781.1	153.4	130	0.1534	0.0781	0.0028	0.01	2	2.17	0.08	0.2941	0.0548	3900	-2.9049612
780.3	152.6	132	0.1526	0.0725	0.0014	0.00	2	2.20	0.07	0.1471	0.0517	3960	-2.9626311
779.9	152.2	134	0.1522	0.0696	0.0021	0.00	2	2.23	0.07	0.2206	0.0491	4020	-3.0133678
779.3	151.6	136	0.1516	0.0654	0.0007	0.00	2	2.27	0.06	0.0735	0.0471	4080	-3.0558961
779.1	151.4	138	0.1514	0.0640	0.0007	0.00	2	2.30	0.06	0.0735	0.0461	4140	-3.0778583

778.9	151.2	140	0.1512	0.0626	0.0025	0.00	2	2.33	0.06	0.2574	0.0438	4200	-3.1291111
778.2	150.5	142	0.1505	0.0577	0.0005	0.00	2	2.37	0.06	0.0490	0.0416	4260	-3.1790301
778.0	150.3	144	0.1503	0.0568	0.0001	0.00	2	2.40	0.06	0.0123	0.0412	4320	-3.1893201
778.0	150.3	146	0.1503	0.0565	0.0004	0.00	2	2.43	0.06	0.0368	0.0409	4380	-3.1976290
777.9	150.2	148	0.1502	0.0558	0.0022	0.00	2	2.47	0.05	0.2328	0.0390	4440	-3.2446045
777.3	149.6	150	0.1496	0.0514	0.0012	0.00	2	2.50	0.05	0.1225	0.0365	4500	-3.3101032
776.9	149.2	152	0.1492	0.0490	0.0007	0.00	2	2.53	0.05	0.0735	0.0351	4560	-3.3481654
776.7	149.0	154	0.1490	0.0476	0.0001	0.00	2	2.57	0.05	0.0123	0.0346	4620	-3.3652843
776.7	149.0	156	0.1490	0.0474				2.60					

Anexo 2-IV. Datos de secado de yuca a 40 °C, espesor 4 mm y velocidad constante (2.2 m/s)

malla+muestra (g)	peso (g)	Tiempo (min)	Peso (kg)	Hbs(kg H ₂ O/kg ms)	-dH/dt	ΔH	Δt	tiempo (h)	Hbs _{prom} (kg/kg ms)	R (kg/h.m ²)	MR	Tiempo (s)	Ln(MR)
1252.6	624.9	0	0.6249	1.49	0.0161	0.032	2	0.00	1.48	2.9087	1.0000	60	0.000000
1244.6	616.9	2	0.6169	1.46	0.0108	0.022	2	0.03	1.45	1.9471	0.9818	120	-0.018359
1239.2	611.5	4	0.6115	1.44	0.0104	0.021	2	0.07	1.43	1.8870	0.9674	180	-0.033098
1233.9	606.2	6	0.6062	1.42	0.0094	0.019	2	0.10	1.41	1.7067	0.9540	240	-0.047112
1229.2	601.5	8	0.6015	1.40	0.0090	0.018	2	0.13	1.39	1.6226	0.9415	300	-0.060273
1224.7	597.0	10	0.5970	1.38	0.0100	0.020	2	0.17	1.37	1.8029	0.9287	360	-0.073997
1219.7	592.0	12	0.5920	1.36	0.0067	0.013	2	0.20	1.35	1.2139	0.9174	420	-0.086242
1216.3	588.6	14	0.5886	1.35	0.0078	0.016	2	0.23	1.34	1.4183	0.9075	480	-0.097050
1212.4	584.7	16	0.5847	1.33	0.0084	0.017	2	0.27	1.32	1.5264	0.8965	540	-0.109281
1208.2	580.5	18	0.5805	1.31	0.0069	0.014	2	0.30	1.31	1.2500	0.8861	600	-0.120952
1204.7	577.0	20	0.5770	1.30	0.0060	0.012	2	0.33	1.29	1.0937	0.8773	660	-0.130911
1201.7	574.0	22	0.5740	1.29	0.0074	0.015	2	0.37	1.28	1.3462	0.8682	720	-0.141385
1197.9	570.2	24	0.5702	1.27	0.0081	0.016	2	0.40	1.27	1.4663	0.8576	780	-0.153596
1193.9	566.2	26	0.5662	1.26	0.0084	0.017	2	0.43	1.25	1.5264	0.8464	840	-0.166756
1189.6	561.9	28	0.5619	1.24	0.0058	0.012	2	0.47	1.24	1.0577	0.8367	900	-0.178260
1186.7	559.0	30	0.5590	1.23	0.0051	0.010	2	0.50	1.22	0.9255	0.8293	960	-0.187179
1184.1	556.4	32	0.5564	1.22	0.0074	0.015	2	0.53	1.21	1.3462	0.8208	1020	-0.197494
1180.4	552.7	34	0.5527	1.20	0.0080	0.016	2	0.57	1.20	1.4543	0.8103	1080	-0.210359
1176.4	548.7	36	0.5487	1.19	0.0071	0.014	2	0.60	1.18	1.2861	0.8000	1140	-0.223110
1172.8	545.1	38	0.5451	1.17	0.0073	0.015	2	0.63	1.17	1.3221	0.7903	1200	-0.235399
1169.1	541.4	40	0.5414	1.16	0.0044	0.009	2	0.67	1.15	0.7933	0.7823	1260	-0.245478
1166.9	539.2	42	0.5392	1.15	0.0064	0.013	2	0.70	1.14	1.1538	0.7750	1320	-0.254847

1163.7	536.0	44	0.5360	1.14	0.0072	0.014	2	0.73	1.13	1.2981	0.7658	1380	-0.266770
1160.1	532.4	46	0.5324	1.12	0.0070	0.014	2	0.77	1.12	1.2620	0.7563	1440	-0.279372
1156.6	528.9	48	0.5289	1.11	0.0092	0.018	2	0.80	1.10	1.6587	0.7453	1500	-0.293947
1152.0	524.3	50	0.5243	1.09	0.0060	0.012	2	0.83	1.08	1.0817	0.7350	1560	-0.307817
1149.0	521.3	52	0.5213	1.08	0.0064	0.013	2	0.87	1.07	1.1538	0.7267	1620	-0.319277
1145.8	518.1	54	0.5181	1.07	0.0049	0.010	2	0.90	1.06	0.8774	0.7191	1680	-0.329804
1143.4	515.7	56	0.5157	1.06	0.0076	0.015	2	0.93	1.05	1.3822	0.7106	1740	-0.341647
1139.6	511.9	58	0.5119	1.04	0.0080	0.016	2	0.97	1.03	1.4423	0.7000	1800	-0.356650
1135.6	507.9	60	0.5079	1.03	0.0071	0.014	2	1.00	1.02	1.2861	0.6898	1860	-0.371360
1132.0	504.3	62	0.5043	1.01	0.0070	0.014	2	1.03	1.00	1.2740	0.6802	1920	-0.385362
1128.5	500.8	64	0.5008	1.00	0.0064	0.013	2	1.07	0.99	1.1659	0.6711	1980	-0.398891
1125.2	497.5	66	0.4975	0.98	0.0060	0.012	2	1.10	0.98	1.0938	0.6626	2040	-0.411587
1122.2	494.5	68	0.4945	0.97	0.0068	0.014	2	1.13	0.97	1.2260	0.6539	2100	-0.424789
1118.8	491.1	70	0.4911	0.96	0.0073	0.015	2	1.17	0.95	1.3221	0.6444	2160	-0.439495
1115.1	487.4	72	0.4874	0.94	0.0076	0.015	2	1.20	0.94	1.3702	0.6343	2220	-0.455273
1111.3	483.6	74	0.4836	0.93	0.0053	0.011	2	1.23	0.92	0.9495	0.6256	2280	-0.469069
1108.7	481.0	76	0.4810	0.92	0.0062	0.012	2	1.27	0.91	1.1178	0.6178	2340	-0.481527
1105.6	477.9	78	0.4779	0.91	0.0065	0.013	2	1.30	0.90	1.1779	0.6092	2400	-0.495545
1102.3	474.6	80	0.4746	0.89	0.0070	0.014	2	1.33	0.89	1.2620	0.6001	2460	-0.510662
1098.8	471.1	82	0.4711	0.88	0.0057	0.011	2	1.37	0.87	1.0337	0.5915	2520	-0.525098
1096.0	468.3	84	0.4683	0.87	0.0049	0.010	2	1.40	0.86	0.8894	0.5843	2580	-0.537353
1093.5	465.8	86	0.4658	0.86	0.0054	0.011	2	1.43	0.85	0.9856	0.5773	2640	-0.549448
1090.8	463.1	88	0.4631	0.85	0.0058	0.012	2	1.47	0.84	1.0457	0.5697	2700	-0.562718
1087.9	460.2	90	0.4602	0.84	0.0054	0.011	2	1.50	0.83	0.9856	0.5620	2760	-0.576167
1085.1	457.4	92	0.4574	0.82	0.0070	0.014	2	1.53	0.82	1.2740	0.5536	2820	-0.591343
1081.6	453.9	94	0.4539	0.81	0.0051	0.010	2	1.57	0.80	0.9135	0.5454	2880	-0.606258
1079.1	451.4	96	0.4514	0.80	0.0053	0.011	2	1.60	0.79	0.9615	0.5384	2940	-0.619222

1076.4	448.7	98	0.4487	0.79	0.0041	0.008	2	1.63	0.79	0.7452	0.5320	3000	-0.631170
1074.3	446.6	100	0.4466	0.78	0.0060	0.012	2	1.67	0.78	1.0817	0.5251	3060	-0.644119
1071.3	443.6	102	0.4436	0.77	0.0054	0.011	2	1.70	0.76	0.9856	0.5174	3120	-0.658978
1068.6	440.9	104	0.4409	0.76	0.0053	0.011	2	1.73	0.75	0.9495	0.5101	3180	-0.673089
1066.0	438.3	106	0.4383	0.75	0.0045	0.009	2	1.77	0.74	0.8053	0.5036	3240	-0.686060
1063.7	436.0	108	0.4360	0.74	0.0046	0.009	2	1.80	0.73	0.8293	0.4974	3300	-0.698296
1061.4	433.7	110	0.4337	0.73	0.0049	0.010	2	1.83	0.72	0.8774	0.4910	3360	-0.711234
1059.0	431.3	112	0.4313	0.72	0.0058	0.012	2	1.87	0.71	1.0457	0.4838	3420	-0.726015
1056.1	428.4	114	0.4284	0.71	0.0053	0.011	2	1.90	0.70	0.9495	0.4764	3480	-0.741585
1053.5	425.8	116	0.4258	0.70	0.0049	0.010	2	1.93	0.69	0.8774	0.4695	3540	-0.756057
1051.0	423.3	118	0.4233	0.69	0.0045	0.009	2	1.97	0.68	0.8173	0.4632	3600	-0.769672
1048.8	421.1	120	0.4211	0.68	0.0047	0.009	2	2.00	0.67	0.8413	0.4570	3660	-0.783179
1046.4	418.7	122	0.4187	0.67	0.0058	0.012	2	2.03	0.66	1.0457	0.4499	3720	-0.798771
1043.5	415.8	124	0.4158	0.66	0.0047	0.009	2	2.07	0.65	0.8413	0.4428	3780	-0.814610
1041.2	413.5	126	0.4135	0.65	0.0058	0.012	2	2.10	0.64	1.0457	0.4357	3840	-0.830704
1038.3	410.6	128	0.4106	0.64	0.0027	0.005	2	2.13	0.63	0.4808	0.4300	3900	-0.843915
1037.0	409.3	130	0.4093	0.63	0.0043	0.009	2	2.17	0.63	0.7692	0.4253	3960	-0.854865
1034.8	407.1	132	0.4071	0.62	0.0058	0.012	2	2.20	0.62	1.0457	0.4185	4020	-0.870980
1031.9	404.2	134	0.4042	0.61	0.0051	0.010	2	2.23	0.61	0.9135	0.4112	4080	-0.888672
1029.4	401.7	136	0.4017	0.60	0.0044	0.009	2	2.27	0.60	0.7933	0.4048	4140	-0.904344
1027.2	399.5	138	0.3995	0.59	0.0033	0.007	2	2.30	0.59	0.5889	0.3996	4200	-0.917218
1025.6	397.9	140	0.3979	0.59	0.0045	0.009	2	2.33	0.58	0.8053	0.3944	4260	-0.930375
1023.3	395.6	142	0.3956	0.58	0.0050	0.010	2	2.37	0.57	0.9014	0.3880	4320	-0.946720
1020.8	393.1	144	0.3931	0.57	0.0047	0.009	2	2.40	0.56	0.8534	0.3814	4380	-0.963808
1018.5	390.8	146	0.3908	0.56	0.0036	0.007	2	2.43	0.55	0.6490	0.3758	4440	-0.978674
1016.7	389.0	148	0.3890	0.55	0.0030	0.006	2	2.47	0.55	0.5409	0.3714	4500	-0.990607
1015.2	387.5	150	0.3875	0.55	0.0013	0.003	2	2.50	0.54	0.2284	0.3685	4560	-0.998398

1014.5	386.8	152	0.3868	0.54	0.0041	0.008	2	2.53	0.54	0.7332	0.3649	4620	-1.008223
1012.5	384.8	154	0.3848	0.53	0.0043	0.009	2	2.57	0.53	0.7812	0.3592	4680	-1.023895
1010.3	382.6	156	0.3826	0.53	0.0047	0.009	2	2.60	0.52	0.8534	0.3531	4740	-1.041091
1008.0	380.3	158	0.3803	0.52	0.0036	0.007	2	2.63	0.51	0.6490	0.3474	4800	-1.057161
1006.2	378.5	160	0.3785	0.51	0.0031	0.006	2	2.67	0.51	0.5649	0.3429	4860	-1.070338
1004.6	376.9	162	0.3769	0.50	0.0025	0.005	2	2.70	0.50	0.4567	0.3391	4920	-1.081563
1003.3	375.6	164	0.3756	0.50	0.0038	0.008	2	2.73	0.49	0.6851	0.3348	4980	-1.094259
1001.4	373.7	166	0.3737	0.49	0.0040	0.008	2	2.77	0.49	0.7212	0.3295	5040	-1.110121
999.4	371.7	168	0.3717	0.48	0.0037	0.007	2	2.80	0.48	0.6611	0.3243	5100	-1.125960
997.6	369.9	170	0.3699	0.48	0.0028	0.006	2	2.83	0.47	0.5048	0.3200	5160	-1.139519
996.2	368.5	172	0.3685	0.47	0.0030	0.006	2	2.87	0.47	0.5409	0.3161	5220	-1.151837
994.7	367.0	174	0.3670	0.46	0.0022	0.004	2	2.90	0.46	0.3966	0.3125	5280	-1.163012
993.6	365.9	176	0.3659	0.46	0.0037	0.007	2	2.93	0.46	0.6731	0.3085	5340	-1.175918
991.7	364.0	178	0.3640	0.45	0.0038	0.008	2	2.97	0.45	0.6851	0.3034	5400	-1.192547
989.8	362.1	180	0.3621	0.44	0.0039	0.008	2	3.00	0.44	0.6971	0.2983	5460	-1.209759
987.9	360.2	182	0.3602	0.44	0.0027	0.005	2	3.03	0.43	0.4928	0.2938	5520	-1.224818
986.5	358.8	184	0.3588	0.43	0.0021	0.004	2	3.07	0.43	0.3846	0.2905	5580	-1.236069
985.5	357.8	186	0.3578	0.43	0.0029	0.006	2	3.10	0.42	0.5288	0.2871	5640	-1.247918
984.0	356.3	188	0.3563	0.42	0.0030	0.006	2	3.13	0.42	0.5409	0.2831	5700	-1.261975
982.5	354.8	190	0.3548	0.41	0.0053	0.011	2	3.17	0.41	0.9495	0.2775	5760	-1.281896
979.9	352.2	192	0.3522	0.40	0.0033	0.007	2	3.20	0.40	0.5889	0.2717	5820	-1.302884
978.2	350.5	194	0.3505	0.40	0.0031	0.006	2	3.23	0.39	0.5529	0.2675	5880	-1.318751
976.7	349.0	196	0.3490	0.39	0.0004	0.001	2	3.27	0.39	0.0721	0.2651	5940	-1.327543
976.5	348.8	198	0.3488	0.39	0.0035	0.007	2	3.30	0.39	0.6370	0.2625	6000	-1.337614
974.7	347.0	200	0.3470	0.38	0.0046	0.009	2	3.33	0.38	0.8293	0.2570	6060	-1.358767
972.4	344.7	202	0.3447	0.37	0.0035	0.007	2	3.37	0.37	0.6250	0.2515	6120	-1.380197
970.7	343.0	204	0.3430	0.37	0.0015	0.003	2	3.40	0.37	0.2644	0.2482	6180	-1.393533

970.0	342.3	206	0.3423	0.36	0.0018	0.004	2	3.43	0.36	0.3245	0.2460	6240	-1.402462
969.1	341.4	208	0.3414	0.36	0.0020	0.004	2	3.47	0.36	0.3606	0.2434	6300	-1.412951
968.1	340.4	210	0.3404	0.36	0.0027	0.005	2	3.50	0.35	0.4928	0.2402	6360	-1.426172
966.7	339.0	212	0.3390	0.35	0.0031	0.006	2	3.53	0.35	0.5649	0.2363	6420	-1.442804
965.1	337.4	214	0.3374	0.35	0.0031	0.006	2	3.57	0.34	0.5649	0.2320	6480	-1.460882
963.6	335.9	216	0.3359	0.34	0.0041	0.008	2	3.60	0.34	0.7452	0.2271	6540	-1.482262
961.5	333.8	218	0.3338	0.33	0.0037	0.007	2	3.63	0.33	0.6731	0.2218	6600	-1.505934
959.6	331.9	220	0.3319	0.32	0.0011	0.002	2	3.67	0.32	0.2043	0.2185	6660	-1.520865
959.1	331.4	222	0.3314	0.32	0.0033	0.007	2	3.70	0.32	0.5889	0.2156	6720	-1.534558
957.4	329.7	224	0.3297	0.31	0.0027	0.005	2	3.73	0.31	0.4808	0.2115	6780	-1.553325
956.1	328.4	226	0.3284	0.31	0.0030	0.006	2	3.77	0.31	0.5409	0.2077	6840	-1.571584
954.6	326.9	228	0.3269	0.30	0.0011	0.002	2	3.80	0.30	0.1923	0.2050	6900	-1.584896
954.1	326.4	230	0.3264	0.30	0.0002	0.000	2	3.83	0.30	0.0361	0.2041	6960	-1.589079
954.0	326.3	232	0.3263	0.30	0.0026	0.005	2	3.87	0.30	0.4688	0.2022	7020	-1.598387
952.7	325.0	234	0.3250	0.30	0.0020	0.004	2	3.90	0.29	0.3606	0.1991	7080	-1.613871
951.7	324.0	236	0.3240	0.29	0.0020	0.004	2	3.93	0.29	0.3606	0.1964	7140	-1.627532
950.7	323.0	238	0.3230	0.29	0.0018	0.004	2	3.97	0.29	0.3245	0.1938	7200	-1.640686
949.8	322.1	240	0.3221	0.28	0.0009	0.002	2	4.00	0.28	0.1563	0.1920	7260	-1.650021
949.3	321.6	242	0.3216	0.28	0.0011	0.002	2	4.03	0.28	0.1923	0.1907	7320	-1.656844
948.8	321.1	244	0.3211	0.28	0.0020	0.004	2	4.07	0.28	0.3606	0.1887	7380	-1.667763
947.8	320.1	246	0.3201	0.28	0.0032	0.006	2	4.10	0.27	0.5769	0.1852	7440	-1.686554
946.2	318.5	248	0.3185	0.27	0.0005	0.001	2	4.13	0.27	0.0841	0.1827	7500	-1.700020
946.0	318.3	250	0.3183	0.27	0.0021	0.004	2	4.17	0.27	0.3846	0.1809	7560	-1.709680
944.9	317.2	252	0.3172	0.26	0.0006	0.001	2	4.20	0.26	0.1082	0.1791	7620	-1.719937
944.6	316.9	254	0.3169	0.26	0.0015	0.003	2	4.23	0.26	0.2764	0.1776	7680	-1.728016
943.8	316.1	256	0.3161	0.26	0.0023	0.005	2	4.27	0.26	0.4087	0.1751	7740	-1.742570
942.7	315.0	258	0.3150	0.26	0.0026	0.005	2	4.30	0.25	0.4687	0.1718	7800	-1.761524

941.4	313.7	260	0.3137	0.25	0.0019	0.004	2	4.33	0.25	0.3486	0.1687	7860	-1.779510
940.4	312.7	262	0.3127	0.25	0.0025	0.005	2	4.37	0.24	0.4447	0.1657	7920	-1.797281
939.2	311.5	264	0.3115	0.24	0.0007	0.001	2	4.40	0.24	0.1202	0.1636	7980	-1.810132
938.9	311.2	266	0.3112	0.24	0.0008	0.002	2	4.43	0.24	0.1442	0.1626	8040	-1.816204
938.5	310.8	268	0.3108	0.24	0.0019	0.004	2	4.47	0.24	0.3486	0.1608	8100	-1.827620
937.5	309.8	270	0.3098	0.24	0.0024	0.005	2	4.50	0.23	0.4327	0.1579	8160	-1.845991
936.3	308.6	272	0.3086	0.23	0.0006	0.001	2	4.53	0.23	0.1082	0.1558	8220	-1.858909
936.0	308.3	274	0.3083	0.23	0.0017	0.003	2	4.57	0.23	0.3125	0.1543	8280	-1.869073
935.1	307.4	276	0.3074	0.23	0.0012	0.002	2	4.60	0.22	0.2163	0.1523	8340	-1.882000
934.5	306.8	278	0.3068	0.22	0.0011	0.002	2	4.63	0.22	0.2043	0.1507	8400	-1.892403
934.0	306.3	280	0.3063	0.22	0.0019	0.004	2	4.67	0.22	0.3365	0.1487	8460	-1.905939
933.0	305.3	282	0.3053	0.22	0.0025	0.005	2	4.70	0.22	0.4447	0.1458	8520	-1.925821
931.8	304.1	284	0.3041	0.21	0.0017	0.003	2	4.73	0.21	0.3005	0.1430	8580	-1.945160
931.0	303.3	286	0.3033	0.21	0.0015	0.003	2	4.77	0.21	0.2764	0.1408	8640	-1.960394
930.2	302.5	288	0.3025	0.21	0.0001	0.000	2	4.80	0.21	0.0240	0.1399	8700	-1.967133
930.3	302.6	290	0.3026	0.21	0.0020	0.004	2	4.83	0.20	0.3606	0.1386	8760	-1.976189
929.3	301.6	292	0.3016	0.20	0.0019	0.004	2	4.87	0.20	0.3365	0.1360	8820	-1.995212
928.3	300.6	294	0.3006	0.20	0.0015	0.003	2	4.90	0.20	0.2644	0.1337	8880	-2.011907
927.6	299.9	296	0.2999	0.20	0.0018	0.004	2	4.93	0.19	0.3245	0.1315	8940	-2.028544
926.7	299.0	298	0.2990	0.19	0.0011	0.002	2	4.97	0.19	0.2043	0.1295	9000	-2.043722
926.1	298.4	300	0.2984	0.19	0.0020	0.004	2	5.00	0.19	0.3606	0.1274	9060	-2.060194
925.1	297.4	302	0.2974	0.19	0.0019	0.004	2	5.03	0.18	0.3486	0.1248	9120	-2.081262
924.2	296.5	304	0.2965	0.18	0.0025	0.005	2	5.07	0.18	0.4447	0.1218	9180	-2.105369
922.9	295.2	306	0.2952	0.18	0.0009	0.002	2	5.10	0.18	0.1683	0.1195	9240	-2.124404
922.5	294.8	308	0.2948	0.18	0.0030	0.006	2	5.13	0.17	0.5409	0.1168	9300	-2.146886
921.0	293.3	310	0.2933	0.17	0.0010	0.002	2	5.17	0.17	0.1803	0.1141	9360	-2.170279
920.5	292.8	312	0.2928	0.17	0.0009	0.002	2	5.20	0.17	0.1683	0.1128	9420	-2.181785

920.0	292.3	314	0.2923	0.17	0.0023	0.005	2	5.23	0.16	0.4207	0.1106	9480	-2.201532
918.8	291.1	316	0.2911	0.16	0.0024	0.005	2	5.27	0.16	0.4327	0.1074	9540	-2.230856
917.6	289.9	318	0.2899	0.16	0.0010	0.002	2	5.30	0.16	0.1803	0.1051	9600	-2.252463
917.1	289.4	320	0.2894	0.15	0.0013	0.003	2	5.33	0.15	0.2284	0.1036	9660	-2.267131
916.5	288.8	322	0.2888	0.15	0.0022	0.004	2	5.37	0.15	0.3966	0.1013	9720	-2.289990
915.4	287.7	324	0.2877	0.15	0.0029	0.006	2	5.40	0.14	0.5168	0.0978	9780	-2.324368
914.0	286.3	326	0.2863	0.14	0.0014	0.003	2	5.43	0.14	0.2524	0.0950	9840	-2.354263
913.3	285.6	328	0.2856	0.14	0.0015	0.003	2	5.47	0.14	0.2644	0.0930	9900	-2.374863
912.5	284.8	330	0.2848	0.14	0.0019	0.004	2	5.50	0.13	0.3365	0.0908	9960	-2.399363
911.6	283.9	332	0.2839	0.13	0.0009	0.002	2	5.53	0.13	0.1683	0.0889	10020	-2.420417
911.1	283.4	334	0.2834	0.13	0.0017	0.003	2	5.57	0.13	0.3005	0.0871	10080	-2.440372
910.3	282.6	336	0.2826	0.13	0.0016	0.003	2	5.60	0.13	0.2885	0.0849	10140	-2.466022
909.5	281.8	338	0.2818	0.12	0.0015	0.003	2	5.63	0.12	0.2764	0.0828	10200	-2.491259
908.7	281.0	340	0.2810	0.12	0.0015	0.003	2	5.67	0.12	0.2644	0.0808	10260	-2.516034
908.0	280.3	342	0.2803	0.12	0.0004	0.001	2	5.70	0.12	0.0721	0.0801	10320	-2.524993
908.2	280.5	344	0.2805	0.12	0.0001	0.000	2	5.73	0.12	0.0240	0.0804	10380	-2.520504
908.3	280.6	346	0.2806	0.12	0.0017	0.003	2	5.77	0.12	0.3005	0.0794	10440	-2.533466
907.4	279.7	348	0.2797	0.12	0.0013	0.003	2	5.80	0.11	0.2284	0.0774	10500	-2.558741
906.8	279.1	350	0.2791	0.11	0.0013	0.003	2	5.83	0.11	0.2284	0.0757	10560	-2.581095
906.2	278.5	352	0.2785	0.11	0.0011	0.002	2	5.87	0.11	0.1923	0.0741	10620	-2.602137
905.6	277.9	354	0.2779	0.11	0.0007	0.001	2	5.90	0.11	0.1322	0.0739	10680	-2.605179
906.0	278.3	356	0.2783	0.11	0.0013	0.003	2	5.93	0.11	0.2284	0.0735	10740	-2.610066
905.4	277.7	358	0.2777	0.11	0.0009	0.002	2	5.97	0.11	0.1683	0.0720	10800	-2.630482
904.9	277.2	360	0.2772	0.11	0.0017	0.003	2	6.00	0.10	0.3005	0.0703	10860	-2.655160
904.1	276.4	362	0.2764	0.10	0.0015	0.003	2	6.03	0.10	0.2644	0.0682	10920	-2.685733
903.3	275.6	364	0.2756	0.10	0.0003	0.001	2	6.07	0.10	0.0601	0.0670	10980	-2.703728
903.2	275.5	366	0.2755	0.10	0.0005	0.001	2	6.10	0.10	0.0841	0.0664	11040	-2.711831

902.9	275.2	368	0.2752	0.10	0.0018	0.004	2	6.13	0.10	0.3245	0.0649	11100	-2.735153
902.0	274.3	370	0.2743	0.09	0.0003	0.001	2	6.17	0.09	0.0601	0.0634	11160	-2.757611
901.9	274.2	372	0.2742	0.09	0.0001	0.000	2	6.20	0.09	0.0120	0.0632	11220	-2.761878
901.8	274.1	374	0.2741	0.09	0.0005	0.001	2	6.23	0.09	0.0841	0.0628	11280	-2.767597
901.6	273.9	376	0.2739	0.09	0.0000	0.000	2	6.27	0.09	0.0000	0.0625	11340	-2.772628
901.6	273.9	378	0.2739	0.09	0.0005	0.001	2	6.30	0.09	0.0962	0.0629	11400	-2.766880
901.9	274.2	380	0.2742	0.09	0.0003	0.001	2	6.33	0.09	0.0601	0.0634	11460	-2.757611
902.0	274.3	382	0.2743	0.09	0.0007	0.001	2	6.37	0.09	0.1202	0.0632	11520	-2.761166
901.7	274.0	384	0.2740	0.09	0.0013	0.003	2	6.40	0.09	0.2284	0.0619	11580	-2.782038
901.1	273.4	386	0.2734	0.09	0.0013	0.003	2	6.43	0.09	0.2404	0.0602	11640	-2.810813
900.4	272.7	388	0.2727	0.09	0.0003	0.001	2	6.47	0.09	0.0601	0.0595	11700	-2.822104
900.6	272.9	390	0.2729	0.09	0.0001	0.000	2	6.50	0.09	0.0120	0.0597	11760	-2.819081
900.5	272.8	392	0.2728	0.09	0.0014	0.003	2	6.53	0.09	0.2524	0.0587	11820	-2.835825
899.8	272.1	394	0.2721	0.09	0.0010	0.002	2	6.57	0.08	0.1803	0.0570	11880	-2.863843
899.3	271.6	396	0.2716	0.08	0.0012	0.002	2	6.60	0.08	0.2163	0.0556	11940	-2.890236
898.7	271.0	398	0.2710	0.08	0.0011	0.002	2	6.63	0.08	0.1923	0.0540	12000	-2.918176
898.2	270.5	400	0.2705	0.08	0.0003	0.001	2	6.67	0.08	0.0481	0.0535	12060	-2.928227
898.3	270.6	402	0.2706	0.08	0.0007	0.001	2	6.70	0.08	0.1322	0.0532	12120	-2.934137
898.0	270.3	404	0.2703	0.08	0.0001	0.000	2	6.73	0.08	0.0240	0.0526	12180	-2.945206
897.9	270.2	406	0.2702	0.08	0.0010	0.002	2	6.77	0.08	0.1803	0.0518	12240	-2.959869
897.4	269.7	408	0.2697	0.08	0.0007	0.001	2	6.80	0.07	0.1322	0.0507	12300	-2.982718
897.0	269.3	410	0.2693	0.07	0.0001	0.000	2	6.83	0.07	0.0120	0.0501	12360	-2.993443
897.0	269.3	412	0.2693	0.07				6.87					

Anexo 2-V. Datos de secado de yuca a 50 °C, espesor 4 mm y velocidad constante (2.2 m/s)

mallamuestra (g)	peso (g)	Tiempo (min)	Peso (kg)	Hbs(kg H ₂ O/kg ms)	-dH/dt	ΔH	Δt	tiempo (h)	Hbs _{prom} (kg/kg ms)	R (kg/h.m ²)	MR	R (kg/h.m ²)	Ln(MR)
1329.9	702.2	0	0.7022	1.4505	0.0108	0.02	2	0.00	1.44	2.2356	1.0000	60	0.0000000
1323.7	696.0	2	0.6960	1.4289	0.0092	0.02	2	0.03	1.42	1.9111	0.9861	120	-0.0140357
1318.4	690.7	4	0.6907	1.4104	0.0102	0.02	2	0.07	1.40	2.1154	0.9725	180	-0.0278558
1312.5	684.8	6	0.6848	1.3899	0.0166	0.03	2	0.10	1.37	3.4375	0.9539	240	-0.0472339
1303.0	675.3	8	0.6753	1.3567	0.0125	0.03	2	0.13	1.34	2.5841	0.9336	300	-0.0686812
1295.8	668.1	10	0.6681	1.3317	0.0113	0.02	2	0.17	1.32	2.3317	0.9171	360	-0.0865376
1289.4	661.7	12	0.6617	1.3091	0.0111	0.02	2	0.20	1.30	2.2957	0.9015	420	-0.1036427
1283.0	655.3	14	0.6553	1.2869	0.0104	0.02	2	0.23	1.28	2.1514	0.8866	480	-0.1203617
1277.0	649.3	16	0.6493	1.2660	0.0106	0.02	2	0.27	1.26	2.1995	0.8720	540	-0.1369942
1270.9	643.2	18	0.6432	1.2448	0.0103	0.02	2	0.30	1.23	2.1274	0.8574	600	-0.1538139
1265.0	637.3	20	0.6373	1.2242	0.0108	0.02	2	0.33	1.21	2.2356	0.8428	660	-0.1710651
1258.8	631.1	22	0.6311	1.2025	0.0110	0.02	2	0.37	1.19	2.2716	0.8276	720	-0.1892047
1252.5	624.8	24	0.6248	1.1805	0.0097	0.02	2	0.40	1.17	2.0072	0.8132	780	-0.2067352
1247.0	619.3	26	0.6193	1.1611	0.0104	0.02	2	0.43	1.15	2.1514	0.7993	840	-0.2240729
1241.0	613.3	28	0.6133	1.1403	0.0102	0.02	2	0.47	1.13	2.1154	0.7849	900	-0.2421796
1235.1	607.4	30	0.6074	1.1198	0.0094	0.02	2	0.50	1.11	1.9351	0.7713	960	-0.2596770
1229.8	602.1	32	0.6021	1.1011	0.0108	0.02	2	0.53	1.09	2.2236	0.7573	1020	-0.2779660
1223.6	595.9	34	0.5959	1.0796	0.0106	0.02	2	0.57	1.07	2.1995	0.7425	1080	-0.2977920
1217.5	589.8	36	0.5898	1.0583	0.0099	0.02	2	0.60	1.05	2.0433	0.7282	1140	-0.3171866
1211.8	584.1	38	0.5841	1.0385	0.0097	0.02	2	0.63	1.03	1.9952	0.7146	1200	-0.3360033
1206.3	578.6	40	0.5786	1.0192	0.0111	0.02	2	0.67	1.01	2.2957	0.7002	1260	-0.3563917
1199.9	572.2	42	0.5722	0.9970	0.0097	0.02	2	0.70	0.99	2.0072	0.6857	1320	-0.3772634

1194.4	566.7	44	0.5667	0.9776	0.0097	0.02	2	0.73	0.97	2.0072	0.6722	1380	-0.3971367
1188.8	561.1	46	0.5611	0.9581	0.0104	0.02	2	0.77	0.95	2.1394	0.6583	1440	-0.4180878
1182.9	555.2	48	0.5552	0.9374	0.0094	0.02	2	0.80	0.93	1.9471	0.6446	1500	-0.4391738
1177.5	549.8	50	0.5498	0.9186	0.0083	0.02	2	0.83	0.91	1.7187	0.6322	1560	-0.4584752
1172.7	545.0	52	0.5450	0.9019	0.0105	0.02	2	0.87	0.89	2.1635	0.6192	1620	-0.4793301
1166.7	539.0	54	0.5390	0.8810	0.0082	0.02	2	0.90	0.87	1.6947	0.6062	1680	-0.5004959
1162.0	534.3	56	0.5343	0.8646	0.0094	0.02	2	0.93	0.86	1.9471	0.5940	1740	-0.5208944
1156.6	528.9	58	0.5289	0.8458	0.0085	0.02	2	0.97	0.84	1.7548	0.5815	1800	-0.5420650
1151.7	524.0	60	0.5240	0.8288	0.0089	0.02	2	1.00	0.82	1.8389	0.5695	1860	-0.5630548
1146.6	518.9	62	0.5189	0.8110	0.0085	0.02	2	1.03	0.80	1.7548	0.5574	1920	-0.5844947
1141.8	514.1	64	0.5141	0.7940	0.0089	0.02	2	1.07	0.79	1.8389	0.5453	1980	-0.6064043
1136.7	509.0	66	0.5090	0.7762	0.0080	0.02	2	1.10	0.77	1.6587	0.5336	2040	-0.6281988
1132.1	504.4	68	0.5044	0.7601	0.0084	0.02	2	1.13	0.75	1.7428	0.5221	2100	-0.6498597
1127.2	499.5	70	0.4995	0.7433	0.0079	0.02	2	1.17	0.74	1.6346	0.5108	2160	-0.6718420
1122.7	495.0	72	0.4950	0.7274	0.0082	0.02	2	1.20	0.72	1.6947	0.4996	2220	-0.6939949
1118.0	490.3	74	0.4903	0.7110	0.0082	0.02	2	1.23	0.70	1.6947	0.4882	2280	-0.7170633
1113.3	485.6	76	0.4856	0.6946	0.0077	0.02	2	1.27	0.69	1.5865	0.4772	2340	-0.7399142
1108.9	481.2	78	0.4812	0.6793	0.0084	0.02	2	1.30	0.67	1.7428	0.4660	2400	-0.7636463
1104.1	476.4	80	0.4764	0.6624	0.0079	0.02	2	1.33	0.65	1.6346	0.4546	2460	-0.7883107
1099.5	471.8	82	0.4718	0.6466	0.0076	0.02	2	1.37	0.64	1.5625	0.4439	2520	-0.8122326
1095.2	467.5	84	0.4675	0.6315	0.0059	0.01	2	1.40	0.63	1.2260	0.4345	2580	-0.8335746
1091.8	464.1	86	0.4641	0.6196	0.0088	0.02	2	1.43	0.61	1.8269	0.4242	2640	-0.8574748
1086.7	459.0	88	0.4590	0.6019	0.0060	0.01	2	1.47	0.60	1.2380	0.4139	2700	-0.8820578
1083.3	455.6	90	0.4556	0.5900	0.0066	0.01	2	1.50	0.58	1.3702	0.4052	2760	-0.9034642
1079.5	451.8	92	0.4518	0.5767	0.0068	0.01	2	1.53	0.57	1.4062	0.3958	2820	-0.9267668
1075.6	447.9	94	0.4479	0.5631	0.0062	0.01	2	1.57	0.56	1.2740	0.3868	2880	-0.9497895
1072.1	444.4	96	0.4444	0.5507	0.0058	0.01	2	1.60	0.54	1.2019	0.3785	2940	-0.9715386

1068.7	441.0	98	0.4410	0.5391	0.0065	0.01	2	1.63	0.53	1.3462	0.3699	3000	-0.9944263
1065.0	437.3	100	0.4373	0.5261	0.0060	0.01	2	1.67	0.52	1.2380	0.3612	3060	-1.0181855
1061.6	433.9	102	0.4339	0.5141	0.0062	0.01	2	1.70	0.51	1.2861	0.3528	3120	-1.0419503
1058.0	430.3	104	0.4303	0.5017	0.0059	0.01	2	1.73	0.50	1.2139	0.3444	3180	-1.0660590
1054.6	426.9	106	0.4269	0.4899	0.0055	0.01	2	1.77	0.48	1.1298	0.3365	3240	-1.0892012
1051.5	423.8	108	0.4238	0.4790	0.0057	0.01	2	1.80	0.47	1.1779	0.3287	3300	-1.1125230
1048.2	420.5	110	0.4205	0.4676	0.0056	0.01	2	1.83	0.46	1.1659	0.3209	3360	-1.1367793
1045.0	417.3	112	0.4173	0.4563	0.0050	0.01	2	1.87	0.45	1.0337	0.3135	3420	-1.1600909
1042.1	414.4	114	0.4144	0.4463	0.0062	0.01	2	1.90	0.44	1.2740	0.3057	3480	-1.1851476
1038.6	410.9	116	0.4109	0.4340	0.0045	0.01	2	1.93	0.43	0.9255	0.2983	3540	-1.2096287
1036.0	408.3	118	0.4083	0.4250	0.0057	0.01	2	1.97	0.42	1.1779	0.2912	3600	-1.2336139
1032.8	405.1	120	0.4051	0.4136	0.0052	0.01	2	2.00	0.41	1.0697	0.2837	3660	-1.2598959
1029.8	402.1	122	0.4021	0.4032	0.0048	0.01	2	2.03	0.40	0.9856	0.2768	3720	-1.2845493
1027.1	399.4	124	0.3994	0.3937	0.0051	0.01	2	2.07	0.39	1.0577	0.2699	3780	-1.3096762
1024.1	396.4	126	0.3964	0.3835	0.0041	0.01	2	2.10	0.38	0.8534	0.2635	3840	-1.3337627
1021.8	394.1	128	0.3941	0.3752	0.0051	0.01	2	2.13	0.37	1.0577	0.2571	3900	-1.3584437
1018.8	391.1	130	0.3911	0.3650	0.0042	0.01	2	2.17	0.36	0.8654	0.2506	3960	-1.3839105
1016.4	388.7	132	0.3887	0.3566	0.0051	0.01	2	2.20	0.35	1.0577	0.2441	4020	-1.4100428
1013.5	385.8	134	0.3858	0.3464	0.0054	0.01	2	2.23	0.34	1.1178	0.2368	4080	-1.4404524
1010.4	382.7	136	0.3827	0.3355	0.0044	0.01	2	2.27	0.33	0.9135	0.2300	4140	-1.4697058
1007.9	380.2	138	0.3802	0.3267	0.0041	0.01	2	2.30	0.32	0.8413	0.2241	4200	-1.4956858
1005.5	377.8	140	0.3778	0.3186	0.0033	0.01	2	2.33	0.32	0.6731	0.2190	4260	-1.5186626
1003.7	376.0	142	0.3760	0.3120	0.0044	0.01	2	2.37	0.31	0.9014	0.2137	4320	-1.5431245
1001.2	373.5	144	0.3735	0.3033	0.0038	0.01	2	2.40	0.30	0.7812	0.2081	4380	-1.5699459
999.0	371.3	146	0.3713	0.2958	0.0040	0.01	2	2.43	0.29	0.8293	0.2026	4440	-1.5963097
996.7	369.0	148	0.3690	0.2877	0.0033	0.01	2	2.47	0.28	0.6731	0.1976	4500	-1.6215456
994.8	367.1	150	0.3671	0.2812	0.0039	0.01	2	2.50	0.28	0.8053	0.1926	4560	-1.6470153

992.6	364.9	152	0.3649	0.2734	0.0035	0.01	2	2.53	0.27	0.7212	0.1875	4620	-1.6740122
990.6	362.9	154	0.3629	0.2664	0.0034	0.01	2	2.57	0.26	0.7091	0.1827	4680	-1.6999876
988.6	360.9	156	0.3609	0.2596	0.0033	0.01	2	2.60	0.26	0.6731	0.1780	4740	-1.7257476
986.8	359.1	158	0.3591	0.2531	0.0028	0.01	2	2.63	0.25	0.5769	0.1738	4800	-1.7496292
985.2	357.5	160	0.3575	0.2475	0.0035	0.01	2	2.67	0.24	0.7212	0.1695	4860	-1.7750482
983.2	355.5	162	0.3555	0.2405	0.0030	0.01	2	2.70	0.24	0.6250	0.1650	4920	-1.8021093
981.4	353.7	164	0.3537	0.2345	0.0030	0.01	2	2.73	0.23	0.6130	0.1608	4980	-1.8276593
979.7	352.0	166	0.3520	0.2285	0.0019	0.00	2	2.77	0.23	0.3966	0.1574	5040	-1.8489906
978.6	350.9	168	0.3509	0.2247	0.0039	0.01	2	2.80	0.22	0.8053	0.1534	5100	-1.8749930
976.4	348.7	170	0.3487	0.2169	0.0027	0.01	2	2.83	0.21	0.5529	0.1488	5160	-1.9052130
974.9	347.2	172	0.3472	0.2115	0.0033	0.01	2	2.87	0.21	0.6851	0.1446	5220	-1.9335776
973.0	345.3	174	0.3453	0.2049	0.0034	0.01	2	2.90	0.20	0.7091	0.1399	5280	-1.9665162
971.0	343.3	176	0.3433	0.1980	0.0015	0.00	2	2.93	0.20	0.3005	0.1366	5340	-1.9910643
970.2	342.5	178	0.3425	0.1951	0.0025	0.01	2	2.97	0.19	0.5168	0.1338	5400	-2.0113876
968.7	341.0	180	0.3410	0.1901	0.0029	0.01	2	3.00	0.19	0.6010	0.1300	5460	-2.0398689
967.1	339.4	182	0.3394	0.1843	0.0020	0.00	2	3.03	0.18	0.4087	0.1267	5520	-2.0663102
965.9	338.2	184	0.3382	0.1804	0.0027	0.01	2	3.07	0.18	0.5649	0.1234	5580	-2.0924870
964.4	336.7	186	0.3367	0.1749	0.0023	0.00	2	3.10	0.17	0.4688	0.1199	5640	-2.1210506
963.1	335.4	188	0.3354	0.1704	0.0026	0.01	2	3.13	0.17	0.5288	0.1166	5700	-2.1494138
961.6	333.9	190	0.3339	0.1652	0.0017	0.00	2	3.17	0.16	0.3486	0.1136	5760	-2.1750425
960.6	332.9	192	0.3329	0.1619	0.0032	0.01	2	3.20	0.16	0.6611	0.1102	5820	-2.2053694
958.8	331.1	194	0.3311	0.1555	0.0017	0.00	2	3.23	0.15	0.3606	0.1068	5880	-2.2370232
957.8	330.1	196	0.3301	0.1520	0.0020	0.00	2	3.27	0.15	0.4087	0.1042	5940	-2.2615359
956.7	329.0	198	0.3290	0.1480	0.0017	0.00	2	3.30	0.15	0.3486	0.1016	6000	-2.2862670
955.7	328.0	200	0.3280	0.1447	0.0017	0.00	2	3.33	0.14	0.3606	0.0993	6060	-2.3099960
954.7	327.0	202	0.3270	0.1412	0.0022	0.00	2	3.37	0.14	0.4447	0.0966	6120	-2.3376434
953.5	325.8	204	0.3258	0.1369	0.0022	0.00	2	3.40	0.13	0.4567	0.0935	6180	-2.3695267

952.2	324.5	206	0.3245	0.1324	0.0016	0.00	2	3.43	0.13	0.3245	0.0909	6240	-2.3980059
951.3	323.6	208	0.3236	0.1293	0.0023	0.00	2	3.47	0.13	0.4808	0.0882	6300	-2.4282357
950.0	322.3	210	0.3223	0.1246	0.0019	0.00	2	3.50	0.12	0.3846	0.0853	6360	-2.4617736
948.9	321.2	212	0.3212	0.1209	0.0017	0.00	2	3.53	0.12	0.3486	0.0828	6420	-2.4910952
947.9	320.2	214	0.3202	0.1175	0.0012	0.00	2	3.57	0.12	0.2404	0.0808	6480	-2.5152876
947.3	319.6	216	0.3196	0.1152	0.0013	0.00	2	3.60	0.11	0.2644	0.0791	6540	-2.5365002
946.5	318.8	218	0.3188	0.1127	0.0012	0.00	2	3.63	0.11	0.2524	0.0774	6600	-2.5586944
945.8	318.1	220	0.3181	0.1102	0.0013	0.00	2	3.67	0.11	0.2764	0.0756	6660	-2.5819264
945.1	317.4	222	0.3174	0.1075	0.0010	0.00	2	3.70	0.11	0.2163	0.0740	6720	-2.6040712
944.5	316.8	224	0.3168	0.1055	0.0011	0.00	2	3.73	0.10	0.2284	0.0725	6780	-2.6244854
943.8	316.1	226	0.3161	0.1032	0.0021	0.00	2	3.77	0.10	0.4327	0.0703	6840	-2.6556224
942.6	314.9	228	0.3149	0.0991	0.0006	0.00	2	3.80	0.10	0.1202	0.0684	6900	-2.6824302
942.3	314.6	230	0.3146	0.0979	0.0004	0.00	2	3.83	0.10	0.0841	0.0677	6960	-2.6925221
942.1	314.4	232	0.3144	0.0971	0.0016	0.00	2	3.87	0.10	0.3365	0.0663	7020	-2.7136260
941.1	313.4	234	0.3134	0.0938	0.0005	0.00	2	3.90	0.09	0.1082	0.0648	7080	-2.7364309
940.8	313.1	236	0.3131	0.0928	0.0014	0.00	2	3.93	0.09	0.2885	0.0635	7140	-2.7572187
940.0	312.3	238	0.3123	0.0900	0.0009	0.00	2	3.97	0.09	0.1923	0.0619	7200	-2.7830095
939.5	311.8	240	0.3118	0.0881	0.0008	0.00	2	4.00	0.09	0.1683	0.0606	7260	-2.8027987
939.0	311.3	242	0.3113	0.0865	0.0006	0.00	2	4.03	0.09	0.1202	0.0597	7320	-2.8189170
938.7	311.0	244	0.3110	0.0853	0.0011	0.00	2	4.07	0.08	0.2284	0.0585	7380	-2.8387463
938.1	310.4	246	0.3104	0.0831	0.0012	0.00	2	4.10	0.08	0.2404	0.0569	7440	-2.8660489
937.4	309.7	248	0.3097	0.0808	0.0002	0.00	2	4.13	0.08	0.0361	0.0560	7500	-2.8825069
937.3	309.6	250	0.3096	0.0804	0.0008	0.00	2	4.17	0.08	0.1563	0.0553	7560	-2.8941179
936.9	309.2	252	0.3092	0.0789	0.0009	0.00	2	4.20	0.08	0.1923	0.0542	7620	-2.9155126
936.3	308.6	254	0.3086	0.0771	0.0009	0.00	2	4.23	0.08	0.1923	0.0529	7680	-2.9396642
935.8	308.1	256	0.3081	0.0752	0.0009	0.00	2	4.27	0.07	0.1923	0.0516	7740	-2.9644136
935.3	307.6	258	0.3076	0.0733	0.0023	0.00	2	4.30	0.07	0.4688	0.0494	7800	-3.0084374

934.0	306.3	260	0.3063	0.0688	0.0004	0.00	2	4.33	0.07	0.0841	0.0475	7860	-3.0468066
933.7	306.0	262	0.3060	0.0680	0.0015	0.00	2	4.37	0.07	0.3005	0.0462	7920	-3.0743939
932.9	305.2	264	0.3052	0.0651	0.0002	0.00	2	4.40	0.06	0.0361	0.0451	7980	-3.0991734
932.8	305.1	266	0.3051	0.0647	0.0010	0.00	2	4.43	0.06	0.2043	0.0443	8040	-3.1172566
932.2	304.5	268	0.3045	0.0628	0.0003	0.00	2	4.47	0.06	0.0601	0.0434	8100	-3.1375333
932.1	304.4	270	0.3044	0.0622	0.0004	0.00	2	4.50	0.06	0.0841	0.0429	8160	-3.1487691
931.8	304.1	272	0.3041	0.0614	0.0006	0.00	2	4.53	0.06	0.1322	0.0422	8220	-3.1658631
931.5	303.8	274	0.3038	0.0601	0.0010	0.00	2	4.57	0.06	0.2163	0.0410	8280	-3.1940333
930.9	303.2	276	0.3032	0.0580	0.0004	0.00	2	4.60	0.06	0.0841	0.0406	8340	-3.2049296
931.1	303.4	278	0.3034	0.0588	0.0005	0.00	2	4.63	0.06	0.0962	0.0405	8400	-3.2059261
930.8	303.1	280	0.3031	0.0579	0.0008	0.00	2	4.67	0.06	0.1683	0.0396	8460	-3.2281038
930.4	302.7	282	0.3027	0.0562	0.0001	0.00	2	4.70	0.06	0.0240	0.0391	8520	-3.2404113
930.4	302.7	284	0.3027	0.0565	0.0007	0.00	2	4.73	0.06	0.1442	0.0387	8580	-3.2507846
930.0	302.3	286	0.3023	0.0551	0.0002	0.00	2	4.77	0.05	0.0481	0.0381	8640	-3.2676089
929.9	302.2	288	0.3022	0.0546	0.0009	0.00	2	4.80	0.05	0.1803	0.0373	8700	-3.2879626
929.4	301.7	290	0.3017	0.0529				4.83					

Anexo 2-VI. Datos de secado de yuca a 60 °C, espesor 4 mm y velocidad constante (2.2 m/s)

mallas + muestra (g)	peso (g)	Tiempo (min)	Peso (kg)	Hbs(kg H ₂ O/kg ms)	-dH/dt	ΔH	Δt	tiempo (h)	Hbs _{prom} (kg/kg ms)	R (kg/h.m ²)	MR	Tiempo (s)	Ln(MR)
1221.1	593.4	0	0.5934	1.5145	0.0143	0.029	2	0.00	1.50	2.4279	1.0000	60	0.0000000
1214.4	586.7	2	0.5867	1.4859	0.0165	0.033	2	0.03	1.47	2.8005	0.9795	120	-0.0206893
1206.6	578.9	4	0.5789	1.4530	0.0237	0.047	2	0.07	1.43	4.0385	0.9527	180	-0.0484146
1195.4	567.7	6	0.5677	1.4056	0.0193	0.039	2	0.10	1.39	3.2813	0.9241	240	-0.0789661
1186.3	558.6	8	0.5586	1.3670	0.0206	0.041	2	0.13	1.35	3.4976	0.8975	300	-0.1081176
1176.6	548.9	10	0.5489	1.3259	0.0201	0.040	2	0.17	1.31	3.4135	0.8705	360	-0.1387391
1167.2	539.5	12	0.5395	1.2858	0.0165	0.033	2	0.20	1.27	2.8005	0.8461	420	-0.1670960
1159.4	531.7	14	0.5317	1.2529	0.0187	0.037	2	0.23	1.23	3.1851	0.8227	480	-0.1951928
1150.6	522.9	16	0.5229	1.2155	0.0154	0.031	2	0.27	1.20	2.6202	0.7999	540	-0.2232189
1143.3	515.6	18	0.5156	1.1847	0.0187	0.037	2	0.30	1.17	3.1851	0.7772	600	-0.2520531
1134.5	506.8	20	0.5068	1.1473	0.0157	0.031	2	0.33	1.13	2.6803	0.7542	660	-0.2820554
1127.0	499.3	22	0.4993	1.1158	0.0165	0.033	2	0.37	1.10	2.8005	0.7328	720	-0.3109281
1119.3	491.6	24	0.4916	1.0829	0.0167	0.033	2	0.40	1.07	2.8365	0.7107	780	-0.3415199
1111.4	483.7	26	0.4837	1.0495	0.0167	0.033	2	0.43	1.03	2.8486	0.6884	840	-0.3733506
1103.5	475.8	28	0.4758	1.0160	0.0155	0.031	2	0.47	1.00	2.6442	0.6669	900	-0.4050980
1096.2	468.5	30	0.4685	0.9850	0.0155	0.031	2	0.50	0.97	2.6442	0.6462	960	-0.4366473
1088.8	461.1	32	0.4611	0.9539	0.0128	0.026	2	0.53	0.94	2.1755	0.6273	1020	-0.4662936
1082.8	455.1	34	0.4551	0.9283	0.0149	0.030	2	0.57	0.91	2.5361	0.6089	1080	-0.4961498
1075.8	448.1	36	0.4481	0.8985	0.0139	0.028	2	0.60	0.88	2.3678	0.5897	1140	-0.5282013
1069.2	441.5	38	0.4415	0.8707	0.0142	0.028	2	0.63	0.86	2.4159	0.5709	1200	-0.5604894
1062.5	434.8	40	0.4348	0.8423	0.0165	0.033	2	0.67	0.83	2.8005	0.5505	1260	-0.5969285
1054.7	427.0	42	0.4270	0.8094	0.0121	0.024	2	0.70	0.80	2.0673	0.5314	1320	-0.6321737

1049.0	421.3	44	0.4213	0.7851	0.0130	0.026	2	0.73	0.77	2.2115	0.5147	1380	-0.6642150
1042.9	415.2	46	0.4152	0.7591	0.0130	0.026	2	0.77	0.75	2.2115	0.4974	1440	-0.6984522
1036.7	409.0	48	0.4090	0.7331	0.0109	0.022	2	0.80	0.72	1.8510	0.4814	1500	-0.7309657
1031.6	403.9	50	0.4039	0.7114	0.0121	0.024	2	0.83	0.70	2.0673	0.4661	1560	-0.7633593
1025.9	398.2	52	0.3982	0.6871	0.0117	0.023	2	0.87	0.68	1.9952	0.4502	1620	-0.7980914
1020.3	392.6	54	0.3926	0.6637	0.0114	0.023	2	0.90	0.65	1.9351	0.4348	1680	-0.8328818
1015.0	387.3	56	0.3873	0.6409	0.0097	0.019	2	0.93	0.63	1.6587	0.4207	1740	-0.8657885
1010.4	382.7	58	0.3827	0.6214	0.0132	0.026	2	0.97	0.61	2.2476	0.4054	1800	-0.9028294
1004.1	376.4	60	0.3764	0.5950	0.0106	0.021	2	1.00	0.58	1.8029	0.3896	1860	-0.9427442
999.1	371.4	62	0.3714	0.5738	0.0112	0.022	2	1.03	0.56	1.8990	0.3751	1920	-0.9806723
993.9	366.2	64	0.3662	0.5515	0.0102	0.020	2	1.07	0.54	1.7308	0.3608	1980	-1.0193128
989.1	361.4	66	0.3614	0.5312	0.0094	0.019	2	1.10	0.52	1.5986	0.3478	2040	-1.0561173
984.6	356.9	68	0.3569	0.5124	0.0086	0.017	2	1.13	0.50	1.4663	0.3358	2100	-1.0912396
980.6	352.9	70	0.3529	0.4952	0.0078	0.016	2	1.17	0.49	1.3341	0.3248	2160	-1.1244472
976.9	349.2	72	0.3492	0.4795	0.0102	0.020	2	1.20	0.47	1.7308	0.3128	2220	-1.1621006
972.1	344.4	74	0.3444	0.4591	0.0083	0.017	2	1.23	0.45	1.4183	0.3005	2280	-1.2023234
968.1	340.4	76	0.3404	0.4425	0.0088	0.018	2	1.27	0.43	1.4904	0.2891	2340	-1.2409703
964.0	336.3	78	0.3363	0.4250	0.0075	0.015	2	1.30	0.42	1.2740	0.2783	2400	-1.2791391
960.5	332.8	80	0.3328	0.4100	0.0056	0.011	2	1.33	0.40	0.9615	0.2695	2460	-1.3111082
957.8	330.1	82	0.3301	0.3987	0.0075	0.015	2	1.37	0.39	1.2740	0.2608	2520	-1.3441333
954.3	326.6	84	0.3266	0.3837	0.0065	0.013	2	1.40	0.38	1.1058	0.2514	2580	-1.3805304
951.2	323.5	86	0.3235	0.3707	0.0081	0.016	2	1.43	0.36	1.3822	0.2417	2640	-1.4200536
947.4	319.7	88	0.3197	0.3545	0.0050	0.010	2	1.47	0.35	0.8534	0.2329	2700	-1.4569509
945.0	317.3	90	0.3173	0.3445	0.0086	0.017	2	1.50	0.34	1.4663	0.2239	2760	-1.4967327
940.9	313.2	92	0.3132	0.3272	0.0049	0.010	2	1.53	0.32	0.8293	0.2149	2820	-1.5377247
938.6	310.9	94	0.3109	0.3175	0.0061	0.012	2	1.57	0.31	1.0457	0.2075	2880	-1.5724984
935.7	308.0	96	0.3080	0.3052	0.0056	0.011	2	1.60	0.30	0.9495	0.1997	2940	-1.6108793

933.1	305.4	98	0.3054	0.2940	0.0047	0.009	2	1.63	0.29	0.8053	0.1928	3000	-1.6458982
930.9	303.2	100	0.3032	0.2846	0.0061	0.012	2	1.67	0.28	1.0337	0.1856	3060	-1.6839615
928.0	300.3	102	0.3003	0.2724	0.0028	0.006	2	1.70	0.27	0.4808	0.1797	3120	-1.7164336
926.7	299.0	104	0.2990	0.2668	0.0051	0.010	2	1.73	0.26	0.8654	0.1744	3180	-1.7462103
924.3	296.6	106	0.2966	0.2566	0.0052	0.010	2	1.77	0.25	0.8774	0.1676	3240	-1.7861265
921.8	294.1	108	0.2941	0.2463	0.0044	0.009	2	1.80	0.24	0.7572	0.1612	3300	-1.8250708
919.7	292.0	110	0.2920	0.2374	0.0042	0.008	2	1.83	0.23	0.7091	0.1555	3360	-1.8613455
917.8	290.1	112	0.2901	0.2291	0.0044	0.009	2	1.87	0.22	0.7452	0.1498	3420	-1.8986713
915.7	288.0	114	0.2880	0.2203	0.0046	0.009	2	1.90	0.22	0.7812	0.1438	3480	-1.9394068
913.5	285.8	116	0.2858	0.2111	0.0028	0.006	2	1.93	0.21	0.4688	0.1389	3540	-1.9740470
912.2	284.5	118	0.2845	0.2056	0.0041	0.008	2	1.97	0.20	0.6971	0.1343	3600	-2.0074741
910.3	282.6	120	0.2826	0.1974	0.0029	0.006	2	2.00	0.19	0.4928	0.1297	3660	-2.0427832
908.9	281.2	122	0.2812	0.1916	0.0024	0.005	2	2.03	0.19	0.4087	0.1261	3720	-2.0703879
907.8	280.1	124	0.2801	0.1868	0.0040	0.008	2	2.07	0.18	0.6851	0.1219	3780	-2.1049383
905.9	278.2	126	0.2782	0.1788	0.0038	0.008	2	2.10	0.17	0.6490	0.1166	3840	-2.1487651
904.1	276.4	128	0.2764	0.1712	0.0020	0.004	2	2.13	0.17	0.3365	0.1128	3900	-2.1824217
903.2	275.5	130	0.2755	0.1672	0.0036	0.007	2	2.17	0.16	0.6130	0.1090	3960	-2.2159548
901.5	273.8	132	0.2738	0.1600	0.0026	0.005	2	2.20	0.16	0.4447	0.1049	4020	-2.2546818
900.2	272.5	134	0.2725	0.1548	0.0029	0.006	2	2.23	0.15	0.4928	0.1012	4080	-2.2903085
898.9	271.2	136	0.2712	0.1490	0.0031	0.006	2	2.27	0.15	0.5288	0.0972	4140	-2.3306347
897.4	269.7	138	0.2697	0.1428	0.0011	0.002	2	2.30	0.14	0.1923	0.0944	4200	-2.3601121
896.9	269.2	140	0.2692	0.1405	0.0040	0.008	2	2.33	0.14	0.6851	0.0910	4260	-2.3971891
895.0	267.3	142	0.2673	0.1325	0.0030	0.006	2	2.37	0.13	0.5168	0.0863	4320	-2.4503196
893.5	265.8	144	0.2658	0.1264	0.0040	0.008	2	2.40	0.12	0.6731	0.0816	4380	-2.5058552
891.7	264.0	146	0.2640	0.1185	0.0006	0.001	2	2.43	0.12	0.0962	0.0786	4440	-2.5434713
891.4	263.7	148	0.2637	0.1173	0.0027	0.005	2	2.47	0.11	0.4567	0.0764	4500	-2.5714094
890.1	262.4	150	0.2624	0.1120	0.0017	0.003	2	2.50	0.11	0.2885	0.0735	4560	-2.6103444

889.3	261.6	152	0.2616	0.1086	0.0008	0.002	2	2.53	0.11	0.1442	0.0718	4620	-2.6336675
888.9	261.2	154	0.2612	0.1069	0.0016	0.003	2	2.57	0.11	0.2644	0.0702	4680	-2.6562059
888.2	260.5	156	0.2605	0.1038	0.0020	0.004	2	2.60	0.10	0.3486	0.0678	4740	-2.6909956
887.2	259.5	158	0.2595	0.0997	0.0009	0.002	2	2.63	0.10	0.1562	0.0658	4800	-2.7205835
886.8	259.1	160	0.2591	0.0979	0.0004	0.001	2	2.67	0.10	0.0721	0.0649	4860	-2.7342617
886.6	258.9	162	0.2589	0.0970	0.0020	0.004	2	2.70	0.10	0.3365	0.0633	4920	-2.7592152
885.7	258.0	164	0.2580	0.0930	0.0006	0.001	2	2.73	0.09	0.0962	0.0616	4980	-2.7863335
885.4	257.7	166	0.2577	0.0919	0.0013	0.003	2	2.77	0.09	0.2163	0.0604	5040	-2.8063866
884.8	257.1	168	0.2571	0.0894	0.0018	0.004	2	2.80	0.09	0.3005	0.0584	5100	-2.8404601
884.0	256.3	170	0.2563	0.0858	0.0000	0.000	2	2.83	0.09	0.0000	0.0572	5160	-2.8608174
884.0	256.3	172	0.2563	0.0858	0.0016	0.003	2	2.87	0.08	0.2764	0.0561	5220	-2.8799194
883.2	255.5	174	0.2555	0.0826	0.0013	0.003	2	2.90	0.08	0.2163	0.0542	5280	-2.9149029
882.6	254.9	176	0.2549	0.0801	0.0016	0.003	2	2.93	0.08	0.2644	0.0523	5340	-2.9502547
881.9	254.2	178	0.2542	0.0769	0.0009	0.002	2	2.97	0.08	0.1562	0.0507	5400	-2.9822472
881.4	253.7	180	0.2537	0.0751	0.0001	0.000	2	3.00	0.08	0.0120	0.0500	5460	-2.9953364
881.4	253.7	182	0.2537	0.0750	0.0006	0.001	2	3.03	0.07	0.0962	0.0496	5520	-3.0038422
881.1	253.4	184	0.2534	0.0738	0.0004	0.001	2	3.07	0.07	0.0601	0.0490	5580	-3.0162576
881.0	253.3	186	0.2533	0.0731	0.0008	0.002	2	3.10	0.07	0.1442	0.0482	5640	-3.0327293
880.6	252.9	188	0.2529	0.0714	0.0001	0.000	2	3.13	0.07	0.0240	0.0477	5700	-3.0425467
880.6	252.9	190	0.2529	0.0717	0.0012	0.002	2	3.17	0.07	0.2043	0.0470	5760	-3.0574561
880.1	252.4	192	0.2524	0.0693	0.0000	0.000	2	3.20	0.07	0.0000	0.0462	5820	-3.0746265
880.1	252.4	194	0.2524	0.0693	0.0003	0.001	2	3.23	0.07	0.0481	0.0460	5880	-3.0787098
879.9	252.2	196	0.2522	0.0688	0.0001	0.000	2	3.27	0.07	0.0120	0.0458	5940	-3.0838374
879.9	252.2	198	0.2522	0.0686	0.0002	0.000	2	3.30	0.07	0.0361	0.0456	6000	-3.0879586
879.8	252.1	200	0.2521	0.0682	0.0004	0.001	2	3.33	0.07	0.0721	0.0452	6060	-3.0972938
879.6	251.9	202	0.2519	0.0673	0.0012	0.002	2	3.37	0.07	0.2043	0.0441	6120	-3.1215540
879.0	251.3	204	0.2513	0.0649	0.0001	0.000	2	3.40	0.06	0.0240	0.0432	6180	-3.1420487

879.0	251.3	206	0.2513	0.0647	0.0001	0.000	2	3.43	0.06	0.0120	0.0431	6240	-3.1453235
878.9	251.2	208	0.2512	0.0645	0.0006	0.001	2	3.47	0.06	0.0962	0.0426	6300	-3.1552126
878.7	251.0	210	0.2510	0.0634	0.0005	0.001	2	3.50	0.06	0.0841	0.0419	6360	-3.1719149
878.4	250.7	212	0.2507	0.0624	0.0004	0.001	2	3.53	0.06	0.0721	0.0413	6420	-3.1866194
878.2	250.5	214	0.2505	0.0616	0.0000	0.000	2	3.57	0.06	0.0000	0.0410	6480	-3.1934797
878.2	250.5	216	0.2505	0.0616	0.0006	0.001	2	3.60	0.06	0.0962	0.0407	6540	-3.2027006
878.0	250.3	218	0.2503	0.0604	0.0001	0.000	2	3.63	0.06	0.0120	0.0402	6600	-3.2131767
877.9	250.2	220	0.2502	0.0603				3.67					

Anexo 3: DCA para evaluación de la humedad en equilibrio (H_{eq})

Anexo 3-I: resumen estadístico para H_{eq} con espesor 2 mm

	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Cofic. de Variación</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>
A=40°C	3	0.0536	0.008173	15.239%	0.0466	0.0626	0.0160
B=50°C	3	0.0422	0.002894	6.862%	0.0403	0.0455	0.0052
C=60°C	3	0.0474	0.015278	32.208%	0.0298	0.0567	0.0269
Total	9	0.0477	0.010092	21.138%	0.0298	0.0626	0.0328

Anexo 3-II: pruebas de múltiples rangos para H_{eq} con espesor 2 mm

Método: 95.0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>	<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
B	3	0.0421667	X	A - B		0.01147	0.0202627
C	3	0.0474333	X	A - C		0.00620	0.0202627
A	3	0.0536333	X	B - C		-0.00527	0.0202627

* indica una diferencia significativa.

Anexo 3-III: resumen estadístico para H_{eq} con espesor 4 mm

	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Cofic. de Variación</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>
A	3	0.0739333	0.0109391	14.796%	0.0625	0.0843	0.0218
B	3	0.0529333	0.0102929	19.445%	0.0456	0.0647	0.0191
C	3	0.0603333	0.0082246	13.632%	0.0539	0.0696	0.0157
Total	9	0.0624000	0.0125858	20.170%	0.0456	0.0843	0.0387

Anexo 3-IV: pruebas de múltiple rangos para H_{eq} con espesor 4 mm

Método: 95.0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>	<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
B	3	0.0529333	X	A - B	*	0.021	0.019753
C	3	0.0603333	XX	A - C		0.0136	0.019753
A	3	0.0739333	X	B - C		-0.0074	0.019753

* indica una diferencia significativa.

Anexo 4: DCA para la evaluación de Humedad crítica (H_c)

Anexo 4-I: resumen estadístico para H_c con espesor 2 mm

	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Cofic. de Variación</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>
A=40°C	3	1.1967	0.06506	5.437%	1.13	1.26	0.13
B=50°C	3	1.0567	0.04041	3.825%	1.01	1.08	0.07
C=60°C	3	1.0767	0.03512	3.262%	1.04	1.11	0.07
Total	9	1.1100	0.07794	7.022%	1.01	1.26	0.25

Anexo 4-II: pruebas de múltiples rangos para H_c con espesor 2 mm

Método: 95.0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>	<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
B	3	1.05667	X	A - B	*	0.14	0.09719
C	3	1.07667	X	A - C	*	0.12	0.09719
A	3	1.19667	X	B - C		-0.02	0.09719

* indica una diferencia significativa.

Anexo 4-III: resumen estadístico para H_c con espesor 4 mm

	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Cofic. de Variación</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>
A=40°C	3	1.41000	0.01732	1.2284%	1.40	1.43	0.03
B=50°C	3	1.28333	0.02082	1.6221%	1.26	1.30	0.04
C=60°C	3	1.16667	0.09019	7.7301%	1.08	1.26	0.18
Total	9	1.28667	0.11543	8.9716%	1.08	1.43	0.35

Anexo 4-IV: pruebas de múltiples rangos para H_c con espesor 4 mm

Método: 95.0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>	<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
C	3	1.16667	X	A - B	*	0.126667	0.108616
B	3	1.28333	X	A - C	*	0.243333	0.108616
A	3	1.41	X	B - C	*	0.116667	0.108616

* indica una diferencia significativa

Anexo 5: DCA para la evaluación de la difusividad (D_{eff})

Anexo 5-I: resumen estadístico para D_{eff} con espesor 2 mm

	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Coefic. de Variación</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>
A=40°C	3	7.565E-10	9.359E-11	12.37%	6.484E-10	8.106E-10	1.621E-10
B=50°C	3	9.727E-10	0.0	0.0%	9.727E-10	9.727E-10	0.0
C=60°C	3	1.1348E-9	0.0	0.0%	1.1348E-9	1.1348E-9	0.0
Total	9	9.547E-10	1.709E-10	17.90%	6.485E-10	1.1348E-9	4.863E-10

Anexo 5-II: pruebas de múltiple rangos para D_{eff} con espesor 2 mm

Método: 95.0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>	<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
A	3	7.5653E-10	X	A - B	*	-2.162E-10	1.0796E-10
B	3	9.7268E-10	X	A - C	*	-3.783E-10	1.0796E-10
C	3	1.1348E-9	X	B - C	*	-1.621E-10	1.0796E-10

* indica una diferencia significativa.

Anexo 5-III resumen estadístico para D_{eff} con espesor 4 mm

	<i>N</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Coefic. de Variación</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>
A=40°C	3	1.7292E-9	3.7439E-10	21.65%	1.297E-9	1.945E-9	6.484E-10
B=50°C	3	2.8100E-9	3.7439E-10	13.32%	2.594E-9	3.242E-9	6.484E-10
C=60°C	3	3.4584E-9	3.7438E-10	10.83%	3.242E-9	3.891E-9	6.484E-10
Total	9	2.6659E-9	8.2308E-10	30.87%	1.297E-9	3.891E-9	2.5938E-9

Anexo 5-IV: pruebas de múltiples rangos para D_{eff} con espesor 4 mm

Método: 95.0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>	<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
A	3	1.729E-9	X	A - B	*	-1.081E-9	7.480E-10
B	3	2.810E-9	X	A - C	*	-1.729E-9	7.480E-10
C	3	3.458E-9	X	B - C		-6.484E-10	7.480E-10

* indica una diferencia significativa