



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

**Comparación de dos sustancias aceleradoras del proceso de
maduración en las variedades de plátano barraganete y
dominico, para procesos agroindustriales**

AUTOR:

Pezo Núñez, Gabriel Antonio

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TUTORA:

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

14 de septiembre del 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Pezo Núñez Gabriel Antonio**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agroindustrial**.

TUTORA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, PEZO NÚÑEZ GABRIEL ANTONIO

DECLARO QUE:

El presente Trabajo de Titulación, **Comparación de dos sustancias aceleradoras del proceso de maduración en las variedades de plátano barraganete y dominico, para procesos agroindustriales**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Agroindustrial** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2021

AUTOR

Pezo Núñez Gabriel Antonio



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTORIZACIÓN

Yo, Pezo Núñez Gabriel Antonio

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución la propuesta del Trabajo de Titulación, **Comparación de dos sustancias aceleradoras del proceso de maduración en las variedades de plátano barraganete y dominico, para procesos agroindustriales**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2021

AUTOR

Pezo Núñez Gabriel Antonio



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación, **Comparación de dos sustancias aceleradoras del proceso de maduración en las variedades de plátano barraganete y dominico, para procesos agroindustriales** presentado por el estudiante Gabriel Antonio Pezo Núñez, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	Pezo Núñez Gabriel, Agosto 11.docx (D111191599)
Presentado	2021-08-11 20:10 (-05:00)
Presentado por	gpezo98@gmail.com
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com
	0% de estas 27 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2021

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias UCSG-
FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
Revisora – URKUND

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida, la salud y el trabajo.

A mi padre Adolfo, por su apoyo y amor incondicional durante toda mi vida, por la inspiración y las enseñanzas, esto no hubiera sido posible si no fuera por él.

A mi madre Germania, por haberme criado de la manera en como lo hizo, por dedicarme todo el tiempo necesario para poder ser quien soy ahora.

A mi abuelo Gabriel, por abrir su mente y trasmitirme sus conocimientos de los cuales muchos están plasmados en este trabajo.

A mis amigos Alfredo, César y Fiorella, que han sido las personas que siempre han estado cuando los necesito sin importar la circunstancia.

Al apoyo incondicional de Grecia, gracias por ser mi soporte, mi paz y esclarecer mis ideas en mis momentos duros.

A mi tutora, la Ing. Noelia Caicedo Coello, por aceptar y ayudarme durante todo este proceso, sin usted tampoco hubiera sido posible.

Gabriel Antonio Pezo Núñez

DEDICATORIA

A mis pilares fundamentales, Adolfo Pezo, Germania Noboa, Gabriel Peso Valle y Mario Zambrano, para ustedes que me han dado todo.

Gabriel Antonio Pezo Núñez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.
TUTORA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Jorge Velásquez Rivera, Ph.D.
COORDINADOR DE CARRERA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CALIFICACIÓN

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.	3
1.2 Hipótesis	4
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Generalidades del plátano	5
2.1.1 Clasificación taxonómica.	5
2.1.2 Plátano barraganete.	6
2.1.3 Plátano dominico.	7
2.2 El plátano y la utilización poscosecha	7
2.3 Respiración	8
2.4 Métodos de maduración de frutas	9
2.4.1 El etileno.	9
2.4.2 El etefón.	10
2.4.3 Cambios organolépticos debido al proceso de maduración.	11
2.5 Cambios físicos y químicos debido al proceso de maduración	12
2.6 Índice de beneficio/costo	13
3 MARCO METODOLÓGICO	14
3.1 Ubicación del ensayo	14
3.1.1 Condiciones climáticas de la zona.	14
3.2 Insumos, equipos, materiales y reactivos	14
3.2.1 Insumos.	14
3.2.2 Equipos.	15
3.2.3 Materiales.	15
3.2.4 Reactivos.	15
3.3 Metodología.	15
3.3.1 Proceso de maduración utilizando etileno.	15
3.3.2 Proceso de maduración utilizando etefón.	16
3.4 Cantidades de etileno y etefón utilizados	19
3.4.1 Etefón.	19
3.4.2 Etileno.	19

3.5 Tipo de investigación.....	19
3.5.1 Investigación experimental.....	19
3.5.2 Investigación cuantitativa.....	19
3.5.3 Investigación correlacional.....	20
3.6 Factores de estudio.....	20
3.7 Diseño Experimental.....	21
3.8 Caracterización física, química y sensorial del plátano.....	21
3.8.1 Caracterización física.....	21
3.8.2 Caracterización química.....	22
3.8.3 Caracterización Sensorial.....	23
3.9 Cronograma de actividades.....	24
3.10 Índice de beneficio/costo.....	25
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Muestras iniciales.....	26
4.2 Días de maduración.....	28
4.2.1 Plátano barraganete tratado con etefón.....	28
4.2.2 Plátano dominico tratado con etefón.....	30
4.2.3 Plátano barraganete tratado con etileno.....	32
4.2.4 Plátano dominico tratado con etileno.....	34
4.2.5 Muestras barraganete testigo.....	36
4.2.6 Muestras dominico testigo.....	39
4.3 Análisis sensorial.....	41
4.4 Análisis de varianza.....	42
4.4.1 Análisis de varianza para plátano barraganete.....	42
4.4.2 Análisis de varianza para plátano dominico.....	43
4.5 Índice de beneficio/costo de los tratamientos aplicados.....	44
4.5.1 Índice de beneficio/costo para plátano barraganete y dominico tratado con etefón.....	44
4.5.2 Índice de beneficio/costo para plátano barraganete y dominico tratado con etileno.....	46
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1 Conclusiones.....	49
5.2 Recomendaciones.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del plátano.....	6
Tabla 2. Características del etileno.	10
Tabla 3. Características del etefón.	11
Tabla 4. Índice de maduración.	11
Tabla 5. Factores de estudio	20
Tabla 6. Interacciones del estudio.	21
Tabla 7. Evaluación sensorial.....	24
Tabla 8. Cronograma de Actividades	24
Tabla 9. Resultados de pruebas físicas de plátano barraganete.....	26
Tabla 10. Resultados de pruebas físicas de plátano dominico.....	26
Tabla 11. Resultados de muestras iniciales de plátano barraganete.	27
Tabla 12. Resultados de muestras iniciales de plátano dominico.	27
Tabla 13. Resultados de pruebas físicas de plátano barraganete tratado con etefón.	28
Tabla 14. Resultados de pruebas químicas de plátano barraganete tratado con etefón.	29
Tabla 15. Resultados de pruebas físicas de plátano dominico tratado con etefón.	30
Tabla 16. Resultados de pruebas químicas de plátano dominico tratado con etefón.	31
Tabla 17. Resultados de pruebas físicas de plátano barraganete tratado con etileno.....	32
Tabla 18. Resultados de pruebas químicas de plátano barraganete tratado con etileno.....	33
Tabla 19. Resultados de pruebas físicas de plátano dominico tratado con etileno.....	34
Tabla 20. Resultados de pruebas químicas de plátano dominico tratado con etileno.....	35
Tabla 21. Resultados de pruebas físicas del tratamiento testigo.	37
Tabla 22. Resultados pruebas físicas del tratamiento testigo con barraganete.....	37

Tabla 23. Resultados de pruebas químicas del tratamiento testigo con barraganete.....	38
Tabla 24. Resultados pruebas físicas del tratamiento testigo con dominico.....	39
Tabla 25. Resultados de pruebas químicas del tratamiento testigo con dominico.....	40
Tabla 26. Resultados sensoriales de plátano barraganete.....	41
Tabla 27. Resultados sensoriales de plátano dominico.....	42
Tabla 28. Análisis de varianza para plátano barraganete.....	43
Tabla 29. Análisis de varianza para plátano dominico.....	44
Tabla 30. Costos de la maduración de barraganete con etefón.	45
Tabla 31. Costos de la maduración de dominico con etefón.	46
Tabla 32. Costos de la maduración de barraganete con etileno.	47
Tabla 33. Costos de la maduración de dominico con etileno.	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Localización del ensayo	14
Gráfico 2. Método de maduración con etileno en plátano barraganete y dominico.	18
Gráfico 3. Método de maduración con etefón en plátano barraganete y dominico.....	18
Gráfico 4. Cambios físicos durante el proceso de maduración del barraganete tratado con etefón de grados brix y pH.	28
Gráfico 5. Cambios físicos durante el proceso de maduración del dominico tratado con etefón de grados brix y pH.	31
Gráfico 6. Cambios físicos durante el proceso de maduración del barraganete tratado con etileno de grados brix y pH.	33
Gráfico 7. Cambios físicos durante el proceso de maduración del dominico tratado con etileno de grados brix y pH.	35
Gráfico 8. Cambios físicos durante el proceso de maduración del barraganete testigo de grados brix y pH.	38
Gráfico 9. Cambios físicos durante el proceso de maduración del dominico testigo de grados brix y pH.	40

RESUMEN

La maduración artificial en frutas es un proceso que se ha venido realizando en las últimas décadas y se ha actualizado con la implementación de tecnología para el control de todas las variables que influyen en el proceso (humedad relativa, temperatura), esto ha servido para el abastecimiento de las agroindustrias y la creación de nuevos productos. En el trabajo de titulación se buscó comparar el efecto del etileno y etefón en el proceso de maduración de plátano barraganete y plátano dominico por medio de 3 tratamientos de maduración (T1: etefón, T2: etileno y T3: testigo) evaluando los resultados tanto físicos como químicos demostrando que durante el proceso de maduración la fruta presenta cambios como el aumento de grados brix y la disminución del pH debido al aumento de ácido málico. Se concluyó que físicamente del etefón y el etileno se obtiene una maduración homogénea a corto plazo. Por medio de análisis de varianza se determinó que no existe diferencia estadística entre tratamientos en el plátano barraganete mientras que en plátano dominico el etefón es diferente a los demás tratamientos. Analizados los resultados físicos y químicos de las dos variedades de plátano con los diferentes tratamientos se detectó que en el Tratamiento 3 o de testigo los plátanos sufren una mayor deshidratación frente a los otros tratamientos. El panel sensorial determinó que el etefón tenía un efecto positivo en la maduración y en las características organolépticas de las dos variedades de plátanos. El análisis beneficio/costo determinó que el proyecto es viable.

Palabras clave: maduración artificial, Etileno, etefón, barraganete, dominico, brix, pH.

ABSTRACT

Artificial ripening in fruits is a process that has been carried out in recent decades and has been updated with the implementation of technology to control all the variables that influence the process (relative humidity, temperature), this has served for the supply of agro-industries and the creation of new products. In the titration work, it was sought to compare the effect of ethylene and ethephon in the ripening process of barraganete plantain and Dominican plantain through 3 ripening treatments (T1: ethephon, T2: ethylene and T3: control), evaluating both physical results as chemists showing that during the ripening process the fruit presents changes such as an increase in Brix degrees and a decrease in pH due to the increase in malic acid. It was concluded that physically from ethephon and ethylene a homogeneous maturation is obtained in the short term. Through analysis of variance, it was determined that there is no statistical difference between treatments in the barraganete plantain, while in the Dominican plantain the ethephon is different from the other treatments. Analyzing the physical and chemical results of the two varieties of banana with the different treatments, it was detected that in Treatment 3 or as a control, the bananas suffer greater dehydration compared to the other treatments. The sensory panel determined that ethephon had a positive effect on the ripening and organoleptic characteristics of the two varieties of bananas. The benefit / cost analysis determined that the project is viable.

Keywords: artificial ripening, Ethylene, Ethephon, barraganete, dominico, brix, pH.

1 INTRODUCCIÓN

El plátano, es una fruta tropical de gran importancia económica y que forma parte de la seguridad alimentaria de Centroamérica y Latinoamérica, este cultivo se produce en regiones donde el desarrollo industrial es escaso siendo la comercialización principalmente como producto fresco, mientras que el producto procesado se da en menores cantidades.

Los principales países exportadores de plátano también son conocidos por la producción de banano, por lo que se aprovecha la infraestructura y logística ya establecida de este cultivo, para la producción y exportación del plátano. Estados Unidos y Europa son los principales compradores de esta fruta fresca.

En el boletín situacional de plátano del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017), se puede comparar la producción nacional entre los años 2016 y 2017, evidenciando un crecimiento del 25 %, esto puede ser el reflejo de nuevos sembríos en sectores donde antes no abundaba el cultivo, sin embargo la información referente a las exportaciones, refleja un decrecimiento del 2 % (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017); así se puede asegurar que existe una sobreproducción con baja de precios a nivel nacional, representando pérdidas para el productor.

Una opción para dar solución a lo anteriormente expuesto se puede proporcionar a través de la agroindustria ecuatoriana, impulsando la investigación para la creación de nuevos productos alimenticios transformando los excedentes de materia prima en innovadores productos finales. Los procesos de maduración artificial servirían como una vía para posteriormente abastecer al sector agroindustrial.

Los métodos exógenos de maduración para las frutas climatéricas ha evolucionado con los años, pasando del uso de gases tóxicos como acetileno, a utilizar la misma hormona vegetal que produce el plátano y otras frutas, gracias a la tecnología, herramientas como el higrómetro, pHmetro y refractómetro ayudan al control del proceso de maduración y estado de madurez del fruto, pudiendo así entregar a la agroindustria nacional un producto libre de compuestos tóxicos, con excelentes características organolépticas listo para su procesamiento.

Por lo tanto, el presente trabajo de titulación pretende presentar una opción viable y sustentable para el correcto aprovechamiento de la fruta y se le pueda adicionar un valor agregado por medio de la industria alimenticia nacional para así ayudar al productor, impulsar la agroindustria y la creación de nuevos productos alimenticios con esta materia prima que por años ha generado ingresos importantes al país.

Por lo expuesto, los objetivos planteados para la investigación fueron:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Comparar el efecto del etileno y etefón en el proceso de maduración de plátano barraganete y dominico para elaboración de subproductos.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar física y químicamente el plátano antes, durante y después de la aplicación de los tratamientos.
- Realizar comparaciones organolépticas del plátano madurado con las dos diferentes sustancias aceleradoras utilizadas.
- Evaluar los costos de inversión de cada tratamiento.

1.2 Hipótesis

H₀: El etileno no presenta diferencias en el proceso de maduración del plátano con respecto al acelerante tradicional, etefón.

H₁: El etileno presenta diferencias en el proceso de maduración del plátano con respecto al acelerante tradicional, etefón.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del plátano

El plátano es originario del sur oeste de Asia, donde crecía de manera silvestre, más tarde su cultivo fue difundido a América central y Suramérica, continentes en los cuales esta planta es base de la alimentación (Simmonds, 1966). Ecuador y su país limitante al norte, Colombia son los mayores exportadores mundiales de las diferentes variedades del plátano (Lucas, Quintero, Vasco y Mosquera, 2012).

El cultivo del plátano figura como un importante soporte para la socioeconomía y seguridad alimentaria del Ecuador (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], s.f). Este cultivo le otorga fuentes de ingresos a los pequeños agricultores y es alimento para familias rurales y urbanas. La mayor parte de los cultivos provienen de los huertos familiares o también utilizados para sombra de otros cultivos de la zona como el cacao y café (Chang, 1998).

La planta del plátano figura como cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, maíz y trigo en valor bruto. Es considerado por los ecuatorianos un producto básico en la alimentación y exportación, además le concede al Ecuador fuentes de trabajo e ingresos (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación [FAO], 2004).

2.1.1 Clasificación taxonómica.

Para Nadal, Manzo, Orozco, Orozco y Guzmán. “los bananos y los plátanos son monocotiledóneas de porte alto, originadas de cruza intra e interespecíficas entre *Musa acuminata* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B) que pertenecen a la familia *Musaceae*” (2009, p.1).

De acuerdo con Simmonds (1970), la clasificación taxonómica del plátano es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del plátano.

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

Fuente: Simmonds, 1970.

Elaborado por: El Autor

2.1.2 Plátano barraganete.

El plátano barraganete se cosecha mayormente en el reconocido “triángulo platanero” que está constituido por Santo Domingo de Los Tsáchilas, Los Ríos y Manabí, siendo Manabí el mayor productor (INIAP, s.f). La mayor parte de esta variedad de plátano está destinada a la exportación, llegando en el 2017 a exportarse 171 mil toneladas (Sistema de Información Pública Agropecuaria [SIPA], 2020).

El barraganete es demandado por la población norteamericana y europea debido a la migración existente desde Centro y Sur América hacia estos territorios, siendo Estados Unidos el mayor comprador de plátano barraganete ecuatoriano con el 69 % de la producción total (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2017).

El barraganete tiene como características físicas ser un fruto alargado de cáscara gruesa, no es un plátano que se especializa en términos de productividad ya que su racimo es de bajo rendimiento con no más de cuatro manos, que se representan en un rango de entre 25 y 30 dedos (Morales, 2010).

2.1.3 Plátano dominico.

Esta es otra variedad explotada en el “triángulo platanero” que se destina principalmente para el consumo local (INIAP, s.f). Esta variedad de plátano es la preferida por la cocina ecuatoriana debido a sus características de suavidad que aportan para la elaboración de los platillos tradicionales de la costa ecuatoriana (El Comercio, 2011).

El plátano dominico es caracterizado y conocido porque su producción de manos y dedos es mayor por racimo en comparación de plátano barraganete, llegando a tener un peso superior de 30 kilogramos, fácilmente (Morales, 2010). Su calibración es diferente con relación al plátano barraganete, ya que éstos son de mediano tamaño y calibre (Delgadillo, 2014).

2.2 El plátano y la utilización poscosecha

Este fruto verde deshidratado se puede transformar en harina con diversas aplicaciones en la industria alimentaria, tratamiento que se ha realizado por décadas y que ha tomado fuerza en los últimos años por los consumidores celíacos (Encarnación y Salinas, 2017).

En la actualidad los *snacks* fritos tienen gran demanda en países como Ecuador y Colombia y debido a la producción de plátano en estos países se utiliza este fruto para las frituras (Martínez, Castellanos y Bravo, 2015).

El plátano es un alimento versátil que tiene como componente principal el almidón, que se encuentra mayormente en el fruto inmaduro y puede servir como una alternativa de espesante o gelificante en la industria alimentaria (Bello, Contreras, Romero, Solorza y Jiménez, 2002).

Las enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad están relacionadas directamente con el consumo excesivo de calorías las cuales

mayormente provienen de la sacarosa, razón por la cual se han buscado alternativas edulcorantes que no alteren el sabor de los alimentos con bajo aporte calórico y es aquí donde interviene el plátano, del cual se está extrayendo la fructuosa para sustituir la del jarabe de maíz (Hernández, Rodríguez y Bello, 2008).

2.3 Respiración

La respiración es el proceso por medio del cual todos los órganos de las plantas forman, a partir de carbohidratos y otros substratos, compuestos de alta energía (ATP) y alto poder reductor que son utilizados para las reacciones del metabolismo esencial necesarias para el crecimiento y desarrollo (Villamizar, 1984).

Las frutas frescas al igual que el hombre, animales y otros organismos vivos necesitan del proceso de la respiración con el fin de obtener energía para mantener la vida; el proceso de respiración se basa en la absorción de oxígeno de la atmósfera y exhalando dióxido de carbono (FAO, 1987).

El inicio de la maduración de los frutos está relacionado con un importante aumento de la actividad respiratoria y de la biosíntesis de etileno, todos los frutos, como seres vivos que son, respiran y transpiran, no solo durante su fase de desarrollo en la planta, sino también durante la maduración y senescencia una vez recolectadas (Fisiología de la maduración, s.f.).

2.4 Frutas climatéricas y no climatéricas

Las frutas se dividen en dos grupos:

a) Frutas climatéricas:

Son aquellas frutas que una vez alcanzada su madurez fisiológica pueden ser retiradas de la planta y su proceso de maduración continua hasta llegar a la senescencia ya que la producción natural de

etileno en estos frutos es alta y su actividad respiratoria aumenta, por ejemplo: plátano, banano, papaya, mango (Kader, 2016).

b) Frutas no climatéricas:

Estas frutas son todo lo contrario a las climatéricas, sus frutos no pueden ser cosechados de la planta hasta que alcancen el nivel de madurez adecuado ya que una vez que se retiran, su proceso de maduración se detiene y su productividad de etileno tan solo puede servir para el proceso de desverdización, es decir produce poco etileno porque la actividad respiratoria no aumenta; por ejemplo: frutos cítricos (naranja, limón, toronja), piña, tomate de árbol, fresas, uvas, entre otros (Martínez, et al., 2017).

2.4 Métodos de maduración de frutas

Existen diversos métodos de maduración para los frutos climatéricos, el objetivo principal de estos métodos es tener un acelerador del proceso en parámetros controlables y así obtener un índice de madurez adecuado para la agroindustria (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” [CENTA], 2018).

Los parámetros importantes para controlar estos sistemas son la temperatura y la humedad relativa; la temperatura puede aumentar o disminuir la actividad de la hormona vegetal “etileno”, mientras que la humedad relativa manteniéndola mayor al 90 % evita la deshidratación del fruto (Marrero, 2017). La baja humedad relativa en los sistemas de maduración puede causar una pérdida en los pesos de hasta 1.25 % del peso inicial (Thompson, 2016).

2.4.1 El etileno.

El etileno o también llamado eteno es una hormona vegetal causante de los diferentes procesos moleculares, fisiológicos, químicos y físicos de la maduración de frutos climatéricos (Balaguera, Salamanca, García y Herrera,

2014). Por su parte, Reid (2016) describe al etileno como un gas simple que está compuesto por dos átomos de carbono unidos por un doble enlace y cuatro átomos de hidrógeno.

2.4.1.1 Características del etileno.

En cuanto a las características del etileno, Cerezo (2017), menciona:

Tabla 2. Características del etileno.

Fórmula molecular	C ₂ H ₄
Fórmula condensada	CH ₂ =CH ₂
Masa molar	28.05 g/mol
Denominación de la IUPAC	Ethene
Punto de Ebullición	-103.7 °C
Densidad	1.18 kg/m ³

Fuente: Cerezo, 2017

Elaborado por: El Autor.

2.4.2 El etefón.

El ácido – 2 cloroetil – fosfónico o etefón, es un líquido que se comercializa con el nombre de Ethrel y se encuentra clasificado como un regulador de crecimiento, usado principalmente como un agente madurador de frutos climatéricos, aunque también se emplea en ciertos cultivos como la piña para la inducción de flores anticipada y para contenido de sacarosa en la caña de azúcar (Bayer, 2020).

2.4.2.1 Características del etefón.

En cuanto a las características del etefón, Protecín (2016), menciona:

Tabla 3. Características del etefón.

Fórmula molecular	C ₂ H ₆ ClO ₃ P
Masa molar	144.5 g/mol
Densidad	1.41 g/cm ³
Clasificación	Fitohormona
Solubilidad en agua	123.9 g/100 ml a 23 °C

Fuente: Protecín, 2016

Elaborado por: El Autor.

2.4.3 Cambios organolépticos debido al proceso de maduración.

2.4.3.1 Cambio de color.

Los cloroplastos contenidos por las células del plátano entran en un proceso que termina con las clorofilas (Coro, 2017); Asimismo, indica que este acontecimiento da a luz a otros pigmentos existentes, como β -caroteno y licopeno. Sumado a esto, la maduración involucra la síntesis de otros pigmentos como las antocianinas que causan el cambio de color en el fruto, dejando atrás la vida verde (FAO, 2000).

Von Loesecke (1950) estipuló una tabla de maduración para así determinar el grado de madurez del fruto y se presenta a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Índice de maduración.

Grado	Color	Descripción
1	Verde oscuro (VO)	Verde intenso y uniforme.
2	Verde claro (VC)	Verde con trazas ligeras amarillas.
3	Amarillo – verde (AV)	Más amarillo que verde.
4	Amarillo (A)	Totalmente amarillo.
5	Muy amarillo (MA)	Amarillo con trazas oscuras.

Fuente: Von Loesecke, 1950

Elaborado por: El Autor.

2.4.3.2 Alteraciones en el sabor y aroma.

De acuerdo a la FAO (2000), se generan cambios, a medida que avanza el proceso de maduración, en la acidez, astringencia y en el dulzor de la fruta debido a la respiración que da paso a una oxidación de compuestos de reserva como el almidón del fruto; convirtiéndose en compuestos sencillos tales como los azúcares y ácidos orgánicos; en este mismo proceso de catabolismo se generan compuestos volátiles, los cuales le otorgan el aroma al plátano maduro (FAO, 2000).

2.4.3.3 Cambios en la textura.

Hernández y Bedoya mencionan que “por acción del etileno se activan una serie de enzimas hidrolíticas (poligalacturonasa y celulasa), que rompen los enlaces entre los polisacáridos de la pared” (2014, p. 6). Esto explica el cambio en la textura del plátano cuando éste se somete a un proceso de maduración exógeno, pasando de textura firme a una más blanda (Hernández y Bedoya, 2014).

2.5 Cambios físicos y químicos debido al proceso de maduración

Las características físico y químicas del plátano en estado verde varían acorde va avanzando el proceso de maduración; las variables humedad, cenizas, carbohidratos, proteínas, grasas y fibra cambian debido al proceso fisiológico durante los tratamientos (Quiceno, Giraldo y Villamizar, 2014).

Por ejemplo, en el estudio realizado por Chen y Ramaswamy (2002) estas variables presentaron valores de 66.2 % humedad, 0.3 % de grasa, 1.3 % de proteína, 1.1 % de fibra, 0.8 % de cenizas y 30.7 % carbohidratos.

A medida que transcurre el proceso de maduración del plátano va aumentando el nivel de sólidos solubles o también llamados “grados Brix”, su comportamiento va desde los 2 ° Brix hasta los 30 ° Brix; este aumento se

debe a la desintegración de los almidones, los cuales acumulan glucosa, fructuosa y sacarosa (Barrera, Arrazola y Cayón, 2010).

El pH se presenta como una variable importante que también demuestra los cambios significativos que ocurren durante el proceso de maduración; el pH disminuye, es decir, se torna ácido a lo largo de los tratamientos (InfoAgro, s. f.). Experimentos realizados justifican la disminución del pH desde el estado verde al estado maduro debido a la mayor participación de ácido málico (Quiceno, Giraldo y Villamizar, 2014).

2.6 Índice de beneficio/costo

El análisis de beneficio/costo es utilizado para la toma de decisiones empresariales. El mismo funciona para hacer una comparación entre beneficios y costos de algún proyecto en proceso y poder establecer si es o no viable. Para determinar el beneficio/costo se debe realizar la suma de todos los beneficios sobre la suma de todos los costos (Salazar, 2017).

El resultado de esta división determinará si el proyecto es viable, no tiene ganancias o no es viable de acuerdo con (ESAN Graduate School of Business, 2017):

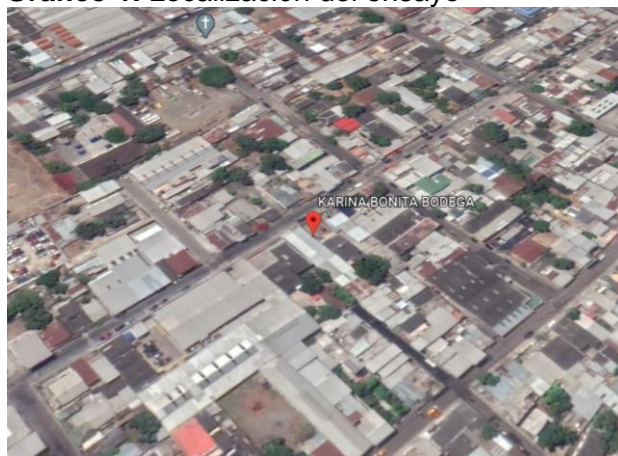
- Si B/C es mayor a 1, el proyecto es rentable.
- Si B/C es igual a 1, el proyecto no tiene ganancias.
- Si B/C es menor a 1, el proyecto no es rentable.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

El Trabajo de Titulación se llevó a cabo durante los meses de mayo, junio y julio del 2021, en la Empresa de maduración Karina Bonita, ubicado en la ciudad de Guayaquil, sus coordenadas 2°09'18.0" S y 79°56'06.4" W.

Gráfico 1. Localización del ensayo



Fuente: Google Earth (2021).

3.1.1 Condiciones climáticas de la zona.

En el cantón Guayaquil, con una elevación de 4.02 msnm, en la temporada de lluvias el territorio es caluroso, opresivo, con niveles altos de humedad y nublado y en la temporada seca es caluroso, fatigoso y parcialmente nublado. A lo largo del año la temperatura está en un rango de 20 y 32 °C y en pocas ocasiones se sitúa por debajo de los 19 °C o por encima de 34 °C. Existen variaciones en la precipitación desde el mes de enero en bajas cantidades y aumenta a 199 mm en febrero, mientras que en agosto disminuye a 1 mm (Weather Spark, 2021).

3.2 Insumos, equipos, materiales y reactivos

3.2.1 Insumos.

- Plátano barraganete
- Plátano dominico

3.2.2 Equipos.

- Refractómetro
- Termómetro digital
- Cámaras de maduración con paneles de poliuretano.
- Cuchillo curvo
- Higrómetro
- pHmetro

3.2.3 Materiales.

- Gavetas plásticas
- Coches metálicos de movilización
- Fundas plásticas
- Atomizador

3.2.4 Reactivos.

- Etileno
- Etefón

3.3 Metodología

3.3.1 Proceso de maduración utilizando etileno.

Marrero (2017), indica que en la maduración artificial se trata de acelerar ciertos procesos que van relacionados directamente con la hormona vegetal llamada etileno, donde se adicionará de manera exógena este gas en condiciones controladas tales como: temperatura, composición atmosférica y humedad relativa, para tener como resultado un proceso de maduración artificial corto, homogéneo en apariencia y estado de madurez; también menciona las siguientes pautas para un proceso de maduración eficaz (Marrero, 2017):

1. Recepción: es importante identificar el estado de madurez fisiológico de la fruta, la selección inicial de la fruta ya que esto

influye directamente en el resultado. Su recepción únicamente debe darse si la fruta tiene máximo un día de haber sido cosechado.

2. Ventilado: la fruta se introduce en las cámaras herméticas donde se hará la acción de ventilado para nivelar la temperatura de la fruta y que su proceso de maduración sea homogéneo.
3. Gasificación: se cierra herméticamente la cámara y se inyecta el etileno donde se dejará actuar entre 12 y 48 horas según Marrero (2017). Controlando que la temperatura no sea menor a 25 °C ni mayor a 30 °C con una humedad relativa mayor al 90 %.
4. Ventilado: se realiza la apertura de las puertas de la cámara y se realiza nuevamente la acción de ventilado por 15 minutos para retirar el exceso de etileno.
5. Almacenado: la fruta pasa a cámaras de frío donde la temperatura oscila entre 14 y 18 °C, el tratamiento térmico ayudará en la consistencia de la almendra de la fruta y en la desverdización de la fruta.
6. Despacho: el despacho de la fruta debe ser en base a los requerimientos del destino las cuales se determinarán por el grado de maduración. Se toma en cuenta la logística ya que el cuidado de la fruta debe ser mayor debido a que la fruta madurada es más propensa a daños por golpes (Marrero, 2017).

3.3.2 Proceso de maduración utilizando etefón.

Según Ordoñez y Castillo (2005) este proceso es una alternativa que ofrece a los pequeños productores un método tecnológico de bajo costo que les permitirá un proceso de maduración de plátano rápida y homogénea sin riesgo de baja calidad. Los mismos autores dan pautas para un proceso de maduración eficaz que están descritas a continuación:

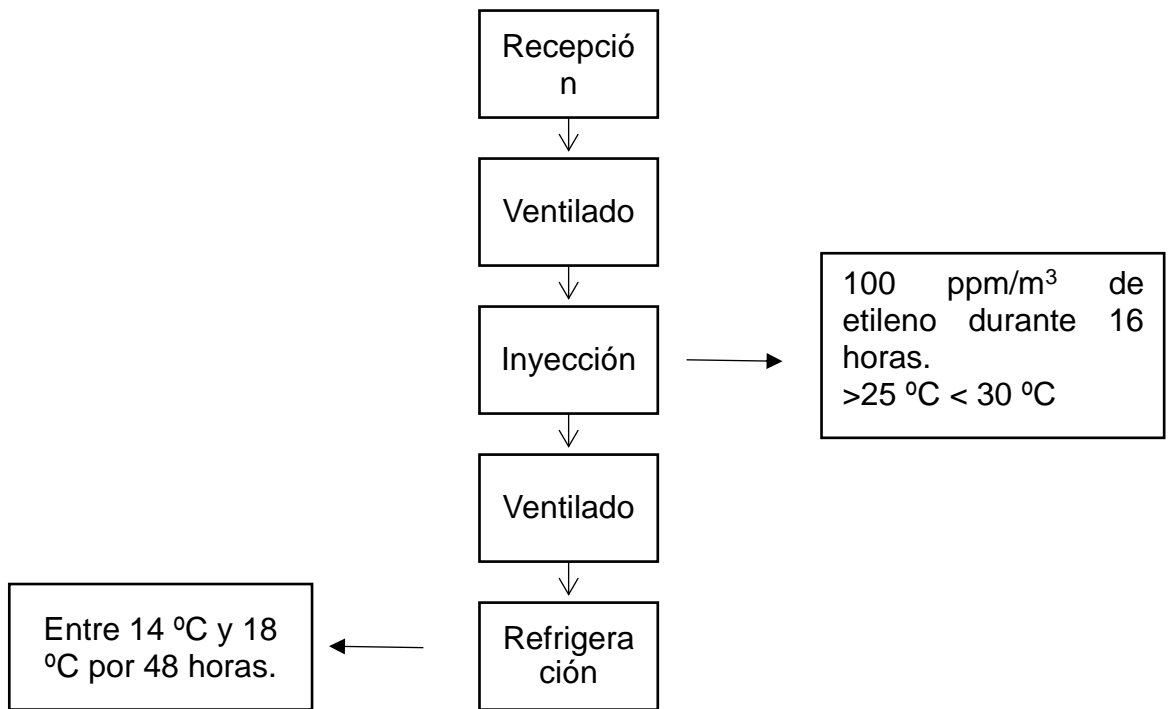
1. Recepción: identificar el estado de madurez fisiológico de la fruta, la selección inicial influye directamente en el resultado. Su

recepción únicamente debe darse si la fruta tiene máximo un día de haber sido cosechado.

2. Disolución: se diluye el ácido 2 cloroetil – fosfónico o etefón según las especificaciones del proveedor en agua y se almacena en una fumigadora de mochila.
3. Atomizado: se rocía el etefón por todo el volumen de fruta y se deja actuar.
4. Almacenado: la fruta será almacenada al aire libre sin requerimientos extras.
5. Despacho: el despacho de la fruta debe ser en base a los requerimientos del destino las cuales se determinarán por el grado de maduración. Se toma en cuenta la logística ya que el cuidado de la fruta debe ser mayor debido a que la fruta madurada es más propensa a daños por golpes (Ordoñez y Castillo, 2004).

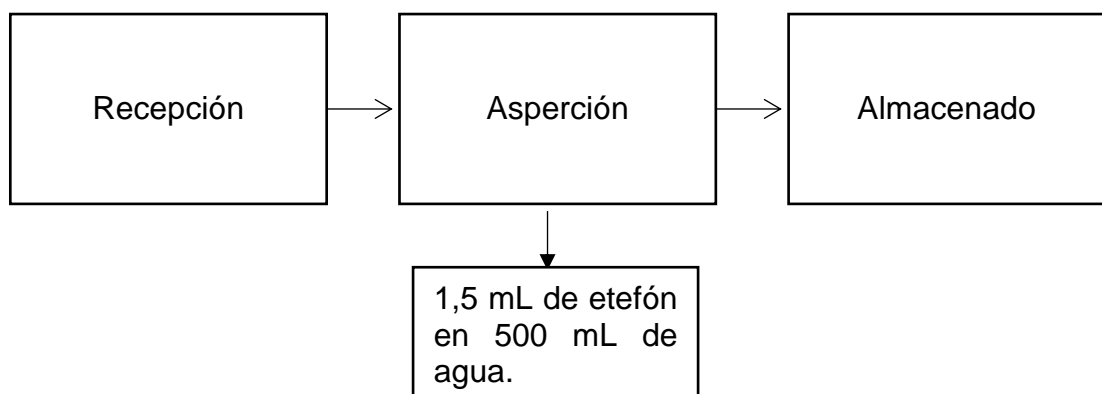
Se experimentaron dos métodos de maduración en dos variedades de plátano las cuales se describen en los siguientes gráficos:

Gráfico 2. Método de maduración con etileno en plátano barraganete y dominico.



Elaborado por: El Autor.

Gráfico 3. Método de maduración con etefón en plátano barraganete y dominico.



Elaborado por: El Autor.

3.4 Cantidades de etileno y etefón utilizados

Para la maduración de las variedades de plátano se utilizaron las cantidades de los reactivos recomendadas por los proveedores.

3.4.1 Etefón.

Para el trabajo de titulación se utilizó Cerone 720 E, cuyo componente activo es el Etephon. Agripac recomienda utilizar 3 mL³ para 1 litro de agua, por lo tanto, se utilizó 1.5 mL³ para 500 mL de agua y por medio de un atomizador se realizó la aspersión.

3.4.2 Etileno.

Marrero (2017) recomienda aplicar 100 ppm de etileno (mL de etileno puro/m³), tomando en cuenta el metraje cúbico de la cámara y de la fruta introducida, es decir que la diferencia entre estos dos valores dará como resultado el espacio libre, el cual se usó como referencia para la inyección del gas.

3.5 Tipo de investigación

De acuerdo con el alcance, se planteó una investigación experimental, cuantitativa y correlacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.5.1 Investigación experimental.

Arias (2012) menciona que “la investigación experimental está conformada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver” (p. 34).

3.5.2 Investigación cuantitativa.

La investigación cuantitativa se basa en la recolección y análisis de datos numéricos, para así poder identificar tendencias, determinar promedios, realizar predicciones, comprobar relaciones y finalmente tener

resultados generales de poblaciones para la formulación de hipótesis (Rodríguez, 2021).

3.5.3 Investigación correlacional.

Cancela, Cea, Galindo, y Valilla con respecto a los estudios correlacionales mencionan que “comprenden aquellos estudios interesados en describir o aclarar las relaciones existentes entre las variables más significativas, mediante el uso de los coeficientes de correlación; estos, son indicadores matemáticos que aportan información sobre el grado, intensidad y dirección de la relación entre variables” (2010, p. 8).

3.6 Factores de estudio

Los factores en estudio fueron:

- Dos variedades de plátano: barraganete y dominico.
- Dos tratamientos de maduración: etileno (T1) y etefón (T2).

En la Tabla 5 se presentan los factores de estudio de la investigación:

Tabla 5. Factores de estudio

Factores	Variedad	Simbología
A	Plátano barraganete	Var 1
	Plátano dominico	Var 2
B	Etefón	T1
	Etileno	T2

Elaborado por: El Autor.

En la Tabla 6 se presentan las interacciones entre los factores:

Tabla 6. Interacciones del estudio.

Interacciones	
1	Var1T1
2	Var1T2
3	Var2T1
4	Var2T2

Elaborado por: El Autor.

3.7 Diseño Experimental

El diseño experimental corresponde a un factorial 2 x 2 y los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y cuando se encontraron diferencias entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando *InfoStat*.

3.8 Caracterización física, química y sensorial del plátano.

En el Trabajo de Titulación se realizaron caracterizaciones físicas, químicas y sensoriales de las dos variedades de plátano que fueron sometidas a los dos métodos de maduración para así determinar si hubo diferencias en los métodos; estas caracterizaciones se llevaron a cabo en el fruto antes, durante y después del proceso.

3.8.1 Caracterización física.

Se realizó la caracterización física del fruto siguiendo las pautas dadas por Martínez y Bermúdez (2016) las cuales se explican a continuación:

3.8.1.1 Pesaje del fruto.

Se realizó el pesaje del fruto completo (dedo) para luego realizar comparaciones.

3.8.1.2 Grados Brix.

Se tomaron muestras de la pulpa de la fruta para luego, por medio de un refractómetro con escala de 0 a 90 %, determinar los grados brix de la fruta en madurez fisiológica, durante y después del proceso de maduración para realizar las comparaciones en las variaciones de los grados brix.

3.8.1.3 Potencial de Hidrógeno (pH).

Se tomaron muestras de la pulpa de la fruta para con la ayuda de un pH metro determinar su pH y realizar las comparaciones de las variaciones a lo largo del proceso de maduración.

3.8.1.4 Calibración de la fruta.

Se tomaron las medidas de longitud y diámetro del fruto a lo largo del proceso para posteriormente realizar las comparaciones de las variaciones de las medidas.

3.8.2 Caracterización química.

Se realizaron procesos de caracterización química en el fruto antes, durante y después del proceso de maduración siguiendo las indicaciones de Quiceno, Giraldo y Villamizar (2014) tales como:

3.8.2.1 Proteínas.

Según la Norma Mexicana (1980) la metodología a seguir para la determinación de proteínas lleva el nombre de “Kjeldahl-Gunning” y está compuesto de tres etapas que son: digestión, destilación y valoración, las cuales tiene el fin de evaluar la cantidad de nitrógeno total de la muestra, en este caso el plátano, luego de ser digerida con ácido sulfúrico con la presencia del catalizador mercurio.

3.8.2.2 Fibra.

La Norma Mexicana (1978) presenta un fundamento que explica que el método para determinar el porcentaje de fibra cruda se basa en una exposición de la muestra a una digestión alcalina y ácida dejando como

residuo una mezcla de fibra cruda y sales que mediante un proceso de calcinación da el resultado de la fibra cruda.

3.8.2.3 Carbohidratos.

La determinación de carbohidratos totales se realiza mediante espectrofotometría UV (método de fenol-sulfúrico) este método depende de la deshidratación de sacáridos derivados de hidrolizados a furfural, producto del proceso de reacción (Cristancho y Monroy, 2014).

3.8.2.4 Humedad.

Este método consiste en llevar una muestra del alimento a la estufa por cuatro horas a 105 °C para determinar el peso inicial luego se repite el mismo proceso, pero se pesa cada media hora hasta que se vuelva constante finalmente se determina la humedad por la diferencia entre el peso inicial y el peso final (FAO, 1993).

3.8.3 Caracterización Sensorial.

Se realizó la caracterización sensorial de acuerdo con lo establecido por Merchán y Ochoa (2016) otorgándole un rango de acuerdo a la escala de Likert, del uno al cinco a cada parámetro que en este caso son: color, olor y sabor. El plátano cocido fue evaluado por un panel semi-entrenado conformado por ocho personas. En la Tabla 7 se muestra como se realizó la evaluación:

Tabla 7. Evaluación sensorial.

COLOR				
1	2	3	4	5
No me gusta nada	Me disgusta un poco	No me gusta ni me disgusta	Me gusta un poco	Me gusta mucho
Observaciones:				
OLOR				
1	2	3	4	5
No me gusta nada	Me disgusta un poco	No me gusta ni me disgusta	Me gusta un poco	Me gusta mucho
Observaciones:				
SABOR				
1	2	3	4	5
No me gusta nada	Me disgusta un poco	No me gusta ni me disgusta	Me gusta un poco	Me gusta mucho
Observaciones:				

Elaborado por: El Autor.

3.9 Cronograma de actividades

De acuerdo con la planificación, el trabajo de titulación se realizó de acuerdo con el siguiente cronograma:

Tabla 8. Cronograma de Actividades

Experimentación	
Número de muestras de plátano dominico	200 dedos de plátano dominico
Número de muestras de plátano barraganete	200 dedos de plátano barraganete
Lugar de experimentación	Karina Bonita
Lugar de análisis químico	PROTAL E.P.
Fecha	Actividad
6/julio/2021	Inicio de proceso de maduración / primer análisis físico, químico y sensorial
7/julio/2021	Análisis sensorial y físico
8/julio/2021	Segundo análisis físico, químico y sensorial
9/julio/2021	Análisis sensorial y físico.
10/julio/2021	Tercer análisis físico, químico y sensorial

Elaborado por: El Autor

Se adjunta la cotización de “Laboratorio de análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL E.P” donde se realizaron los análisis químicos del trabajo de titulación (Ver Anexo 20)

3.10 Índice de beneficio/costo

Se realizaron los cálculos para la determinación de beneficio/costo según la fórmula especificada por ESAN Graduate School of Business, 2017.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el desarrollo del experimento y las variables evaluadas, los resultados encontrados fueron los siguientes:

4.1 Muestras iniciales

Al mencionar de muestras iniciales se hace referencia a aquellas muestras que no fueron tratadas con ningún tipo de agente químico y fueron utilizadas para establecer la caracterización física y química en estado verde del fruto para luego realizar la comparación en el estado maduro de la fruta.

Se presentan a continuación en la Tabla 9 los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla 9. Resultados de pruebas físicas de plátano barraganete.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2 ^o	5.93

Elaborado por: El Autor.

Tabla 10. Resultados de pruebas físicas de plátano dominico.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2 ^o	5.78

Elaborado por: El Autor.

Estos resultados que provienen de las muestras iniciales coinciden con los valores expuestos por Barrera, Arrazola y Cayón (2010) donde expresan que el grado 1 de madurez tiene 2^o Brix.

Las muestras de plátano barraganete y dominico iniciales, también fueron llevadas al laboratorio PROTAL donde se le realizaron las pruebas de: fibra cruda, proteína, grasa, carbohidratos por diferencia, cenizas y humedad en la Tabla 11 y 12 se muestran los resultados:

Tabla 11. Resultados de muestras iniciales de plátano barraganete.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.13	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.56	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.33	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	37.86	---	Cálculo
Cenizas	%	0.93	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	59.32	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

Tabla 12. Resultados de muestras iniciales de plátano dominico.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.16	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.65	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.20	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	36.37	---	Cálculo
Cenizas	%	0.86	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	60.92	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

Cabe resaltar que las muestras analizadas provienen de dos variedades de plátano diferentes, pero aun así presentan valores cercanos entre sí; además, presentan proximidad y similitud con los encontrados por Chen y Ramaswamy (2002) donde presentan 66.2 % de humedad, 0.3 % de grasa, 1.3 % de proteína, 1.1 % de fibra, 0.8 % de cenizas y 30.7 % carbohidratos.

4.2 Días de maduración

4.2.1 Plátano barraganete tratado con etefón.

El plátano barraganete madurado con etefón presentó cambios significativos en su desverdización alcanzando el grado 3 de la tabla de madurez al segundo día de tratamiento y el grado 5 de madurez al tercer día de tratamiento.

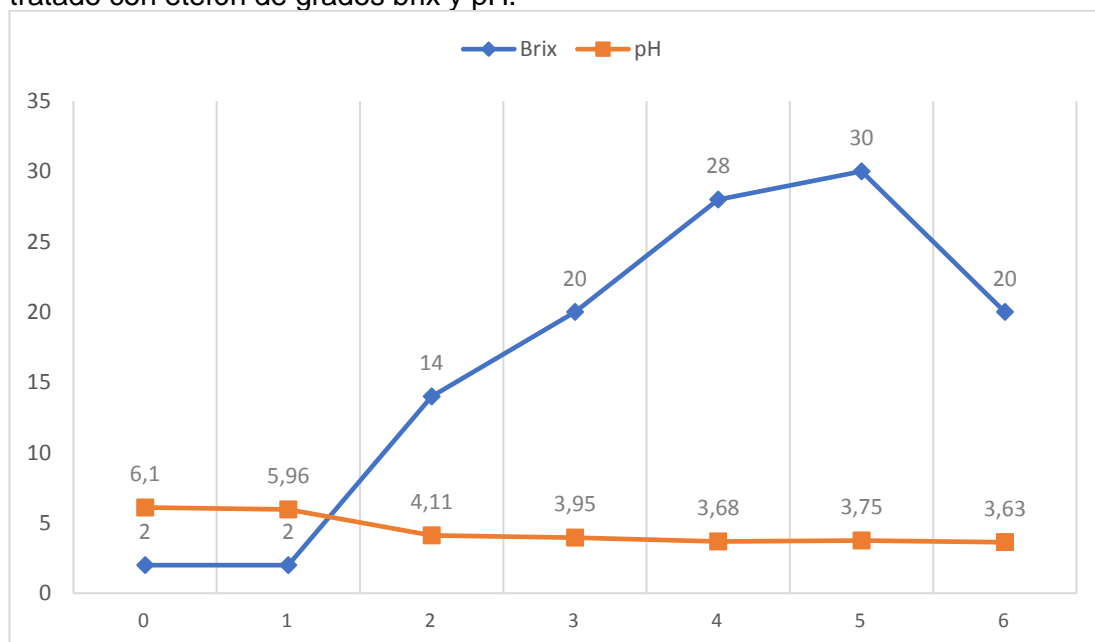
A continuación, en la Tabla 13 se detallan los valores de sólidos solubles y pH a lo largo del tratamiento:

Tabla 13. Resultados de pruebas físicas de plátano barraganete tratado con etefón.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2°	6.10
1	2°	5.96
2	14°	4.11
3	20°	3.95
4	28°	3.68
5	30°	3.75
6	20°	3.63

Elaborado por: El Autor.

Gráfico 4. Cambios físicos durante el proceso de maduración del barraganete tratado con etefón de grados brix y pH.



Elaborado por: El Autor.

En la Tabla 13 se puede observar la disminución del pH y el aumento de la cantidad de grados brix presentes en las muestras de plátano barraganete tratado con etefón demostrando que el método aplicado acelera la maduración del plátano barraganete pudiendo ser utilizado a nivel agroindustrial en cualquier etapa de su proceso de maduración.

En la experimentación se muestra una disminución progresiva en el pH del plátano barraganete que coincide con lo expuesto por InfoAgro (s.f.) y también es mencionado en la investigación de Quiceno, Giraldo y Villamizar (2014), donde se explica que es debido al aumento de contenido de ácido málico.

A continuación, en la Tabla 14 se muestran los resultados de las pruebas químicas del plátano ya maduro, que fueron realizadas en el laboratorio:

Tabla 14. Resultados de pruebas químicas de plátano barraganete tratado con etefón.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.10	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.98	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.15	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	36.62	---	Calculo
Cenizas	%	0.83	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	60.42	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

Realizando una comparación entre los resultados de las pruebas de laboratorio iniciales se observa un ligero aumento en el porcentaje de humedad debido a la misma disolución de etefón con agua, que lleva la

humedad relativa hasta el 96 % y coincide con lo expresado por Marrero (2017).

4.2.2 Plátano dominico tratado con etefón.

La variedad de plátano dominico tratado con etefón presentó cambios significativos en su desverdización durante el proceso alcanzando el grado 3 de la tabla de madurez al segundo día y el grado 5 de madurez al tercer día al igual que el plátano barraganete.

A continuación, en la Tabla 15 se detallan los valores de sólidos solubles y pH a lo largo del tratamiento:

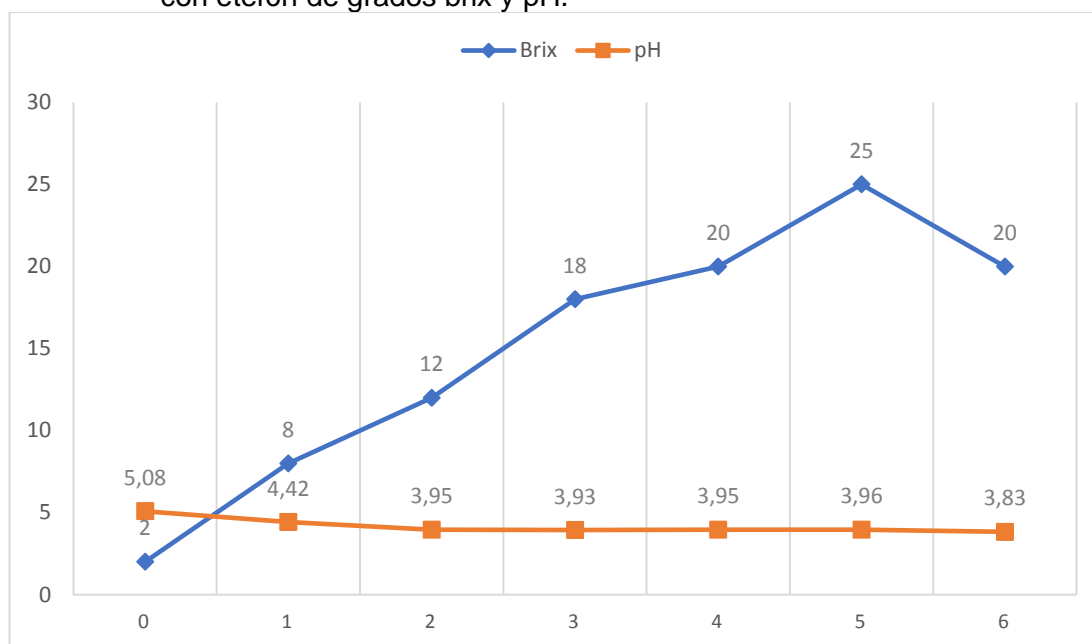
Tabla 15. Resultados de pruebas físicas de plátano dominico tratado con etefón.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2°	5.08
1	8°	4.42
2	12°	3.95
3	18°	3.93
4	20°	3.95
5	25°	3.96
6	20°	3.83

Elaborado por: El Autor.

Al igual que en plátano barraganete, esta variedad muestra variaciones en los sólidos solubles y pH por el proceso de maduración producto de los cambios que se dan en la acidez y dulzor debido a la oxidación de compuestos de reserva de almidón del fruto (FAO, 2000). Esto explica el aumento de los grados Brix y la disminución del pH.

Gráfico 5. Cambios físicos durante el proceso de maduración del dominico tratado con etefón de grados brix y pH.



Elaborado por: El Autor.

A continuación, en la Tabla 16 se muestran los resultados de las pruebas químicas del plátano maduro que fueron realizadas en el laboratorio:

Tabla 16. Resultados de pruebas químicas de plátano dominico tratado con etefón.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.01	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.56	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.19	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	34.16	---	Calculo
Cenizas	%	0.75	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	63.34	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

Comparando con los resultados de las pruebas de laboratorio iniciales se observa un aumento en el porcentaje de humedad de 60.92 % a 63.34 % debido a la misma disolución de etefón con agua, que lleva la humedad relativa hasta el 96 % y coincide con lo expresado por Marrero (2017).

4.2.3 Plátano barraganete tratado con etileno.

Esta metodología dio como resultado un proceso de maduración homogéneo con mayor control, ya que el tratamiento mantiene temperaturas que oscilan los 14 y 18 °C que permiten una prolongación de tiempo a los grados de madurez en caso de requerirlo.

En la Tabla 17 se detallan los valores de sólidos solubles y pH durante el tratamiento:

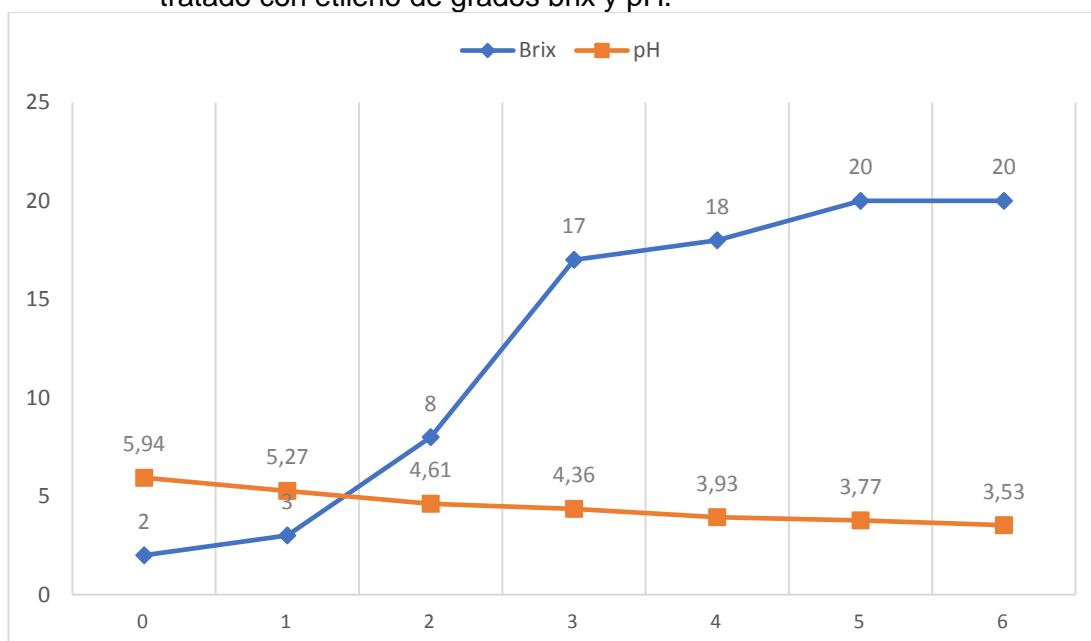
Tabla 17. Resultados de pruebas físicas de plátano barraganete tratado con etileno.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2°	5.94
1	3°	5.27
2	8°	4.61
3	17°	4.36
4	18°	3.93
5	20°	3.77
6	20°	3.53

Elaborado por: El Autor.

Este tratamiento presentó el mismo comportamiento que los anteriores, demostrando que los procesos de maduración son efectivos, agilizando el cambio en los estados de madurez del fruto, concordando nuevamente con lo expuesto por la FAO (2000) sobre los cambios que se dan en el dulzor y la acidez de las frutas.

Gráfico 6. Cambios físicos durante el proceso de maduración del barraganete tratado con etileno de grados brix y pH.



Elaborado por: El Autor.

A continuación, en la Tabla 18 se muestran los resultados de las pruebas químicas del plátano ya maduro, que fueron realizadas en el laboratorio:

Tabla 18. Resultados de pruebas químicas de plátano barraganete tratado con etileno.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.14	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.50	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.26	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	35.83	---	Calculo
Cenizas	%	0.83	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	61.58	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

En este tratamiento se observa una ligera variación en el porcentaje de humedad comparando los resultados iniciales con los finales, pasando de 59.32 % a 61.58 % debido al control de humedad relativa que se mantuvo a 96 % para evitar la deshidratación y la pérdida de peso del fruto (Marrero, 2017).

4.2.4 Plátano dominico tratado con etileno.

Al igual que en el plátano barraganete la metodología aplicada dio como resultado un proceso de maduración homogéneo y de mayor control, ya que el tratamiento con temperaturas que oscilan los 14 y 18 °C que permiten una prolongación de tiempo a los grados de madurez en caso de requerirlo.

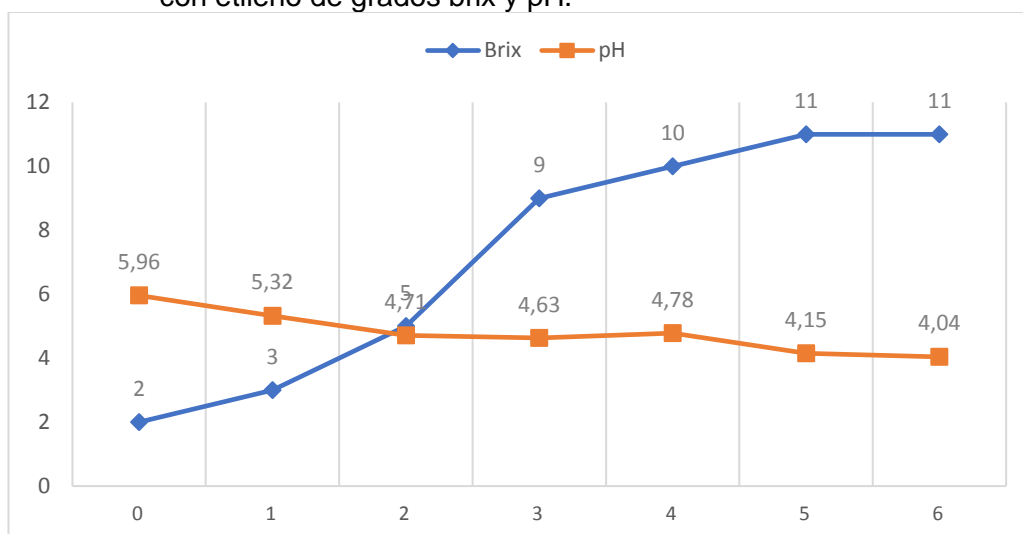
En la Tabla 19 se detallan los valores de sólidos solubles y pH durante el tratamiento:

Tabla 19. Resultados de pruebas físicas de plátano dominico tratado con etileno.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2°	5.96
1	3°	5.32
2	5°	4.71
3	9°	4.63
4	10°	4.78
5	11°	4.15
6	11°	4.04

Elaborado por: El Autor.

Gráfico 7. Cambios físicos durante el proceso de maduración del dominico tratado con etileno de grados brix y pH.



Elaborado por: El Autor.

A continuación, en la Tabla 20 se muestran los resultados de las pruebas químicas del plátano ya maduro que fueron realizadas en el laboratorio:

Tabla 20. Resultados de pruebas químicas de plátano dominico tratado con etileno.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.22	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.38	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.30	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	34.86	---	Cálculo
Cenizas	%	0.68	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	62.78	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

Se puede determinar que el control de humedad relativa es importante para evitar la pérdida de peso del fruto producto de la deshidratación en este caso se ve una diferencia de 1.86 % mayor frente a las muestras iniciales debido al control por medio de la humidificación de las cámaras de gas, llevando así la humedad relativa mayor al 90 % (Marrero, 2017).

4.2.5 Muestras barraganete testigo.

Al mencionar las muestras testigo se hace referencia a aquellas muestras de plátano barraganete y plátano dominico que no fueron tratadas con ningún tipo de agente químico ni exógeno, se maduraron a temperatura ambiente y en iguales condiciones, estas muestras sirvieron para la comparación posterior entre los tratamientos de maduración.

Como resultado se observó que su maduración no fue homogénea, la fruta presentó envejecimiento y deshidratación a plena vista, su vida verde fue más larga en comparación con la fruta que fue sometida a los tratamientos de maduración.

Al cuarto día de proceso, presentó un dedo de 48 en grado cinco, mientras que otros siete se encontraban en grado tres de maduración. Mientras avanzaba el proceso de maduración natural los primeros dedos en llegar al grado 5 de madurez se acercaban a la senescencia mientras otros seguían en estado verde.

En la Tabla 21 se presentan los valores de sólidos solubles a lo largo del proceso de los plátanos que presentaron progreso en su maduración:

Tabla 21. Resultados de pruebas físicas del tratamiento testigo.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2°	5.93
1	2°	5.95
2	2°	5.53
3	2°	5.24
4	7°	4.94
5	16°	4.02
6	20°	4.16

Elaborado por: El Autor.

Como se puede observar en la Tabla 21, los primeros tres días del proceso natural de maduración no muestran un cambio significativo, a partir del cuarto día en adelante de proceso existen aumentos significativos en los grados brix y en la disminución del pH.

De acuerdo con la información anterior la maduración no fue homogénea en este proceso se detallaron valores de sólidos solubles y pH en muestras que seguían en estado verde, mientras otras estaban maduras.

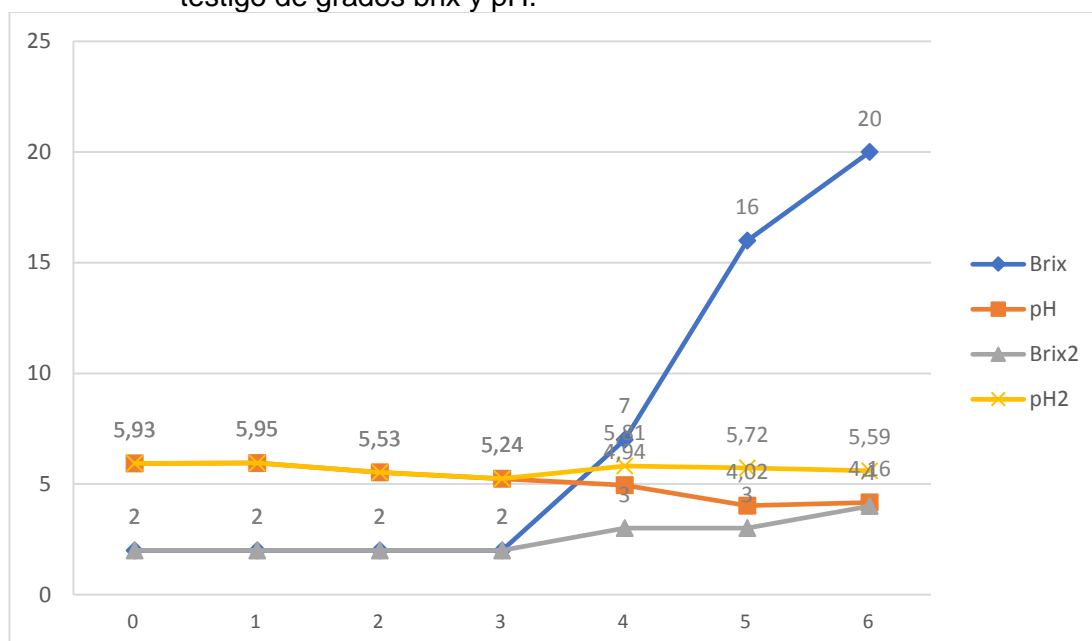
A continuación, en la Tabla 22 se detallan los resultados:

Tabla 22. Resultados pruebas físicas del tratamiento testigo con barraganete.

Día de tratamiento	Brix	pH
5	3°	5.72
6	4°	5.59

Elaborado por: El Autor.

Gráfico 8. Cambios físicos durante el proceso de maduración del barraganete testigo de grados brix y pH.



Elaborado por: El Autor.

Tabla 23. Resultados de pruebas químicas del tratamiento testigo con barraganete.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.16	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.24	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.07	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	41.70	---	Cálculo
Cenizas	%	0.84	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	56.15	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

A diferencia de las muestras que fueron sometidas a tratamientos de maduración estas presentan deshidratación por lo tanto perdieron peso a lo largo del proceso, coincidiendo con Thompson (2016) que explica que una

baja humedad relativa puede hacer que se pierda hasta 1.25 % del peso inicial.

4.2.6 Muestras dominico testigo.

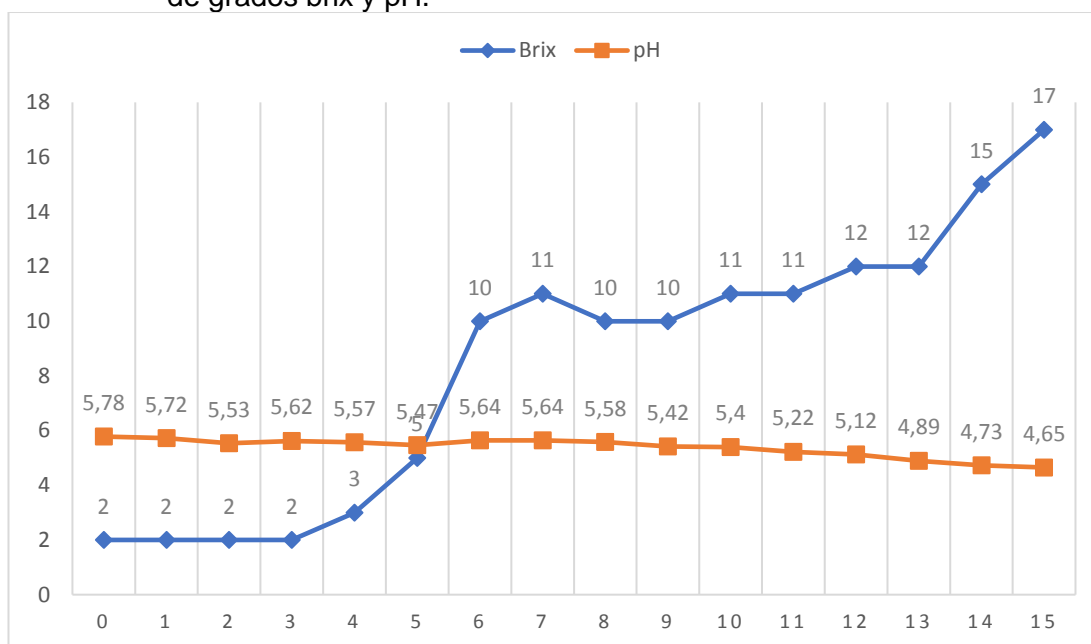
Al igual que el barraganete su maduración no fue homogénea y presentó envejecimiento, deshidratación y mayor retardo en el proceso de maduración, llegando hasta el treceavo día del proceso sin cambios significativos en su maduración, tan solo tres dedos se presentaron con grado de madurez 5 al día de proceso número quince. Las pruebas físicas realizadas demostraron que su proceso interno de maduración avanzaba lento, pero no había desverdización del fruto. El control en los sólidos solubles y sus niveles de pH a lo largo del proceso se muestran a continuación en la Tabla 24:

Tabla 24. Resultados pruebas físicas del tratamiento testigo con dominico.

Día de tratamiento	Brix	pH
0	2°	5.78
1	2°	5.72
2	2°	5.53
3	2°	5.62
4	3°	5.57
5	5°	5.47
6	10°	5.64
7	11°	5.64
8	10°	5.58
9	10°	5.42
10	11°	5.40
11	11°	5.22
12	12°	5.12
13	12°	4.89
14	15°	4.73
15	17°	4.65

Elaborado por: El Autor.

Gráfico 9. Cambios físicos durante el proceso de maduración del dominico testigo de grados brix y pH.



Elaborado por: El Autor.

A continuación, en la Tabla 25 se muestran los resultados de las pruebas químicas del tratamiento testigo con dominico:

Tabla 25. Resultados de pruebas químicas del tratamiento testigo con dominico.

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra cruda	%	0.11	---	AOAC 21st 978.10
Proteína	%	1.36	---	AOAC 21st 920.87
Grasa	%	0.11	---	AOAC 21st 2003.06
Carbohidratos por diferencia	%	39.07	---	Cálculo
Cenizas	%	0.88	---	NTE INEN 401:2013
Humedad	%	58.58	---	ISO 1026:1982

Elaborado por: El Autor.

Asimismo, en este tratamiento se presentó una disminución en la humedad por lo tanto pérdida de peso del fruto, también se puede observar como el fruto se deshidrató y envejeció en el Anexo 11 y coincide por lo explicado por Thompson (2016).

4.3 Análisis sensorial

Por medio del panel de degustación se obtuvieron los resultados promediados de plátano barraganete.

A continuación, en la Tabla 26 se muestran los valores obtenidos por cada tratamiento:

Tabla 26. Resultados sensoriales de plátano barraganete.

Parámetros	Trat. Etefón	Trat. Etileno	Trat. Testigo
Color	4.25	3.74	3.25
Olor	4.37	4.12	4
Sabor	4.5	4.12	4.5
Promedio	4.37	4	3.91

Elaborado por: El Autor.

Se puede observar que según los promedios de cada tratamiento los panelistas le otorgaron mejor calificación al plátano barraganete madurado con etefón.

El mismo panel de degustación valoró los plátanos dominicos con los diferentes tratamientos, los resultados se muestran a continuación, en la Tabla 27:

Tabla 27. Resultados sensoriales de plátano dominico.

Parámetros	Trat. Etefón	Trat. Etileno	Trat. Testigo
Color	3.5	3.12	2.75
Olor	3.5	3	2.62
Sabor	4	2.62	2.5
Promedio	3.66	2.91	2.62

Elaborado por: El Autor.

Al igual que en el plátano barraganete, los panelistas prefirieron los plátanos tratados con etefón.

4.4 Análisis de varianza

Se utilizó el paquete estadístico “*InfoStat*” con un error del 0.05 % para comparar los tratamientos aplicados en barraganete y dominico. Para el análisis se utilizaron los valores de sólidos solubles resultantes de las pruebas realizadas a diario desde el día uno al quince y se compararon únicamente entre las mismas variedades.

Se estableció la regla de decisión con las hipótesis establecidas en el presente trabajo de titulación. Si el p-valor es mayor al nivel de significación 0.05 se acepta la hipótesis nula o H_0 es decir que no hay diferencia entre tratamientos y si p-valor es menor al nivel de significación se rechaza la hipótesis nula, es decir que si hay diferencia entre tratamientos.

4.4.1 Análisis de varianza para plátano barraganete.

Una vez ingresados los datos al paquete estadístico, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 28:

Tabla 28. Análisis de varianza para plátano barraganete.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
brix	21	0,17	0,08	75,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	303,71	2	151,86	1,82	0,1900
tratamientos	303,71	2	151,86	1,82	0,1900
variedad	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	1498,86	18	83,27		
Total	1802,57	20			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,44854

Error: 83,2698 gl: 18

tratamientos Medias n E.E.

t3 7,29 7 3,45 A

t2 12,57 7 3,45 A

t1 16,57 7 3,45 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,44854

Error: 83,2698 gl: 18

variedad Medias n E.E.

barraganete 12,14 21 1,99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: InfoStat, 2021.

En el cuadro de análisis de la varianza el p-valor para el modelo y los tratamientos es de 0.1900, comparándolo con el nivel de significación de 0.05 es mayor; por lo tanto se acepta la hipótesis nula de acuerdo con la regla de decisión, es decir que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos.

4.4.2 Análisis de varianza para plátano dominico.

Una vez ingresados los datos al paquete estadístico, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 29:

Tabla 29. Análisis de varianza para plátano dominico.
Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
brix	21	0,47	0,41	62,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	465,81	2	232,90	7,93	0,0034
Variedad	0,00	0	0,00	sd	sd
tratamiento	465,81	2	232,90	7,93	0,0034
Error	528,86	18	29,38		
Total	994,67	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00000

Error: 29,3810 gl: 18

Variedad Medias n E.E.

dominico	8,67	21	1,18	A
----------	------	----	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,39448

Error: 29,3810 gl: 18

tratamiento Medias n E.E.

t3	3,71	7	2,05	A
----	------	---	------	---

t2	7,29	7	2,05	A
----	------	---	------	---

t1	15,00	7	2,05	B
----	-------	---	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: InfoStat, 2021.

En el cuadro de análisis de la varianza que el p-valor de modelo y tratamiento es de 0.0034 que es menor que el nivel de significación de 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, es decir que al menos un tratamiento es diferente y en este caso es el Tratamiento 1.

4.5 Índice de beneficio/costo de los tratamientos aplicados.

4.5.1 Índice de beneficio/costo para plátano barraganete y dominico tratado con etefón.

Se realizó un cálculo para el costo unitario por kilogramo de plátano tratado con etefón. Se consideraron valores como materia prima, insumos, variables directas e indirectas para el procesamiento de una gaveta de 20 kg.

En la Tabla 30 se presentan los costos para plátano barraganete madurado con etefón:

Tabla 30. Costos de la maduración de barraganete con etefón.

Materia Prima	Cantidad por gaveta	Costos por gaveta (USD)
Plátano barraganete	20 kg	8.75
Total	20 kg	8.75
Disolución de Reactivo	Cantidad en mL por 20 kg	Costos por gaveta (USD)
Etefón	0.15 mL	0.01
Agua	50 mL	0.25
Total	50.15 mL	0.26
Materiales	Cantidad	Costo por gaveta (USD)
Jeringa	1	0.10
Funda plástica	1	0.06
Atomizador	1	2.00
Subtotal		2.16
Total		11.17
Utilidad 30 %		3.35
P.V. P		14.52
Índice Beneficio/costo (B/C)		1.30

Elaborado por: El Autor.

El costo unitario para la maduración con etefón de una gaveta de 20 kg de plátano barraganete es de USD 11.17 y su beneficio del 30 % es de USD 3.35. El Índice de beneficio/costo fue de USD 1.30 que indica que las ganancias serán de USD 0.30 por cada dólar de inversión basado en lo explicado por Salazar (2017), donde el valor de B/C es mayor a 1, por lo tanto, el proyecto es rentable.

En la Tabla 31 se presentan los costos para plátano dominico madurado con etefón:

Tabla 31. Costos de la maduración de dominico con etefón.

Materia Prima	Cantidad por gaveta	Costos por gaveta (USD)
Plátano dominico	20 kg	7
Total	20 kg	7
Disolución de Reactivo	Cantidad en mL por 20 kg	Costos por gaveta (USD)
Etefón	0.15 mL	0.01
Agua	50 mL	0.25
Total	50.15 mL	0.26
Materiales	Cantidad	Costo por unidad (gaveta) (USD)
Jeringa	1	0.10
Funda plástica	1	0.06
Atomizador	1	2
Subtotal		2.16
Total		9.42
Utilidad 30 %		2.82
P.V. P		12.24
Índice Beneficio/costo (B/C)		1.30

Elaborado por: El Autor.

El costo unitario para la maduración con etefón de una gaveta de 20 kg de plátano dominico es de USD 9.42 y su beneficio del 30 % es de USD 2.82. El Índice de beneficio/costo fue de USD 1.30, que indica que las ganancias serán de USD 0.30 por cada dólar de inversión basado en lo explicado por Salazar (2017), donde el valor de B/C es mayor a 1 por lo tanto el proyecto es rentable.

4.5.2 Índice de beneficio/costo para plátano barraganete y dominico tratado con etileno.

Se realizó el cálculo para el costo unitario por kilogramos de plátano tratado con etileno. Se consideraron valores como materia prima, insumos,

variables directas e indirectas para el procesamiento de una gaveta de 20 kg.

En la Tabla 32 se presentan los costos para plátano barraganete madurado con etileno:

Tabla 32. Costos de la maduración de barraganete con etileno.

Materia Prima	Cantidad por gaveta	Costos por gaveta (USD)
Plátano barraganete	20 kg	8.75
Total	20 kg	8.75
Disolución de Reactivo	Cantidad en ml por 20 kg	Costos por gaveta (USD)
Etileno	0.02 mL	0.46
Total	0.02 mL	0.46
Servicios básicos	Cantidad	Costo por gaveta (USD)
Energía		0.08
Subtotal		0.08
Total		9.29
Utilidad 30 %		2.78
P.V. P		12.07
Índice Beneficio/costo (B/C)		1.30

Elaborado por: El Autor.

El costo unitario para la maduración con etileno de una gaveta de 20 kg de plátano barraganete es de USD 9.29 y su beneficio del 30 % es de USD 2.78. El Índice de beneficio/costo fue de USD 1.30 que indica que las ganancias serán de USD 0.30 por cada dólar de inversión basado en lo explicado por Salazar (2017), donde el valor de B/C es mayor a 1 por lo tanto el proyecto es rentable.

En la Tabla 33 se presentan los costos para plátano dominico madurado con etileno:

Tabla 33. Costos de la maduración de dominico con etileno.

Materia Prima	Cantidad por gaveta	Costos por gaveta (USD)
Plátano dominico	20 kg	7
Total	20 kg	7
Disolución de Reactivo	Cantidad en ml por 20 kg	Costos por gaveta (USD)
Etileno	0.02 mL	0.46
Total	0.02 mL	0.46
Servicios básicos	Cantidad	Costo por gaveta (USD)
Energía		0.08
Subtotal		0.08
Total		7.54
Utilidad 30 %		2.26
P.V. P		9.80
Índice Beneficio/costo (B/C)		1.30

Elaborado por: El Autor.

El costo unitario para la maduración con etileno de una gaveta de 20 kg de plátano dominico es de USD 7.54 y su beneficio del 30 % es de USD 2.26. El Índice de beneficio/costo fue de USD 1.30 que indica que las ganancias serán de USD 0.30 por cada dólar de inversión basado en lo explicado por Salazar (2017), donde el valor de B/C es mayor a 1 por lo tanto el proyecto es rentable.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Al evaluar los tres tratamientos aplicados se concluye que físicamente del etefón y el etileno se obtiene una maduración homogénea y a corto plazo.
- Estadísticamente no hay diferencias entre los tratamientos aplicados al plátano barraganete mientras que, en plátano dominico, el etefón difiere con los demás.
- Realizados los análisis físicos y químicos de las dos variedades de plátano con los diferentes tratamientos, se detectó que en el Tratamiento 3 o de testigo, los plátanos sufrieron una mayor deshidratación frente a los otros tratamientos.
- En todos los tratamientos se determinó que a medida que avanza el proceso de maduración, los sólidos solubles aumentan mientras que el pH baja, debido al aumento del ácido málico.
- El panel sensorial determinó que el etefón tenía un efecto positivo en la maduración y en las características organolépticas de las dos variedades de plátanos.

5.2 Recomendaciones

- Para el tratamiento con etileno se recomienda colocar los plátanos a temperatura ambiente, una vez alcanzado el grado tres de madurez, ya que por efectos de la temperatura los niveles de etileno aceleran el proceso de maduración.
- Para el tratamiento con etefón se puede utilizar una cámara hermética para evitar el uso de fundas plásticas o tapar el lote a madurar con un plástico grande que cubra toda la fruta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme (Sexta Edición). Caracas, Venezuela.
- Balaguera, H., Salamanca, F., García, J. y Herrera, A. (2014). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 302-313. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n2/v8n2a12.pdf>
- Barrera, J., Arrazola, G., y Cayón, D. (2010). Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (musa AAB Simmonds) en dos sistemas de producción. *Acta Agronómica*, 59(1), 20-29. Recuperado el 9 de abril del 2021, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169916223003>
- Bayer. (2020). Reguladores de Crecimiento Ethrel SL48. Agro Bayer Colombia. [en línea]. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <https://agro.bayer.co/productos/ethrel-sl48>
- Bello, L., Contreras, S., Romero, R., Solorza, J., y Jiménez, A. (2002). Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano musa paradisiaca L. (Var. Macho). *Agrociencia*, 169-180.
- Cancela, R., Cea, N., Galindo, G., y Valilla, S. (2010). Metodología de la Investigación Educativa: Investigación ex post facto. *Universidad Autónoma de Madrid*. p. 8. Recuperado el 10 de abril del 2021, de https://www.academia.edu/18590066/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_educativa_Investigaci%C3%B3n_ex_post_facto

- CENTA. (2018). *Maduración Artificial de Frutas*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa de Agroindustria. San Andrés, La Libertad, El Salvador. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <http://centa.gob.sv/docs/agroindustria/MADURACION%20ARTIFICIAL%20DE%20FRUTAS.pdf>
- Cerezo, J. (2017). Fisiología Vegetal. Tema XII Etileno. Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería. Universidad Politécnica de Cartagena. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <https://georgiusm.files.wordpress.com/2017/11/tema-12-etileno.pdf>
- Chang, J. (1998). Punto de equilibrio en la producción de plátano para exportación. In Acorbat. Memorias Guayaquil. Ecuador. p. 278-288.
- Chen, C., y Ramaswamy, H. (2002). Color and Texture Change Kinetics in Ripening Bananas. *Lwt - Food Science and Technology* 35, 415-419. Recuperado el 6 de agosto del 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643801908758>
- Coro, M. (2017). *Evaluación del etileno como agente madurador en babaco (Vasconcellea x heilbornii var. pentagona.) Tumbaco, Ecuador*. Repositorio de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10016/1/T-UCE-0004-19.pdf>
- Cristancho, L., y Monroy, R. (2014). Manual de métodos generales para determinación de carbohidratos. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*. Recuperado el 17 de abril del 2021, de <https://es.slideshare.net/LeidyCristancho/manual-de-mtodos-generales-para-determinacin-de-carbohidratos>

Delgadillo, D. (2014). *Estudio Comparativo del rendimiento del plátano Barraganete VS plátano Dominicó* (Tesis de Grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/2505>

El Comercio (2011). Tres tipos de plátano se cosechan. *Negocios*, Diario El Comercio. Recuperado el 7 de abril del 2021, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/tres-tipos-de-platano-se.html>

Encarnación, S. y Salinas, J. (2017). *Elaboración de harina de plátano verde (Musa Paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca*. Recuperado el 7 de abril del 2021, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6056/1/AGI-2017-022.pdf>

ESAN Graduate School of Business. (2017). El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-indice-beneficiocosto-en-las-finanzas-corporativas/>

FAO (2000). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos)*. Proyecto TCP/PER/6713 (a) "Técnicas mejoradas de postcosecha, procesamiento y comercialización de frutas". Italia: Autor. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <http://www.fao.org/3/ac304s/ac304s.pdf>

FAO. (1987). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas*. Tecnología Postcosecha 6. Oficina regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago, Chile. Recuperado el 22 de abril del 2021, de <http://www.fao.org/3/x5055s/x5055S00.htm#Contents>

FAO. (1993). *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos*. Programa cooperativo gubernamental FAO – ITALIA. Recuperado el 17 de abril del 2021, de <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S00.htm#TOC>

FAO. (2004). *La Economía Mundial del Banano 1985 – 2002*. Food & Agriculture Org. Recuperado el 9 de abril del 2021, de https://books.google.com.ec/books?id=vaNJC7-F5WIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Fisiología de la maduración. (s.f.). Post cosecha y agroindustria del plátano en el eje cafetero de Colombia. Recuperado el 21 de abril del 2021, de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17589>

Google Earth Pro. (2021). Empresa de maduración Karina Bonita.

Hernández, C. y Bedoya, G. (2014). *Rol del Etileno en la maduración de los frutos*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Perú. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <https://docplayer.es/15468486-Rol-del-etileno-en-la-maduracion-de-los-frutos.html>

Hernández, J., Rodríguez, S., y Bello, L. (2008). Obtención de jarabe fructosado a partir de almidón de plátano (*Musa paradisíaca* L.). Caracterización parcial. *Interciencia*, 33(5),372-376. Recuperado el 7 de abril de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933509>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill Education. Recuperado el 8 de abril del 2021, de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

InfoAgro. (s. f.). *Ácido málico en plátano*. Recuperado 1 de septiembre de 2021, de https://www.google.com/search?q=acido+malico+en+platano&sxsrf=A OaemvLBOyCf9LI9kAHuowLSOxPWckgg%3A1630545746575&ei=UicwYaeultKwbkPsNukgAM&oq=acido+&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2I6EAMYA DIECCMQJzIECCMQJzIECCMQJzIHCAAQsQMQQzIECAAQQzIECAAQQzIECAAQQzIECAAQQzIHCAAQsQMQQzIHCAAQsQMQQzoHC CMQ6gIQJzoaCC4QgAQQsQMQgwEQxwEQ0QMqiWmq0gMQqAM6 CwgAEIAEELEDEIMBOggIABCABBCxAzoECC4QQzoNCAAQgAQQ hwlQsQMqFDofCAAQgARKBAhBGABQ6OQiWPPqImDi_CJoAXAA eAGAAewHiAHoDpIBCTAuNC4xLjctMZgBAKABAbABCrgBAsABAQ&scient=gws-wiz

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (s.f.). *banano, plátano y otras musáceas*. Recuperado el 8 de abril del 2021, de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>

Kader, A. (2016). *Madurez, maduración y relaciones de calidad de la fruta. Maduración de la fruta y manejo del etileno*. Postharvest Technology Center. University of California, Davis. Recuperado el 22 de abril del 2021, de <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/299045.pdf>

Lucas, J. C., Quintero, V. D., Vasco, J. F., y Mosquera, J. D. (2012). Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de plátano (*Musa paradisiaca* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 65-74. Recuperado el 6 de abril del 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69525875009>

- Marrero, A. (2017). *La maduración artificial de frutos tropicales y subtropicales*. Plátano, mango y aguacate. Artículo técnico. Biblioteca Horticular. Recuperado el 13 de abril del 2021, de https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/antonio_marrero_dom_nguez_nov_17?e=8490508/55620987
- Martínez, C., y Bermúdez, T. (2016). Caracterización de algunas propiedades físico – mecánicas y químicas en el banano (*Musa spp.*). Artículo de investigación. *Centro Agrícola*, 43(3). 46-55. Recuperado el 14 de abril del 2021, de <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v43n3/cag06316.pdf>
- Martínez, D., Castellanos, F., Bravo, J. (2015). Aplicación de recubrimientos comestibles en rodajas de plátano verde sometidas a fritura por inmersión. *Ingeniería y competitividad*, 17(2), 91-99. Recuperado el 7 de abril del 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291340438009>
- Martínez, M., Balois, R., Alia, I., Cortes, M., Palomino, Y., y López, G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 19, 4075-4087. Recuperado el 22 de abril del 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153823018.pdf>
- Merchán, M., y Ochoa, J. (2016). *Análisis de las características organolépticas del banano tipo Cavendish para su aplicación en la repostería y pastelería de autor*. Repositorio de la Universidad de Cuenca, Facultad de ciencias de la hospitalidad. Recuperado el 14 de abril del 2021, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26293/3/Tesis.pdf>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2008). *Real Decreto 227/2008, de 15 de febrero, por el que se establece la normativa básica referente a los paneles de catadores de aceite de oliva virgen*. BOE núm. 56, de 5 de marzo de 2008, 13323-13325. Recuperado el 5 de agosto de 2021, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-4209>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017). *Boletín situacional plátano*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado el 7 de abril del 2021, de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/platano/boletines-situacionales-platano-ecuador>

Morales, H. (2010). Plátano del Quindío: Variedades. [en línea]. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <http://www.platanodelquindio.com/2010/09/variedades.html>

Nadal, R., Manzo, G., Orozco, J., Orozco, Mario., y Guzmán, S. (2009). Diversidad genética de bananos y plátanos (*Musa spp.*) determinada mediante marcadores RAPD. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(1), 01-07. Recuperado en 06 de abril de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802009000100001&lng=es&tlng=es.

Normativa Mexicana. (1978). NMX-F-089-S-1978. *Determinación de extracto de etéreo (método Soxhlet) en alimentos. Foodstuff-determination of ether extract (Soxhlet)*. Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Recuperado el 17 de abril del 2021, de <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-089-S-1978.PDF>

Normativa Mexicana. (1978). *NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Foodstuff determination of crude fiber.* Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Recuperado el 17 de abril de 2021, de <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-090-S-1978.PDF>

Normativa Mexicana. (1980). *NMX-F-068-S-1980. Determinación de proteínas. Foods determination of proteins.* Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Recuperado el 17 de abril del 2021, de <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>

Ordoñez, A., y Castillo, P. (2005). *Diseño de un proceso para la maduración acelerada de banano usando etefón como agente madurador* (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 13 de abril del 2021, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/4252>

Protecin. (2016). Ficha técnica: Etephon 240 LS. Mexicali B.C. Recuperado el 22 de abril del 2021, de <http://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/05/FICHA-TECNICA-ETHEPHON.pdf>

Quiceno, M., Giraldo, G., y Villamizar, R. (2014). *Caracterización fisicoquímica del plátano (Musa paradisiaca sp. AAB, Simmonds) para la industrialización.* Universidad de la Gran Colombia. Ciencia 20. pp. 48-54. Recuperado el 14 de abril del 2021, de <https://core.ac.uk/download/pdf/268087837.pdf>

- Reid, M. (2016). Biología de la producción de etileno y sus efectos sobre la fruta. *Maduración de la Fruta y Manejo del Etileno. Postharvest Technology Center*. 7-8. Recuperado el 9 de abril del 2021, de <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/299045.pdf>
- Rodríguez, A. (2021). Investigación cuantitativa: características, técnicas, ejemplos. [en línea]. *Lifeder*. Recuperado el 10 de abril del 2021, de <https://www.lifeder.com/investigacion-cuantitativa/>.
- Salazar, B. (2017). Relación costo beneficio. Recuperado el 5 de agosto del 2021, de <https://abcfinanzas.com/administracion-financiera/relacion-costo-beneficio/>
- Simmonds, N. (1966). *Bananas*. 2a Ed. Gran Bretaña: Western Printing Services Ltd. 512 p.
- Simmonds, N. (1970). Notes on Banana Taxonomy. *Kew Bulletin*, 14(2), 198-212. Recuperado el 6 de abril de 2021, de <https://www.jstor.org/stable/4114778?seq=1>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria (2020). Ficha del cultivo del plátano (*Musa AAB*). Recuperado el 6 de abril del 2021, de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/platano>
- Thompson, J. (2016). *Madurez, maduración y relaciones de calidad de la fruta. Maduración de la fruta y manejo del etileno*. Postharvest Technology Center. University of California, Davis. Recuperado el 22 de abril del 2021, de <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/299045.pdf>

Villamizar, F. (1984). Fisiología de maduración postcosecha de banano Variedad Nanica (*Musa Cavendishii*). *Ingeniería e investigación*, (8), 25-33. Recuperado el 21 de abril del 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4902798.pdf>

Von Loesecke, H. (1950). *Bananas: Chemistry, Physiology, Technology*. Economic Crops. Vol 1. Interscience Publishers, Inc.

Weather Spark. (2021). El clima promedio en Guayaquil. Recuperado el 10 de abril del 2021, de <https://es.weatherspark.com/y/19346/clima-promedio-en-guayaquil-ecuador-durante-todo-el-a%c3%b1o#sections-precipitation>

ANEXOS

Anexo 1. Muestras de plátano barraganete.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 2. Preparación de la disolución de etefón.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 3. Cantidad de etefón requerida para el tratamiento.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 4. Aplicación de la disolución de etefón al plátano barraganete.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 5. Aplicación de disolución de etefón al plátano dominico.



Elaborador por: El Autor.

Anexo 6. Pruebas físicas de dominico.



Elaborador por: El Autor.

Anexo 7. Plátano dominico en grado 5 de madurez al tercer día de proceso.



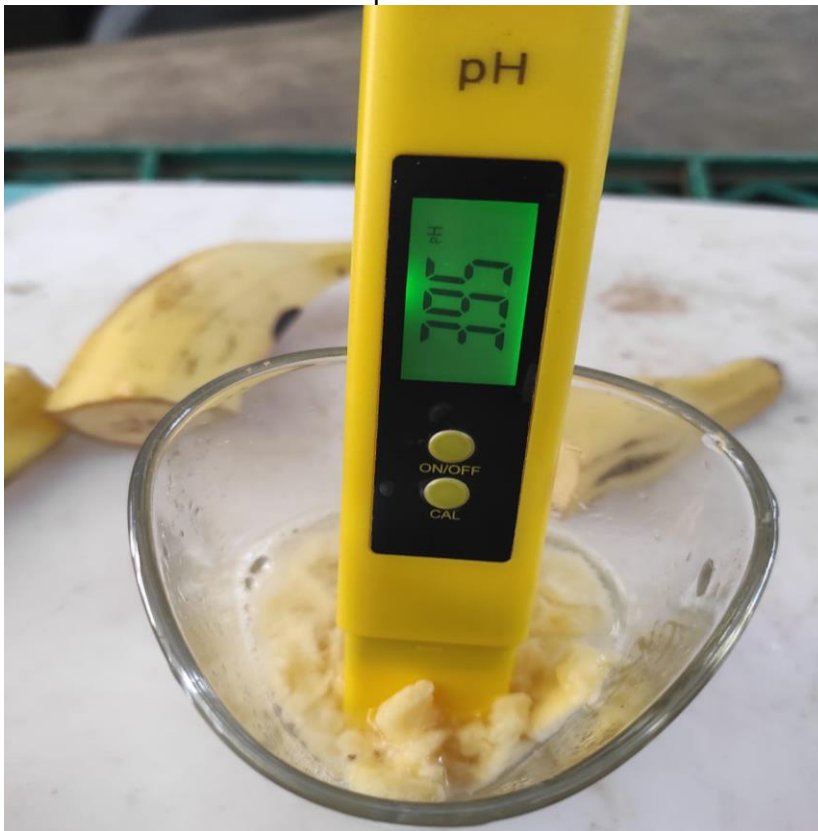
Elaborador por: El Autor.

Anexo 8. Plátano barraganete en grado 5 de madurez al tercer día de proceso.



Elaborador por: El Autor.

Anexo 9. Determinación de pH.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 10. Heterogeneidad y deshidratación del plátano barraganete testigo al noveno día.



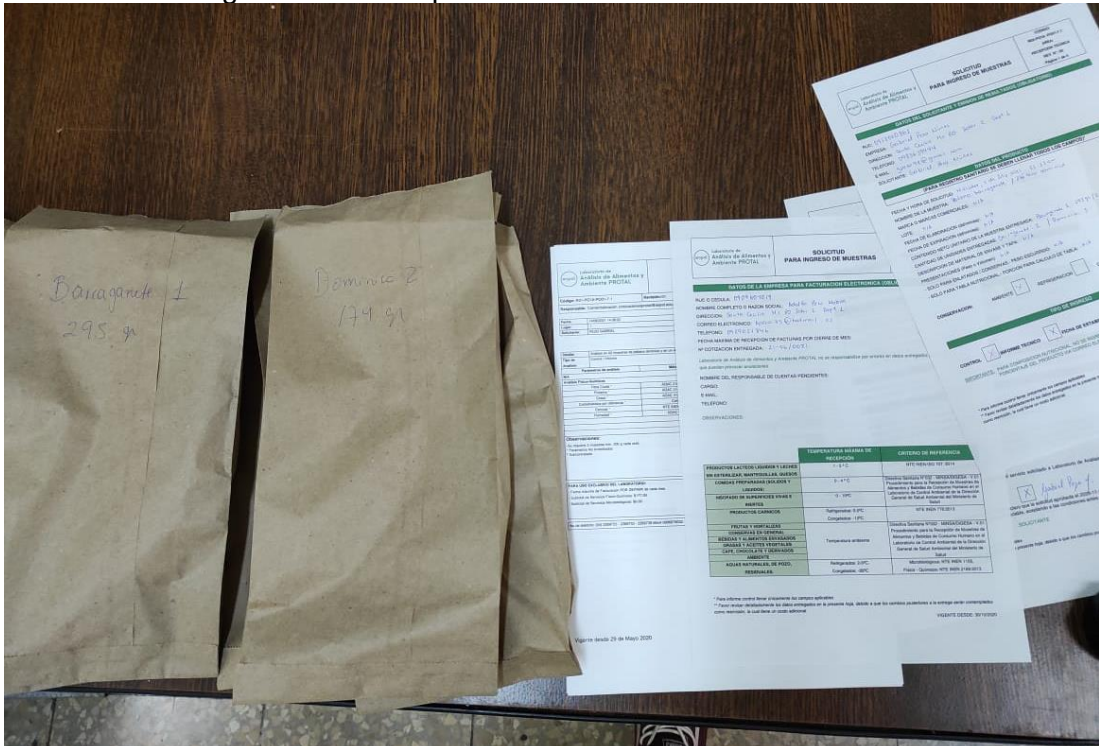
Elaborado por: El Autor.

Anexo 11. Heterogeneidad, retraso y deshidratación en plátano dominico testigo al 12avo día.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 12. Entrega de muestras para análisis en PROTAL.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 13. Tanques de etileno.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 14. Cámaras con equipos de frío para el tratamiento con etileno.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 15. Plátano dominico en grado 3 de madurez tratado con etileno al tercer día de proceso.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 16. Plátano barraganete en grado 3 de madurez tratado con etileno al tercer día de proceso.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 17. Fritura de las muestras para análisis sensorial.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 18. Análisis sensorial.




Elaborado por: El Autor.

Anexo 19. Análisis sensorial de panelistas.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 20. Cotización de laboratorio PROTAL.

		COTIZACIÓN N° 21-06/0083				
Código: R01-PG16-PO01-7.1		Revisión: 01		Página: 1 de 2		
Responsable: Comercialización (cotizacionesprotal@espol.edu.ec)			Vendedor: Cotizaciones (Market Rates)			
Fecha:	14/06/2021 14:36:22	Empresa:	PEZO GABRIEL			
Lugar:	/	Dirección:				
Solicitante:	PEZO GABRIEL	Teléfono:				
Datos del Producto #1						
Detalle:	Análisis en 02 muestras de plátano dominico y en un dedo de plátano barraganete.					
Tipo de Análisis:	Control / Informe					
	Parámetros de análisis	Método	Costo	# Controles	Costo de Ficha	Subtotal
N/A						
Análisis Físico-Químicos						
	Fibra Cruda *	AOAC 21st 978.10	\$18.50	0	\$0.00	\$18.50
	Proteína *	AOAC 21st 920.87	\$20.00	0	\$0.00	\$20.00
	Grasa *	AOAC 21st 989.05	\$19.00	0	\$0.00	\$19.00
	Carbohidratos por diferencia *	Calculo	\$5.50	0	\$0.00	\$5.50
	Cenizas *	NTE INEN 14:1983	\$13.00	0	\$0.00	\$13.00
	Humedad *	AOAC 930.15	\$12.50	0	\$0.00	\$12.50
Subtotal Unitario						\$88.50
Cantidad de Productos						2
Subtotal Por Cantidad de Productos						\$177.00
Observaciones:						
-Se requiere 2 muestras mín. 200 g cada unol. * Parámetros No Acreditados ° Subcontratado						Servicios Analíticos: \$177.00 SubTotal: \$177.00 Iva: \$21.24 Valor a Pagar: \$198.24
PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO:			LABORATORIO PROTAL AGRADECE SU ATENCIÓN Y CONFIANZA, ESTAMOS LISTOS PARA SERVIRLE. Esta oferta tiene validez de 45 días hábiles			
- Fecha máxima de Facturación POR DEFINIR de cada mes. - Subtotal de Servicios Físico-Químicos: \$177.00 - Subtotal de Servicios Microbiológicos: \$0.00			NOTA IMPORTANTE: Al momento de cancelar esta cotización, acepto los términos y condiciones detallados en la misma y me comprometo a proporcionar la información y la cantidad de muestras aquí detalladas, necesarias para el ingreso de mi(s) producto(s).			
No de teléfono: (04) 2269723 - 2269733 - 2269739 Móvil 0996978032						

Anexo 21. Análisis químicos de las muestras iniciales de plátano barraganete.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0024-M001

Datos del Cliente

Nombre:	PEZO NOBOA ADOLFO	Teléfono:	0989057846
Dirección:	SANTA CECILIA MZ. 80 SOLAR 2 DEPT. 1		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano barraganete	Código muestra:	21-07/0024-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	07/07/2021
Fecha análisis:	07/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	295 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.13	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.56	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.33	---	AOAC 21st 2003.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	37.86	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.93	---	NTE INEN 401:2013 *
Humedad *	%	59.32	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 2

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec

Guayaquil - Ecuador

Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 22. Análisis químicos de las muestras iniciales de plátano dominico.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0024-M002

Datos del Cliente

Nombre:	PEZO NOBOA ADOLFO	Teléfono:	0989057846
Dirección:	SANTA CECILIA MZ. 80 SOLAR 2 DEPT. 1		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano dominico	Código muestra:	21-07/0024-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV		
Fecha análisis:	07/07/2021	Fecha recepción:	07/07/2021
Fecha análisis:	07/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	189 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.16	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.65	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.20	---	AOAC 21st 2003.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	36.37	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.86	---	NTE INEN 401:2013 *
Humedad *	%	60.92	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 2

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec

Guayaquil - Ecuador

Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 23. Análisis químicos de las muestras tratadas con etefón de plátano barraganete.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0044-M001

Datos del Cliente

Nombre:	Gabriel Pezo Nuñez	Teléfono:	0983639944
Dirección:	Santa Cecilia		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano Barraganete	Código muestra:	21-07/0044-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	12/07/2021
Fecha análisis:	12/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	289 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.10	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.98	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.15	---	AOAC 21st 922.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	36.62	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.83	---	NTE INEN 401:2013 *
Humedad *	%	60.42	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
 Guayaquil - Ecuador
 Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 24. Análisis químicos de las muestras tratadas con etefón de plátano dominico.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0044-M002

Datos del Cliente

Nombre:	Gabriel Pezo Nuñez	Teléfono:	0983639944
Dirección:	Santa Cecilia		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano Dominicano	Código muestra:	21-07/0044-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	12/07/2021
Fecha análisis:	12/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	189 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.01	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.56	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.19	---	AOAC 21st 922.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	34.16	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.75	---	NTE INEN 401:2013 *
Humedad *	%	63.34	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec

Guayaquil - Ecuador

Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 25. Análisis químicos de las muestras tratadas con etileno de plátano barraganete.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0062-M001

Datos del Cliente

Nombre:	PEZO NOBOA ADOLFO	Teléfono:	0989057846
Dirección:	SANTA CECILIA MZ. 80 SOLAR 2 DEPT. 1		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano Barraganete	Código muestra:	21-07/0062-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV		
Fecha análisis:	15/07/2021	Fecha recepción:	15/07/2021
Contenido neto declarado:	305 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.14	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.50	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.26	---	AOAC 21st 922.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	35.83	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.83	---	NTE INEN 401:2013 *
Humedad *	%	61.58	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
 Guayaquil - Ecuador
 Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 26. Análisis químicos de las muestras tratadas con etileno de plátano dominico.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0062-M002

Datos del Cliente

Nombre:	PEZO NOBOA ADOLFO	Teléfono:	0989057846
Dirección:	SANTA CECILIA MZ. 80 SOLAR 2 DEPT. 1		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano Dominicano	Código muestra:	21-07/0062-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	15/07/2021
Fecha análisis:	15/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	162 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.22	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.38	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.30	---	AOAC 21st 922.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	34.86	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.68	---	NTE INEN 401:2013 *
Humedad *	%	62.78	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec

Guayaquil - Ecuador

Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 27. Análisis químicos de las muestras testigo de plátano barraganete.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0083-M001

Datos del Cliente

Nombre:	PEZO NOBOA ADOLFO	Teléfono:	0989057846
Dirección:	SANTA CECILIA MZ. 80 SOLAR 2 DEPT. 1		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano barraganete	Código muestra:	21-07/0083-M001	
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A	
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A	
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A	
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV		Fecha recepción:	19/07/2021
Fecha análisis:	19/07/2021	Vida útil:	N/A	
Contenido neto declarado:	325 g			
Presentaciones:	N/A			
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%			

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.16	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.24	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.07	---	AOAC 21st 922.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	41.70	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.84	---	NTE INEN 401.2013 *
Humedad *	%	56.15	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
 Guayaquil - Ecuador
 Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 28. Análisis químicos de las muestras testigo de plátano dominico.



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-07/0083-M002

Datos del Cliente

Nombre:	PEZO NOBOA ADOLFO	Teléfono:	0989057846
Dirección:	SANTA CECILIA MZ. 80 SOLAR 2 DEPT. 1		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Plátano Dominicano	Código muestra:	21-07/0083-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	N/A
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	19/07/2021
Fecha análisis:	19/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	158 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.11	---	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.36	---	AOAC 21st 920.87 *
Grasa *	%	0.11	---	AOAC 21st 922.06 *
Carbohidratos por diferencia *	%	39.07	---	Calculo *
Cenizas *	%	0.88	---	NTE INEN 401:2013 *
Humedad *	%	58.58	---	ISO 1026:1982 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
 Guayaquil - Ecuador
 Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Pezo Núñez Gabriel Antonio, con C.C: # 0923020861 autor del trabajo de titulación: Comparación de dos sustancias aceleradoras del proceso de maduración en las variedades de plátano barraganete y dominico, para procesos agroindustriales previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial** en la **Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de septiembre de 2021

Nombre: Pezo Núñez, Gabriel Antonio

C.C: 0923020861



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Comparación de dos sustancias aceleradoras del proceso de maduración en las variedades de plátano barraganete y dominico, para procesos agroindustriales		
AUTOR(ES)	Pezo Núñez, Gabriel Antonio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de septiembre de 2021	No. DE PÁGINAS:	78 páginas
ÁREAS TEMÁTICAS:	Desarrollo de tecnologías, transformación de materia prima, producción de alimentos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Maduración artificial, Etileno, etefón, barraganete, dominico, brix, pH.		
<p>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): La maduración artificial en frutas es un proceso que se ha venido realizando en las últimas décadas y se ha actualizado con la implementación de tecnología para el control de todas las variables que influyen en el proceso (humedad relativa, temperatura), esto ha servido para el abastecimiento de las agroindustrias y la creación de nuevos productos. En el trabajo de titulación se buscó comparar el efecto del etileno y etefón en el proceso de maduración de plátano barraganete y plátano dominico por medio de 3 tratamientos de maduración (T1: etefón, T2: etileno y T3: testigo) evaluando los resultados tanto físicos como químicos demostrando que durante el proceso de maduración la fruta presenta cambios como el aumento de grados brix y la disminución del pH debido al aumento de ácido málico. Se concluyó que físicamente del etefón y el etileno se obtiene una maduración homogénea a corto plazo. Por medio de análisis de varianza se determinó que no existe diferencia estadística entre tratamientos en el plátano barraganete mientras que en plátano dominico el etefón es diferente a los demás tratamientos. Analizados los resultados físicos y químicos de las dos variedades de plátano con los diferentes tratamientos se detectó que en el Tratamiento 3 o de testigo los plátanos sufren una mayor deshidratación frente a los otros tratamientos. El panel sensorial determinó que el etefón tenía un efecto positivo en la maduración y en las características organolépticas de las dos variedades de plátanos. El análisis beneficio/costo determinó que el proyecto es viable.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-8 363 9944		E-mail: gabriel.pezo@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.		
	Teléfono: +593-9-87361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			