



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

DESHIDRATACIÓN DEL PLATANO VERDE (*Musa paradisiaca*) VARIEDAD INGUIRI

Presentado por:

KARIM, NAVARRO HUAMAN

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **17 % de porcentaje de similitud** por el cual se otorga el calificativo de:

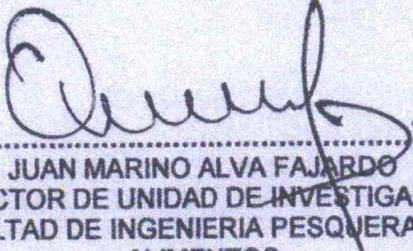
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 17% (MENOR AL 20% REQUERIDO)

Ica, 18 de agosto de 2021


.....
JUAN MARINO ALVA FAJARDO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS



“DESHIDRATACIÓN DEL PLATANO VERDE (*Musa paradisiaca*) VARIEDAD INGUIRI”

INVESTIGACION MONOGRAFICA PARA OBTENER

EL TITULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

POR LA MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADEMICA

AREA DE INVESTIGACION

**DESARROLLO EN CIENCIAS PURAS, CIENCIAS DE LA TIERRA DE
INGENIERIA DE PROCESOS**

AUTOR

BACHILLER: NAVARRO HUAMAN KARIM

PISCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta monografía, a mi madre Delia Huaman Morales, a mi padre Raul Navarro que están presente en mi vida las cuales siempre me han apoyado a seguir adelante en toda mi carrera y a mi abuelo Demetrio Navarro que fue un gran ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar ya que él ha sido mi guía siempre, a mis padres por su apoyo incondicional que me brindan, por los valores inculcados, a los docentes de la facultad por los conocimientos brindados en los 5 años de carrera, a mis amistades por su apoyo incondicional y sus grandes virtudes para salir adelante. Gracias

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Antecedentes	2
1.3.1 Antecedentes internacionales	2
1.3.2 Antecedentes nacionales	3
1.3.3 Antecedentes locales	3
1.4 Bases teóricas	4
1.4.1 Descripción del plátano	4
1.4.1.1 Clasificación taxonómica del plátano	5
1.4.1.2 Variedades de plátano	5
1.4.1.3 Beneficios del consumo de plátano	11
1.4.1.4 Valor nutricional de plátano	13
1.4.2 Operación de secado	14
1.4.2.1 Factores que intervienen en el proceso de secado	15
1.4.2.2 Curva de secado	18
CAPITULO II DESARROLLO	20
2.1 Desarrollo del tema	20
2.1.1 Materiales y equipos	20
2.1.2 Descripción el proceso	20
2.1.2.1 Recepción de la materia prima	20
2.1.2.2 Selección y clasificación	21
2.1.2.3 Lavado y desinfección	21

2.1.2.4 Pelado	21
2.1.2.5 Blanqueado	22
2.1.2.6 Cubeteado	22
2.1.2.7 Deshidratación con aire caliente	23
2.1.2.8 Empacado	24
2.1.2.9 Almacenamiento	25
2.1.3 Diagrama de flujo	26
2.2 Opinión crítica	27
2.3 Conclusiones	27
CAPITULO III. BIBLIOGRAFÍA	29
3.1 Referencias bibliográficas	29

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición química del plátano verde	14

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Plátano Variedad Inguiri</i>	6
Figura 2 <i>Plátano Variedad Bellaco</i>	7
Figura 3 <i>Plátano Variedad Moquicho</i>	8
Figura 4 <i>Plátano Variedad Isla</i>	8
Figura 5 <i>Plátano Variedad Manzano</i>	9
Figura 6 <i>Plátano Variedad Palillo</i>	10
Figura 7 <i>Plátano Variedad Seda</i>	10
Figura 8 <i>Curvas De Velocidad De Secado</i>	18
Figura 9 <i>Lavado Del Plátano Con Hipoclorito De Sodio</i>	21
Figura 10 <i>Cortado en Rodajas</i>	23
Figura 11 <i>Colocado De Rodajas En Las Bandejas</i>	24
Figura 12 <i>Cámara De Secado</i>	24
Figura 13 <i>Empacado Del Plátano Verde Deshidratado</i>	25

INTRODUCCIÓN

El Plátano es una planta herbácea, que pertenece a las familias de las Musáceas, que constan de un tallo subterráneo (Cormo o Rizoma) del cual brota un Pseudotallo aéreo; el Cormo emite raíces y yemas laterales que formaran los hijos o retoños.

El plátano se caracteriza por ser una fuente alimenticia preciada para los consumidores, se caracteriza por su gran cantidad de energía (90 calorías por 100 g) sin colesterol, y si se consume la fruta aportará más potasio. (380 mg) es también rico en fósforo y calcio. También es la mejor fuente de piridoxina (vitamina B6), un nutriente involucrado en la conversión del triptófano en serotonina, una sustancia relajante que reduce la ansiedad. La fruta también es rica en potasio, un mineral que ayuda a la presión arterial regular cuando se consume con fruta, más potasio que el requerimiento diario de un adulto (380 mg). También es rico en vitamina C, ácido fólico, magnesio y fibra para ayudar a levantar la moral y las defensas y reducir el estrés. (Dirección de desarrollo agropecuario y promoción de la inversión privada, 2016)

La deshidratación de alimentos se determina como un proceso de eliminación de humedad, debido a transferencias simultaneas de calor y masa. Es un procedimiento de conservación de alimentos, el cual prolonga la vida útil, disminuye el peso y el volumen beneficiando, el transporte y almacenamiento. Los productos deshidratados no necesitan refrigeración para su conservación en el tiempo, debido a que este proceso conlleva a una disminución de la actividad del agua (aw) siendo estos tan bajos que resulta muy difícil el desarrollo de microorganismos.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.2 Objetivos

Brindar información de las principales características del plátano.

Describir el proceso de deshidratación del plátano verde empleando secador de bandeja con aire caliente.

1.3 Antecedentes

1.3.1 Antecedentes internacionales

A nivel internacional tenemos el trabajo de investigación de Duran, G et al (2018) titulado “Ensayos de secado en laboratorio de papa andina y criolla. Obtención experimental de coeficientes de secado”, donde se reseña resultados en laboratorio del secado de papa andina (cuarentona) y papa criolla cortadas en cubos de 1 cm de lado, sometidas a pretratamiento de microondas a 700 W de potencia eléctrica, con tiempos de exposición de 3, 5 y 7 minutos. Muestras de 100 g de papa se cortaron en cubos y se secaron de manera sistematizada mediante ensayos por duplicado. Los ensayos se realizaron con un secador de convección forzada y calentamiento por resistencia eléctrica. Se registraron temperatura y humedad relativa ambiente, temperatura y humedad relativa del flujo en entrada, centro y salida de la cámara, y temperatura y peso de producto. Se calcularon experimentalmente los parámetros $AtHd$ (coeficiente difusivo) y $AtHc$ (coeficiente convectivo), que permiten modelizar el producto en secado y estudiar simultáneamente los fenómenos de intercambio de calor entre el aire y el producto, enfriamiento evaporativo que se producen en el interior del secador.

1.3.2 Antecedentes nacionales

A nivel nacional tenemos el trabajo de investigación Carranza, J. y Sánchez, M. (2002) titulada “Cinética de secado de *Musa paradisiaca* L. (plátano) y *Manihot esculenta* Grantz (yuca)” donde se manifiesta que se utilizaron plátano de la variedad “dominico” y yuca de la variedad “señorita” hicieron varias pruebas de secado, con temperaturas de 40°C, 50°C, 60°C, conjugando cada temperatura con diferentes velocidades de aire: 5.08 m/s, 7.62 m/s, 9.65 m/s y variando el espesor del producto a secar: 0.2 cm de espesor con 2.0 cm de ancho y 3.0 cm de largo, 0.4 cm de espesor con 2.0 cm de ancho y 3.0 cm de largo. El banano y la yuca con temperatura de 50°C y velocidad de aire de 7.62 m/s y materia prima de 0.2 cm de espesor, 2.0 cm de ancho y 3.0 cm de largo, presentaron las siguientes características: secado.

1.3.3 Antecedentes locales

A nivel local tenemos el trabajo de tesis de Arbizu Gutiérrez Juliza Flor y Samaniego Alvarado Rubby Cecilia (2017) “Influencia del diámetro de turión de espárragos (*Asparagus officinalis*) en la cinética de deshidratación de aire caliente a las temperaturas de proceso de 40°C, 50°C y 60°C)” que tuvo como objetivo general Determinar la influencia del diámetro del turión de espárragos en la cinética de deshidratación de aire caliente a las temperaturas de proceso de 40°C, 50°C y 60°C . Y como objetivos específicos: Determinar tiempo y velocidad del secado en la deshidratación con aire caliente a diferentes temperaturas (50°C, 60°C y 70°C) para cada espesor seleccionado y determinar la difusividad aparente a diferentes temperaturas (40°C, 50°C y 60°C). La formulación del problema fue: ¿El diámetro de turión del espárrago influye en la cinética de la deshidratación con aire caliente a las temperaturas de proceso de 40°C, 50°C y 60°C?

Las principales conclusiones de la tesis fueron: Los diámetros de los turiones del espárrago (0.75 cm, 1.00 cm y 1.50 cm) influyen en el tiempo de deshidratado, para la temperatura de 40 °C, el tiempo de secado aumento en función al aumento del diámetro, lo mismo se apreció a las temperaturas de 50°C y 60°C.

Las velocidades en el periodo constante a la temperatura de 40°C disminuyen en función al aumento del diámetro, lo mismo sucedió a las temperaturas de 50°C y 60°C.

1.4 Bases teóricas

1.4.1 Descripción del plátano

Los plátanos son frutas tropicales ricas en nutrientes y carbohidratos. Los nutrientes más típicos de los plátanos son el potasio, el magnesio y el ácido fólico. (Cárdenas, F 2001)

Los plátanos y los bananos son frutas tropicales nutritivas que contienen carbohidratos altos en calorías. Entre los nutrientes más típicos del banano se encuentran el potasio, el magnesio y el ácido fólico. La diferencia entre plátano y banano es muy sutil, si no inexistente en el área de producción. En Perú, las frutas verdes o maduras se venden en todas las variedades y genotipos comestibles. A esto se le llama banana. De hecho, la principal diferencia entre plátano y bananos es el contenido de agua. Los plátanos contienen un promedio de 65% de agua y los bananos un 83%. Los plátanos no se pueden comer crudos, sino que deben estar fritos o asados, verdes (salados) o maduros (dulces). (Cárdenas, F 2001)

Perú es uno de los 10 países latinoamericanos con mayor producción de plátano y banano a nivel mundial. En Perú, el cultivo de árboles de plátano y banano se caracteriza por productos agrícolas en la selva y las regiones del norte, y el cultivo requiere un clima cálido y humedad del aire. (Cárdenas, F 2001)

1.4.1.1 Clasificación taxonómica del plátano

El plátano presenta la siguiente clasificación taxonómica

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Zingiberales
Familia	. Musaceae
Género	: <i>Musa</i>
Especie	. <i>M. paradisiaca</i>

Fuente: Torres, M. (2012)

1.4.1.2 Variedades de plátano

Las principales variedades de plátano del Perú son:

Inguiri

Es una variedad que posee clones de color verde blanquecino, verde amarillento y verde rosado con manchas oscuras. Las plantas miden 3,0 metros de altura, con un diámetro en su base de 0.20 m. Por su forma cilíndrica y disposición de sus manos se parece más al banano teniendo una producción entre nueve y catorce manos. Su propiedad más importante es su plasticidad, y gracias a la práctica de la eliminación de las bajas se le puede convertir en un bellaco plantano o bien un bellaco hartón, con excelente fruto perfecto y peso. (Cárdenas, F 2001)

Figura 1

Plátano Variedad Inguiri



Fuente: (Herrera & Colonia, MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PLÁTANO, 2011)

Bellaco

Es una variedad conocida como “hartón” o “barraganeta”. La planta presenta un seudotallo verde rosado, con una altura de 3.0, diámetro en su base de 0.24 m. A la madurez comercial el racimo tiene unos 30 frutos, de unos 30 a 40 cm de largo, con un peso de 400g por fruto. (Cárdenas, F 2001)

Figura 2*Plátano Variedad Bellaco*

Fuente: (gofresh , s.f.)

Moquicho o Bizcochito

También conocida como "banana de oro" o mosquito, esta es una variedad bastante distintiva. Sus frutos son muy pequeños, de 10-12 cm, pero muy dulces y de color dorado. (Cárdenas, F 2001)

Figura 3*Plátano Variedad Moquicho*

Fuente: (Herrera & Colonia, MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PLÁTANO, 2011)

Isla

Esta variedad tiene cualidades con gran difusión en el Perú. Es resistente a la Sigatoka y al “mal” de Panamá; los racimos tienen de 8 a 10 manos y de 70 a 90 frutos. Los frutos son ligeramente angulares y de tamaño mediano. Necesita estar bien maduro para su consumo, casi cuando la cáscara ennegrece. Es un alimento ideal para bebés de pocos meses desde que empezaron a probar las gachas. (Cárdenas, F 2001)

Figura 4*Plátano Variedad Isla*

Fuente: (Maxi Canasta , s.f.)

Manzano

Esta es una variedad bastante rara y tiene frutos muy pequeños. Aunque es una pulpa tierna y dulce, tiene una acidez distintiva característica de esta especie y la característica que le da nombre al manzano. (Cárdenas, F 2001)

Figura 5*Plátano Variedad Manzano*

Fuente: (Plantas y Flores , s.f.)

Guayabo o Palillo

Tiene un tronco verde grueso y fuerte, pero es más corto que el de seda. Los frutos son grandes, redondos y la piel se vuelve amarilla cuando madura. (Cárdenas, F 2001)

Figura 6

Plátano Variedad Palillo



Fuente: (Tu Chacrita , s.f.)

Seda

Aproximadamente ocupa un 90 % de producción mundial; hoy en día esta proporción ha bajado, a favor de otras variedades. Hoy en día, esta proporción está disminuyendo gradualmente a favor de otras variedades. Se comercializa en todo el mundo, es conocida por varios nombres como Gros Michel, Guayaquil, Highgate y Cocos. Muchas mutaciones se generan a partir de esta variedad en plantaciones comerciales y luego en clones para producir otras variedades que conservan las cualidades distintivas de la variedad original. (Cárdenas, F 2001)

Figura 7*Plátano Variedad Seda*

Fuente: (Herrera & Colonia, MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PLÁTANO, 2011)

1.4.1.3 Beneficios del consumo de plátano.

Consumir plátanos verdes, en una dieta equilibrada, puede ser saludable por las siguientes razones:

1. Contribuyen con la salud cardiovascular

Dentro de una dieta equilibrada, consumir plátanos verdes es bueno para la salud. No solo por ser un alimento de origen vegetal, fuente de carbohidratos y diversos nutrientes, sino por su contenido de potasio. El potasio es un mineral, que ayuda a la salud del corazón y el resto del tema cardiovascular. Además, ayuda regular la presión arterial, mantener un ritmo cardiaco normal (Zuñiga, O. y Morales E, 2019)

2. Apoyan la salud del aparato muscular

Así como el potasio es una sustancia importante para el corazón, también es importante para el sistema muscular porque participa en diversas reacciones químicas., tales como:

- ✓ La contracción muscular
- ✓ La síntesis de los músculos
- ✓ La permeabilidad e las membranas

Cuando el organismo no dispone de suficiente potasio, puede experimentar debilidad muscular, trastornos neuromusculares, hipotensión, taquicardias y otros problemas de salud. (Zuñiga, O. y Morales E, 2019)

3. Aportan vitamina B6

Los plátanos verdes contienen vitamina B6, que ayuda a mantener la función del sistema nervioso, conserva los niveles de azúcar en la sangre, produce hemoglobina, descompone proteínas y produce anticuerpos. Procesos que, en definitiva, son buenas para la salud. (Zuñiga, O. y Morales E, 2019)

4. Ayudan a mantener el tránsito intestinal

Aunque los plátanos verdes son difíciles de digerir que los maduros, una dieta equilibrada puede ayudar a un buen tránsito intestinal. Según la sabiduría popular en muchos países de habla hispana, a menudo se recomienda comer una dieta de plátano verde para quienes se recuperan de la diarrea o la deshidratación. (Zuñiga, O. y Morales E, 2019)

5. Aportan inulina

Los plátanos verdes contienen inulina y otros fructooligosacaridos no digeribles por las enzimas intestinales, que alcanzan el tracto final del intestino y tienen efectos beneficiosos sobre el tránsito intestinal. (Zuñiga, O. y Morales E, 2019)

6. Aportan energía

Ayudan a obtener un extra de energía, por ello, se llega a recomendar su consumo antes de ir a hacer ejercicio de intensidad moderada. (Zuñiga, O. y Morales E, 2019)

1.4.1.4 Valor nutricional del plátano

Son frutas que se caracterizan por ser una valiosa fuente de alimento. El plátano se caracteriza por una gran cantidad de energía sin colesterol (90 calorías por 100g) cuando se consume una sola fruta. Los plátanos proporcionan más potasio de lo normal en un adulto. Los requerimientos (380 mg) también incluyen altos niveles de fósforo y calcio. También es la mejor fuente de piridoxina (vitamina B6), un nutriente que previene la conversión del triptófano en serotonina, un paliativo para la ansiedad. También proporciona una gran fuente de vitamina C, ácido fólico, magnesio y fibra para ayudar a fortalecer la mente y las defensas, y aliviar el estrés. Los expertos recomiendan comer de la mitad a dos plátanos al día, dependiendo de su nivel de estrés. Todas estas propiedades nutricionales la identifican como una fruta importante en la dieta humana (Herrera M. y Colonia L., 2011).

Los estudios informan que los plátanos verdes son ricos en almidón resistente y, por lo tanto, son muy beneficiosos debido a sus efectos fisiológicos en el cuerpo, como un tiempo de tránsito intestinal más corto, una disminución del azúcar en la sangre y, por lo tanto, una disminución del azúcar en la sangre. Los almidones no digeribles en el proceso digestivo de personas sanas no son absorbidos por los intestinos y sirven como alimento beneficioso para las bacterias duodenales. Esta digestión es muy similar a la velocidad de disolución de la fibra. El almidón resistente se puede considerar como un ingrediente funcional que mejora la calidad de los alimentos. Se llama así porque resiste la digestión por enzimas que degradan la amilosa,

viaja a todo el intestino y es fermentado por bacterias duodenales. Esta resistencia a la hidrólisis puede explicarse por varios factores, incluido el grado y tipo de cristalización del contenido de amilosa en los gránulos de almidón. Morfología de las partículas, presencia de complejos almidón-lípido y almidón-proteína. Por los beneficios que aporta este conocimiento del almidón resistente (Torres, M, 2012). En la tabla 1 se presenta la composición química del plátano verde.

Tabla 1

Composición química del plátano

Componentes	Porcentaje (%)
Agua	57,0
Proteína	1,0
Grasa	0,2
Carbohidratos	38,6
Fibra	2,6
Cenizas	0,9

Fuente: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud

1.4.2 Operación de Secado

El proceso de secado implica la transferencia de masa entre el gas y el sólido, y el agua contenida en el sólido cambia del estado volátil a la fase de vapor. (Treybal, 1998).

Durante el secado del material, el agua libre en la superficie y el agua almacenada en el interior se mueven. Se determinó el cambio en el contenido de humedad del material a lo largo del tiempo, lo que resultó en una curva que muestra la velocidad de secado a cualquier nivel de humedad dado. La forma de la curva depende de la estructura y el tipo de material. (Brennan, J. et al 1980).

1.4.2.1 Factores que intervienen en el proceso de secado.

Cuando un sólido se expone al secado al aire, hay dos transiciones:

1) Transferencia de la materia

El movimiento de la humedad dentro de un sólido depende de las propiedades físicas del sólido, su temperatura y humedad.

2) Transferencia de energía

Depende de la temperatura, la humedad, las condiciones del flujo de aire exterior, el área de contacto y el tipo de secador utilizado.

a) Temperatura de aire

La temperatura juega un papel importante en el proceso de secado. A medida que aumenta su valor, la eliminación de agua se acelera al máximo. La elección de la temperatura se realiza teniendo en cuenta las especies a tratar, y también se ha comprobado que la temperatura de secado de las hortalizas está entre 40 y 70 ° C. (Sharma, Malvaney & Rivzi, 2003)

b) Humedad relativa del aire.

La humedad relativa del aire se define como la relación de la presión del vapor de agua en ese momento y la presión de saturación del vapor de agua a la misma temperatura. Este valor se expresa como porcentaje. A medida que aumenta la temperatura, también lo hace la capacidad de absorber la humedad. Ocurre lo contrario cuando baja la temperatura. La temperatura de secado está estrechamente relacionada con la humedad relativa del aire porque afecta la calidad sensorial del producto final. Cuando la temperatura del aire seco es alta y la humedad relativa es baja, existe el riesgo de que la humedad se elimine de la superficie del alimento más rápidamente de

lo que se difunde del interior húmedo a la superficie del alimento. Evitando esto, se suprime la formación de costras. Por esta razón, es importante considerar el flujo de aire. A nivel industrial, se utiliza una humedad relativa del 20 al 40%. (Barbosa y Canovas, 2003).

c) Velocidad del viento.

Por otro lado, la función principal de la velocidad del viento en el secador es transferir la energía necesaria para calentar el agua contenida en los alimentos y favorecer su evaporación. En segundo lugar, ayuda a expulsar la humedad del material. A medida que aumenta la velocidad del flujo de aire a través de los alimentos, también lo hace la velocidad de secado. Cuanto más rápida sea la velocidad, más rápida será la velocidad de evaporación y menor será el tiempo de secado. La capa límite entre el material a secar y el aire juega un papel importante en el proceso de secado. (Torres, M, 2012).

Cuanto más fina es la capa límite, más rápido se elimina el agua. Por otro lado, el flujo de aire es importante y el flujo turbulento es mucho más eficiente que el flujo laminar.

La deshidratación industrial se lleva a cabo utilizando velocidades del viento de 1,5-2,5 m / s. (Torres, M, 2012).

d) Agua en los alimentos.

La humedad de un alimento determina sus propiedades reológicas y organolépticas, así como su sensibilidad a los cambios reactivos. El contenido de agua de un alimento se refiere a toda el agua contenida en un alimento. Los alimentos se pueden exprimir sobre una base húmeda o seca. La humedad en los alimentos se

retiene de dos formas: agua libre o agua "ligada". El agua ligada tiene una presión de vapor de equilibrio más baja que el agua libre a la misma temperatura. La humedad en forma de agua libre puede ser retenida por capilares delgados, absorbida dentro de células o fibras, o por asociación fisicoquímica con sólidos. El agua libre tiene una presión de vapor de equilibrio igual a la presión de vapor de equilibrio del agua pura a la misma temperatura. La humedad en forma de agua libre se retiene en las grietas de los alimentos sólidos. (Sharma et al., 2003).

Humedad

Un alimento está constituido por muchos componentes. Para el proceso de secado se estima que está formado solamente por agua y sólidos secos. Los sólidos secos incluyen todos los componentes sólidos que componen el alimento (sólidos totales).

$$Humedad = \frac{masa\ de\ agua}{masa\ de\ a\ lim\ ento} \quad (1)$$

La humedad puede expresarse en base seca y base humedad

Humedad base seca (h_{bs})

$$h_{bs} = \frac{masa_{H2O}}{masa_{ss}} \quad (2)$$

Humedad base humedad (h_{bh})

$$h_{bh} = \frac{\text{masa}_{H2O}}{\text{masa}_{ss} + \text{masa}_{H2O}} \quad (3)$$

Dónde:

masa_{H2O} = masa de agua

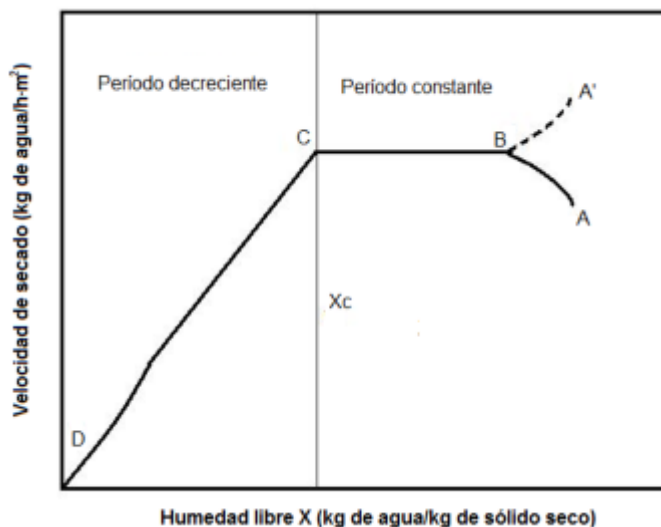
masa_{ss} = masa de sólido seco

1.4.2.2. Curvas de secado

La velocidad de secado depende del material, de sus propiedades y densidad global; el contenido de humedad inicial y en equilibrio. La velocidad de secado no es la misma en todo el proceso. La representación gráfica de la velocidad de secado en función del contenido de humedad o el tiempo del producto se denomina "curva de secado" y depende del tipo de producto que se está deshidratando. Generalmente la forma de las curvas de secado es complicada y deben obtenerse experimentalmente (Alvarado, 2000)

Figura 8

Curvas De Velocidad De Secado



Fuente: (Torres, M, 2012)

En la Figura 8. se representa la curva de secado. El producto se encuentra inicialmente en el punto A. En la etapa inicial del secado (AB) el agua se calienta lentamente. En el punto B, la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio. Cuando el sólido está a una temperatura por arriba de la temperatura de operación, la velocidad de secado empieza en el punto A. Posteriormente, inicia una pérdida de agua a velocidad constante (BC). El periodo de velocidad de secado En la Figura 2. Se representa una curva de secado. El producto se encuentra inicialmente en el punto A. En la etapa inicial del secado (AB) el agua se calienta lentamente. En el punto B, la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio. Cuando el sólido está a una temperatura arriba de la temperatura de operación, la velocidad de secado empieza en el punto A. Posteriormente, inicia la pérdida de agua a velocidad constante (BC). El periodo de velocidad de secado. (Torres, M, 2012).

CAPITULO II DESARROLLO

2.1 Desarrollo del tema

2.1.1 Materiales y equipos

Materia prima e insumos

Plátano verde

Ácido cítrico

Equipos y materiales de laboratorio

Secador artificial

Cuchillos de acero inoxidable

Bandejas de plástico de 10 x 20 cm

Coladeras de plástico

Balanza de precisión

Higrómetro digital

Termómetro digital

2.1.2 Descripción del proceso

2.1.2.1 Recepción de la materia prima

Los plátanos verdes de la variedad Inguiri una vez recepcionada se procede a un control de calidad tomando en cuenta el color de la cascara, eligiendo las que presentaban el color verde más intenso.

2.1.2.2 Selección y clasificación

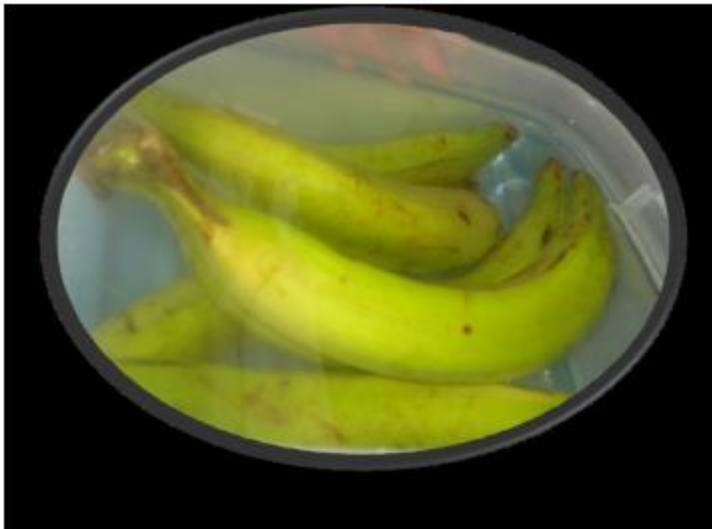
Este proceso separa todos los productos maduros y no consolidados de los productos defectuosos, como los rotos o dañados por bacterias u hongos, etc.

2.1.2.3 Lavado y desinfección

El lavado se realiza con el propósito de eliminar todo tipo de impurezas. Se realizó una inmersión en agua clorada (hipoclorito de sodio al 0,5% P/V)

Figura 9

Lavado Del Plátano Con Hipoclorito De Sodio



Fuente: (Torres, 2012)

2.1.2.4 Pelado

El pelado se ejecuta con el objetivo de eliminar la cascara, operación que se realizó de forma manual utilizando cuchillos, para lo cual primero se separan los extremos y luego se realiza

un corte poco hondo a lo largo, evitado no cortar la pulpa o mesocarpio. Finalmente, se quita la cáscara con un cuchillo sin filo.

2.1.2.5 Blanqueado

Una vez pelados los plátanos se sumergieron en solución de ácido cítrico al 0.3% (p/v) para evitar que el plátano se oxide más tarde y adquiriera un color no deseado.

2.1.2.6 Cubileteado

Los plátanos pelados se cortan con un cuchillo, se cortan en formas de unos 5 mm de grosor y se sumergen en la misma solución blanqueadora durante 2 minutos. El exceso de agua se eliminó debido al desbordamiento.

Figura 10

Cortado en Rodajas



Fuente: (Torres, 2012)

2.1.2.7 Deshidratación con aire caliente

Las rodajas de plátanos se colocan en bandejas del secador el cual había sido calentado hasta alcanzar la temperatura de 60 °C. Este tratamiento finalizó cuando se alcanzó la humedad de equilibrio, el tiempo de secado fue de 8 horas para un contenido de humedad de 0,10 g. de agua/g. de masa seca.

Figura 11

Colocado De Rodajas En Las Bandejas



Fuente: (Torres, 2012)

Figura 12

Cámara De Secado



Fuente: (Torres, 2012)

2.1.2.8 Empacado

Después de terminar todo el proceso, se empaqueta en una bolsa de polipropileno y se sella adecuadamente para evitar la entrada de humedad ambiental.

Figura 13

Empacado Del Platano Verde Deshidratado



Fuente: (Torres, 2012)

2.1.2.9 Almacenamiento

Se almacenaron en un lugar fresco

2.1.3 Diagrama de flujo



2.2 Opinión crítica

El plátano verde es un alimento que ha ganado popularidad en los últimos años porque te ayuda a perder peso y mantenerte saludable. Los beneficios de los plátanos verdes, vendidos en polvo o cocidos en casa, van desde quemar grasa hasta mejorar el estado de los aminoácidos.

Los plátanos verdes todavía son plátanos inmaduros, pero contienen más almidón. Esta sustancia no es bien absorbida por el organismo y tiene muchos beneficios para la salud (control del azúcar en sangre, mantenimiento del peso e incluso niveles de colesterol).

Para mejorar la calidad de los plátanos verdes deshidratados, es necesario comenzar con la correcta selección de frutos y determinar su preparación y características iniciales. La calidad de los productos deshidratados se evalúa bajo el control de tres parámetros: color, actividad de agua y contenido de humedad.

2.3 Conclusiones

Las principales conclusiones de mi trabajo monográfico son:

Los plátanos se caracterizan por ser muy ricos en carbohidratos porque son una excelente fuente de fibra que ayuda a combatir el estreñimiento y regular la digestión. Rico en potasio, ayuda al buen funcionamiento del sistema nervioso y regula la presión arterial. Combinado con los antioxidantes que se encuentran en las vitaminas C y E, es un alimento que protege el corazón.

La deshidratación con aire caliente se hizo a 60°C por un periodo de 8 horas obteniéndose una humedad final de 12%.

La elaboración del plátano verde deshidratado es una gran alternativa para los agricultores que pueden darle un valor agregado, y aumentar la vida útil del recurso.

CAPITULO III BIBLIOGRAFÍA

3.1 Referencias bibliográficas

Arbizu Gutierrez Juliza Flor y Samaniego Alvarado Rubby Cecilia (2017) “Influencia del diámetro de turión de espárragos (*Asparagus officinalis*) en la cinética de deshidratación con aire caliente a las temperaturas de proceso de 40°C, 50°C y 60°C” Tesis Universidad Nacional San Lus Gonzaga” de Ica

Barboza y Canovas (2000) *Deshidratación de alimentos* Editorial Acribia España.

Brennan, J. et al (1980) Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España

Dirección de. Desarrollo agropecuario y promoción de la inversión privada (2016) *Diagnostico de la cadena de valor del cultivo de plátano*

Sharman et al (2003) Ingeniería de los alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio Editorial Limusa Wiley

Torres, M. (2012) *Temperatura y la difusividad másica del secado de plátano verde (Musa paradisiaca) de la variedad inguiri* Tesis Universidad Nacional del Centro del Perú

Treybal, R. (1998) Operaciones de transferencia de masa. Editorial Mc. Graw México

Cárdenas, F. (2001) *Estudio del Mercado de la Cadena de Plátano* Recuperado el 16 de Junio 2020 de http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio_platano.pdf

- Carranza, J. y Sanchez, M. (2002) *Cinética de secado de Musa paradisiaca L. (plátano) y Manihot esculenta Grantz (yuca)* Recuperado el 4 de Junio del 2020 de <https://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/alimentarias/descargas/vol2/2.pdf>
- Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud (2009) *Tablas peruanas de composición de alimentos* Recuperado el 10 de Junio 2020 de <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Duran, G. et al (2018) *Ensayos de secado en laboratorio de papa andina y criolla. Obtención experimental de coeficientes de secado* Recuperado el 01 de Junio 2020 de <http://www.exporenovables.com.ar/2018/descargas/actas/asades-tema-2-83.pdf>