

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

“Validación del sistema con ozono durante la etapa de lavado del banano orgánico con fines de evaluar los parámetros de calidad de la fruta en la cooperativa APPBOSA, Sullana-Piura

---

**Línea de Investigación:**

Optimización de la producción

**Autor:**

Br. Benites Vegas, Javier Alonso

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Dra. Ing. Landeras Pilco, María Isabel

**Secretario:** Ms. Ing. Espinoza Guevara, Víctor Humberto

**Vocal:** Dr. Ing. Seminario Vásquez, Ricardo Gerónimo

**Asesor:**

Dr. Ing. Ludeña Gutiérrez, Alfredo Lázaro

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5674-5886>

PIURA – PERÚ 2022

**Fecha de sustentación:** 18/06/2022



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

“Validación del sistema con ozono durante la etapa de lavado del banano orgánico con fines de evaluar los parámetros de calidad de la fruta en la cooperativa APPBOSA, Sullana- Piura

---

**Línea de Investigación:**

Optimización de la producción

**Autor:**

Br. Benites Vegas, Javier Alonso

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Dra. Ing. Landeras Pilco, María Isabel

**Secretario:** Ms. Ing. Espinoza Guevara, Víctor Humberto

**Vocal:** Ms. Ing. Seminario Vásquez, Ricardo Gerónimo

**Asesor:**

Dr. Ing. Ludeña Gutiérrez, Alfredo Lázaro

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5674-5886>

PIURA – PERÚ 2022

**Fecha de sustentación:** 18/06/2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

“Validación del sistema con ozono durante la etapa de lavado del banano orgánico con fines de evaluar los parámetros de calidad de la fruta en la cooperativa APPBOSA, Sullana-Piura

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

**PRESIDENTE**

DRA. ING. MARIA ISABEL LANDERAS PILCO  
CIP: 44282

**SECRETARIO**

MS. ING. VICTOR HUMERTO ESPINOZA GUEVARA  
CIP: 23479

**VOCAL**

MS. ING. RICARDO GERÓNIMO SEMINARIO VÁSQUEZ  
CIP: 98876

**ASESOR**

DR. ING. ALFREDO LAZARO LUDEÑA GUTIERREZ  
CIP:38159

## **DEDICATORIA:**

Dedico este trabajo, principalmente a Dios, por permitirme llegar hasta este momento de mi vida profesional en el que me encuentro actualmente.

También se lo dedico a mis padres porque son el pilar fundamental en mi vida y demostrarme su apoyo incondicional en cada momento desde mi formación escolar hasta la universitaria y poder así yo ser su guía y ejemplo para mi hermano a seguir en un futuro.

## **AGRADECIMIENTO:**

En primer lugar, doy gracias a Dios por acompañarme todos los días y darme fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida profesional.

Asimismo, también agradezco la confianza y total apoyo de mis padres y familiares que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su comprensión en el camino de mi vida tanto personal como profesional.

A mi asesor, el Dr. Alfredo Ludeña Gutiérrez por su paciencia y apoyo incondicional durante el desarrollo de mi tesis. Además, al Ingeniero Karlhos Quinde Rodríguez en la cual estuvo apoyándome con el financiamiento de mi tesis mediante el CEDEPAS, organización donde labora actualmente.

Agradecerle al Ing. Javier Verástegui Dávila (jefe de Cultivos de APPBOSA), quien estuvo apoyándome en la larga gestión para el permiso del funcionamiento del sistema de ozono en la empacadora.

Finalmente, al Ing. Ulises Vegas Rodríguez (director general del INIA) y al Ing. Juan Carlos Rojas (Investigador del Programa nacional de frutales en INIA), por brindarme el servicio de una cámara de maduración, con las condiciones controladas

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo validar el sistema con ozono sistema de ozono durante la etapa de lavado del banano orgánico con fines de evaluar los parámetros de calidad de la fruta en la cooperativa APPBOSA, Sullana-Piura. El presente trabajo es descriptivo, donde se realizó un análisis físico visual a la materia prima empleando la dosis óptima de ozono para proceder a la evaluación de parámetros de calidad como color, textura, grados brix, peso. Los resultados obtenidos son: analizar las características físicas / organolépticas iniciales del banano orgánico al momento de emplear el tratamiento con dosis de ozono. Realizar una comparación empleando unas muestras tratadas con el sistema del ozono frente a otras muestras empleando el sistema tradicional de la Cooperativa y así luego diferenciar los resultados obtenidos, verificar los parámetros de calidad para ambos tratamientos con la finalidad de comparar con el formato establecido por la misma Cooperativa, evaluar los parámetros finales como textura, color, sabor y grados brix en relación a los parámetros de calidad para la fruta ozonizada y para la fruta no ozonizada respectivamente. Finalmente se obtuvo las siguientes conclusiones: el ozono por su capacidad gaseosa, permitió eliminar la presencia de hongos fitopatógenos en la corona del banano, inhibiendo de manera continua un crecimiento de microorganismos. La corona de banano empleando el tratamiento con ozono se presentó de manera consistente, seca y con ausencia de pudrición antes y después de su maduración en comparación a la fruta del tratamiento tradicional. Para la presente investigación, se empleó 2 métodos para la evaluación del tratamiento con ozono: método por Inmersión y el método por Aspersión, la dosis óptima de ozono que se utilizó para medir la cantidad exacta de  $O_3$  en el agua del proceso, fue de 0.4 ppm/ min, esta se midió con ayuda de un ozonómetro el día que estuvo presente personal de Inka Ozono para proceder a la evaluación de un primer ensayo y se concluyó que al comparar ambos tratamientos: tratamiento con ozono y tratamiento tradicional, el ozono dió una mayor efectividad para la fruta.

Palabras claves: banano orgánico, ozono, clúster, asociación

## **ABSTRACT:**

The objective of this research is to validate the system with ozone ozone system during the washing stage of organic bananas in order to evaluate the quality parameters of the fruit in the APPBOSA cooperative, Sullana-Piura. The present work is descriptive, carrying out a visual physical analysis of the raw material using the optimal dose of ozone to proceed to the evaluation of quality parameters such as color, texture, brix degrees, etc. The results obtained are: to analyze the initial physical / organoleptic characteristics of organic bananas at the time of using the treatment with ozone doses. Make a comparison using some samples treated with the ozone system against other samples using the traditional system of the Cooperative and then differentiate the results obtained, verify the quality parameters for both treatments in order to compare with the format established by the Cooperative. same Cooperative, evaluate the final parameters such as texture, color, flavor and brix degrees in relation to the quality parameters for the ozonated fruit and for the non-ozonated fruit, respectively. Finally, the following conclusions were obtained: ozone, due to its gaseous capacity, allowed to eliminate the presence of phytopathogenic fungi in the banana crown, continuously inhibiting the growth of microorganisms. The banana crown using the ozone treatment presented consistently, dry and with no rot before and after its maturation compared to the fruit of the traditional treatment. For the present investigation, 2 methods were used for the evaluation of the ozone treatment: the immersion method and the spray method The optimal dose of ozone that was used to measure the exact amount of O<sub>3</sub> in the process water was 0.4 ppm/min, this was measured with the help of an ozonometer the day that Inka Ozono personnel were present to proceed with the evaluation. of a first test and it was concluded that when comparing both treatments: treatment with ozone and traditional treatment, ozone gave a greater effectiveness for the fruit.

Keywords: organic banana, ozone, cluster, association

## **PRESENTACION**

Señores miembros del jurado:

Me presento ante ustedes para ser evaluados bajo las normas en el reglamento de grados y títulos y reglamento de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, poniendo a su disposición mi trabajo de investigación con título:

“VALIDACIÓN DEL SISTEMA CON OZONO DURANTE LA ETAPA DE LAVADO DEL BANANO ORGÁNICO CON FINES DE EVALUAR LOS PÁRAMETROS DE CALIDAD DE LA FRUTA EN LA COOPERATIVA APPBOSA, SULLANA- PIURA

Agradeciendo de antemano el tiempo y disposición brindada

**Fecha: 18 de junio del 2022**



-----  
**Br. Benites Vegas, Javier Alonso**

## INDICE GENERAL

RESUMEN:.....	v
ABSTRACT.....	vi
PRESENTACION.....	1
CAPITULO I.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Problema de investigación.....	6
1.2. Descripción del problema:.....	7
1.3. Objetivos de la investigación:.....	8
1.3.1. Objetivo General:.....	8
1.3.2. Objetivos Específicos:.....	8
1.4. Justificación del estudio:.....	8
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA.....	10
2.1. Antecedentes del estudio.....	10
2.1.1. Antecedentes internacionales:.....	10
2.1.2. Antecedentes nacionales:.....	12
2.1.3. Antecedentes regionales:.....	13
2.2. Marco Teórico:.....	14
2.2.1. Ozono:.....	14
2.2.2. Tecnología para tratamientos con ozono en frutas.....	14
2.2.3. Validación de un proyecto de investigación:.....	14
2.2.4. Parámetros de calidad:.....	15
2.2.5. Proceso de potabilización del agua por ozonización durante la etapa de lavado en la empacadora de banano orgánico.....	18
2.2.6. Implementación de Potabilización de agua con aplicación de Ozono.....	20
2.3. Marco Conceptual.....	20

2.4. Hipótesis:.....	22
2.4.1. Hipótesis General: .....	22
2.5. Variables e indicadores:.....	22
CAPITULO III: METODOLOGIA EMPLEADA.....	25
3.1. Tipo y nivel de investigación: .....	25
3.2. Población y muestra del estudio: .....	25
3.2.1. Población:.....	25
3.2.2. Muestra:.....	25
3.3. Materiales y equipos: .....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación .....	26
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	27
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	27
4.1.1. Objetivo específico 01.....	27
4.1.2. Objetivo específico 02 .....	37
4.1.3. Objetivo específico 03 .....	45
4.1.4. Objetivo específico 04. ....	53
CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS .....	64
CONCLUSIONES .....	70
RECOMENDACIONES: .....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS: .....	72
Bibliografía .....	72
ANEXOS:.....	75

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b>	Encuesta: tratamiento con ozono frente al tratamiento tradicional. ....	34
<b>TABLA 2.</b>	Cuadro comparativo para ambos tratamientos antes de maduración .....	38
<b>TABLA 3.</b>	Cuadro comparativo en ambos tratamientos después de la maduración.....	41
<b>TABLA 4.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA en primera muestra con ozono.....	45
<b>TABLA 5.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA, en segunda muestra con ozono....	46
<b>TABLA 6.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA en tercera muestra con ozono.....	47
<b>TABLA 7.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA en cuarta muestra con ozono.....	48
<b>TABLA 8.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA en primera muestra sin ozono.....	49
<b>TABLA 9.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA en segunda muestra sin ozono .....	50
<b>TABLA 10.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA, en tercera muestra sin ozono .....	51
<b>TABLA 11.</b>	Formato de la Cooperativa APPBOSA en cuarta muestra sin ozono .....	52
<b>TABLA 12.</b>	Escala de valoración según "Von Loesecke" para el color de fruta .....	53
<b>TABLA 13.</b>	Cuadro comparativo para evaluación de color antes de maduración .....	54
<b>TABLA 14.</b>	Cuadro comparativo para evaluación de color despues de maduración .....	55
<b>TABLA 15.</b>	Cuadro comparativo para evaluación de textura antes de maduración .....	57
<b>TABLA 16.</b>	Cuadro comparativo para evaluación de textura después de maduración. .	58
<b>TABLA 17.</b>	Encuesta para la evaluación de la fruta empleando ambos tratamientos....	59
<b>TABLA 18.</b>	Cuadro comparativo para evaluación del peso antes de maduración.....	60
<b>TABLA 19.</b>	Cuadro comparativo para evaluación del peso después de maduración.....	61
<b>TABLA 20.</b>	Cuadro comparativo para evaluación de Grado brix con ozono.....	62
<b>TABLA 21.</b>	Cuadro comparativo para evaluación de Grado brix sin ozono.....	62

## INDICE DE FIGURAS:

<b>FIGURA 1.</b> Fotografías en la cámara de refrigeración del INIA- Sullana al momento de realizar la evaluación para el color de la fruta ozonizada antes de la maduración .....	28
<b>FIGURA 2.</b> Fotografías en las oficinas del área técnica INIA- Tambogrande al momento de realizar la evaluación para el color de la fruta ozonizada después de su maduración	29
<b>FIGURA 3.</b> Evaluación de calidad textura en bananos ozonizados antes del periodo de maduración.....	30
<b>FIGURA 4.</b> Evaluación de calidad para la textura y firmeza en bananos ozonizados después del periodo de maduración.....	31
<b>FIGURA 5.</b> Evaluación de peso para la fruta con tratamiento de ozono en una balanza digital de la empacadora de APPBOSA.....	32
<b>FIGURA 6.</b> Llenado y traslado de las cajas de banano con ozono hacia la cámara de refrigeración del INIA- SULLANA.....	33
<b>FIGURA 7.</b> Evaluación del peso para una caja de banano tratado con ozono después del periodo de maduración en el INIA- Tambogrande.....	33
<b>FIGURA 8.</b> Fotografía al momento de realizar un corte transversal de coronas del banano con tratamiento de ozono para proceder a la evaluación de grados brix. ....	35
<b>FIGURA 9.</b> Procedimiento de raspado de la pulpa de banano con ozono para proceder a colocarlo y evaluar en el refractómetro.....	36
<b>FIGURA 10.</b> Evidencia de la evaluación de grados brix para un banano ozonizado que dió como resultado 30.00%.....	36

## CAPITULO I

### I. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Problema de investigación

Según el SENASA (2008), indica que Piura es una de las regiones que tiene una gran variedad de recursos naturales y un clima que facilita el desarrollo de la agroindustria en varios cultivos de exportación como vid, mango, banano etc.

Entonces, la provincia de Sullana se caracteriza por ser un polo de desarrollo en este tipo de agricultura, especialmente en el cultivo de banano orgánico, pues cuenta con un área aproximada de 10,000 Has.

En el distrito de Mallares - Samán está la Cooperativa APPBOSA organización dedicada a este cultivo; la cual se encuentra ubicada a pocos kilómetros de la ciudad de Sullana.

Esta cooperativa, nació como una organización basada en la necesidad de cambiar y mejorar un cambio de estilo de vida de las familias de este pueblo, ya que la mayoría es de bajas condiciones económicas. Sin embargo, por ser una organización de pequeños productores y por tener una tecnología limitada y artesanal han desarrollado serios problemas en su producción obteniendo altos niveles de excedentes de cosecha. (APPBOSA, 2021).

Dentro del proceso en el centro de empaque se encuentra la etapa del lavado de fruta que es donde se procede a lavar el banano en las tinas. Anteriormente, la fruta es cortada o desmanada por las cuadrillas de productores hasta colocarla en las tinas de lavado.

En la parte superior del banano, se encuentra la llamada "corona" la cual está expuesta a sufrir alteraciones biológicas debido a la presencia de hongos

fitopatógenos, que son los causantes de la enfermedad conocida como la pudrición o podredumbre de corona, entonces la exposición de estos hongos hace que de manera inmediata el agua se contamine de manera rápida y constante dañando por completo la fruta. (Saldaña, 2019)

## **1.2. Descripción del problema:**

Según APPBOSA, (2021), los desórdenes desarrollados en el manejo del cultivo han traído como consecuencia que el descarte de la fruta se encuentre entre el 15 y 20% aproximadamente.

Además, menciona que uno de los principales problemas que tiene la cooperativa es el “minifundio”, es decir que cada uno de sus socios cuenta en promedio con una hectárea de este cultivo, lo cual complica las estrategias de manejo que proponen los técnicos al tener que realizar diferentes tipos de recomendaciones que muchas veces no son aplicadas por los productores.

Pasiche, Abad (2018), nos dice que el problema conocido como pérdida en la producción se lleva a cabo donde se lava la fruta cosechada al presentar una gran contaminación en el agua de las tinajas, por eso el mal manejo técnico es causado principalmente por la presencia de hongos como son los siguientes: *Colletotrichum musae*, *Lasiodiplodia theobromae* y *Fusarium roseum* los cuales pueden infectar la superficie cortada que malogrará la calidad de la fruta debido a que crecen a partir del área infectada del tejido de la mano, se propagan hacia el cuello del dedo y con el tiempo, hacia la fruta por completo.

Según IDIAF (2019), menciona que la pudrición de corona, o también conocido como “podredumbre de corona” del banano, es una de las enfermedades que afecta la calidad y estado físico de la fruta de exportación, ya que esta enfermedad se desarrolla por lo general en la fase inicial de la cosecha, para luego ser llevada a las tinajas llenas de agua de canal, que es donde se procede al lavado antes de ser empacado y exportado al mercado exterior.

La mayoría de los hongos y bacterias sobreviven en las hojas y flores de las

plantaciones. Las esporas son dispersadas por el viento y la lluvia y se adhieren a las frutas en el racimo. Los síntomas han sido descritos como ablandamiento y ennegrecimiento de los tejidos en la superficie del corte de la corona, en la cual los tejidos infectados se tornan negros muy oscuros y la podredumbre puede avanzar hacia el pedúnculo del dedo y, con el tiempo, hacia la fruta en su fase final. (Saldaña, 2019)

### **1.3. Objetivos de la investigación:**

La presente investigación consta de los siguientes objetivos:

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Validar el sistema de ozono durante la etapa de lavado del banano orgánico con fines de evaluar los parámetros de calidad de la fruta en la Cooperativa APPBOSA, Piura-Sullana.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Analizar las características físicas / organolépticas iniciales del banano orgánico al momento de emplear el tratamiento con dosis de ozono.
- Realizar una comparación empleando unas muestras tratadas con el sistema del ozono frente a otras muestras empleando el sistema tradicional de la Cooperativa y así luego diferenciar los resultados obtenidos.
- Verificar los parámetros de calidad para ambos tratamientos con la finalidad de comparar con el formato establecido por la misma Cooperativa.
- Evaluar los parámetros finales como textura, color, sabor, peso y grados brix en relación a los parámetros de calidad para la fruta ozonizada y para la fruta no ozonizada respectivamente.

### **1.4. Justificación del estudio:**

Esta investigación desarrolló un aporte significativo al sector agrícola de

banano orgánico en la Cooperativa APPBOSA, ubicada en el distrito de Mallares- Sullana. La información obtenida es confiable y precisa, pues se obtuvo durante el desarrollo del proceso centrándose en la etapa del lavado, para optimizar la producción y exportación de la fruta ozonizada al mercado exterior.

Este proyecto contribuye a mejorar la calidad del banano al aplicar ozono al agua de las tinas que se emplean para lavar la fruta.

Los más favorecidos son los pequeños productores de la cooperativa, y de manera indirecta las asociaciones cercanas al obtener fruta que será empacada, exportada y que llegará a destino con buena calidad.

Esta tecnología de ozono es algo innovador aquí en nuestro país, ya que recientemente se han establecido ensayos y pruebas experimentales dentro del sector agrícola en las diversas agroindustrias de la región Piura, tomando como base las pequeñas organizaciones como las cooperativas.

APPBOSA ya cuenta con un equipo instalado, brindado por la empresa “Inka Ozono” que será la encargada de ozonificar el agua mediante un tratamiento y protocolo establecido por la misma Cooperativa.

## **CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales:**

- Según Bataller, Santa Cruz, & García (2010), en el trabajo de investigación titulado “El ozono, una alternativa sustentable en el tratamiento post cosecha de frutas y hortalizas” tiene como objetivo evaluar una alternativa sustentable en el tratamiento post cosecha de productos frutícolas y hortícolas recuperando información en bases de datos, sitios web y revistas especializadas en el tema. En cuanto a la metodología se enfoca en numerosos estudios para diversos tratamientos del agua empleando ozono como desinfectante más efectivo respecto a otras alternativas ya que posee un elevado poder oxidante y germicida, es inestable tanto en agua como en el aire y se descompone a oxígeno en un tiempo corto sin generar subproductos de reacción indeseables en las diferentes industrias. Actualmente, el aumento en las exigencias de las regulaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). En cuanto a los resultados obtenidos en esta investigación es posible plantear que el empleo del ozono merece un espacio dentro de la estrategia del desarrollo sostenible, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, dada la necesidad de incrementar la producción y la búsqueda de alternativas viables para el tratamiento y conservación de frutas y hortalizas. Finalmente, como conclusiones se llega a deducir que la aplicación adecuada del ozono es una alternativa de tratamiento sustentable en la post cosecha de frutas y hortalizas. Sin embargo, se recomienda realizar un estudio previo de las condiciones de tratamiento para cada producto, así como realizar un análisis integral del sistema de gestión del producto para lograr un mayor impacto y factibilidad económica dentro de las posibilidades.
- Según Aguayo, Leon (2018) en el trabajo de investigación titulado “Evaluación del efecto del ozono sobre las características morfo-químicas

del fruto de banano”, tiene como objetivo evaluar la influencia del ozono sobre la calidad de la fruta de banano por efecto del control a la Sigatoka negra. En cuanto a la metodología la siguiente investigación se realizó en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, se usaron bananos a siete días de corte de las dos Haciendas diferentes, se obtuvieron los datos y se analizaron las muestras durante los meses de noviembre a diciembre del 2017. Se obtuvieron también muestras de La Hacienda San Rafael situándose en la provincia del Oro, vía Pasaje El Guabo, km siete (Banano orgánico). Así mismo la presente investigación determina que el ozono de igual manera no influye ni en el peso de la pulpa y fruto para el banano convencional. Como conclusiones tenemos los resultados obtenidos por los análisis morfológicos en el Banano Convencional con Ozono y sin Ozono indican que el ozono no influye en las variables de longitud, circunferencia, peso del fruto y peso de la pulpa.

- Según Jara, Gomez (2018) en el trabajo de investigación titulado “Aplicación de atmósfera de ozono como tratamiento post cosecha en naranjilla” tiene como objetivo evaluar el uso de la atmósfera de ozono como tratamiento post cosecha en frutos recién cosechados seleccionados por su madurez y ausencia de defectos. En cuanto a la metodología empleada se tomó en cuenta la selección de tiempo de exposición de la naranjilla a la atmósfera de ozono, aplicación de tiempo de exposición seleccionado, determinación y cambio de color, firmeza, medición de defectos, índice de PH, etc. Finalmente, para los resultados y conclusiones se dedujo que la selección del tiempo de exposición de la naranjilla al ozono gaseoso (1.5 ppm) se realizó en base al avance del índice de deterioro, pérdida de peso y los cambios de color superficial durante 21 días de almacenamiento refrigerado. El uso de atmósfera de ozono 1.5 ppm/10 minutos como tratamiento post cosecha en naranjilla redujo la tasa de respiración sin embargo la producción de etileno no presentó diferencias significativas con relación a frutos control.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales:

- Según Ubillus (2019) en el trabajo de investigación titulado: “Efecto de la concentración de ozono y tiempo de contacto sobre la vida útil del arándano fresco”, tiene como objetivo observar el efecto causado empleando tres dosis de ozono para comparar el tiempo de vida útil del arándano fresco. En cuanto a la metodología se detallan las concentraciones y tiempo de contacto de cada tratamiento. La variable dependiente es vida útil y las variables independientes: concentración de ozono en 1, 3 y 5 ppm y tiempo de contacto de 1, 3 y 5 min respectivamente. En cuanto a los resultados se muestra el promedio y desviación estándar de los análisis de textura en función del tiempo de exposición a ozono gaseoso y tiempo de contacto para cada uno de los diferentes tratamientos empleados en esta investigación.

Y finalmente para las conclusiones tenemos: La concentración de ozono y tiempo de contacto óptimos para aumentar el tiempo de vida útil fue de 3 ppm de ozono gaseoso con 3 min de contacto y el tiempo de vida útil máximo de arándano fresco en condiciones de refrigeración es de 35 días. Los parámetros tecnológicos que se requieren son: hermeticidad, inyección del gas (cumplimiento de la concentración de cada tratamiento), homogeneidad de la concentración del gas y control de los parámetros para que el tratamiento sea estándar en todos los puntos de la cámara

- Según Urbano, Borja (2018) en el trabajo de investigación titulado “Efectos del ozono sobre la calidad post cosecha de moras de Castilla” que tiene como objetivo determinar el efecto del ozono sobre la calidad post cosecha de moras de Castilla. En cuanto a los resultados y conclusiones tenemos que la calidad sensorial de las moras a partir del día 4 se observaron variaciones; encontrándose mayor significancia en la muestra control y en la concentración de 0,7 ppm de ozono en aire en cuanto a la calidad visual, color, aroma, firmeza e impresión global.

### **2.1.3. Antecedentes regionales:**

- Pasiche, Abad (2018) en el trabajo de investigación titulado “Control de hongos asociados a la pudrición de la corona y detección del inóculo primario en frutos de banano orgánico de exportación en Piura” tiene como objetivo detectar en campo las fuentes de inóculo de la enfermedad de pudrición de la corona en frutos de banano orgánico. En cuanto a la metodología el presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Piura. Finalmente, como conclusiones y recomendaciones se dedujo no incorporar restos de tejidos vegetales, evitar cultivar plantas de mango y vid cerca al área de proceso, no emplear material rustico como la caña de Guayaquil y hojas secas de palma cocotero en el techo de las zonas de proceso y tomar en cuenta la dirección del viento para la instalación de la planta de proceso y ver su desarrollo.
- Arevalo, Quinde (2018) en el proyecto de investigación “Hongos asociados al falso mal de panamá en el cultivo de banano orgánico en el valle del Chira Sullana, Piura” tiene como objetivo realizar descripción sintomatológica y ensayos de patogenicidad de la enfermedad conocida como “Falso Mal de Panamá” en el cultivo de banano orgánico. En cuanto a los resultados obtenidos tenemos los siguientes: descripción de síntomas en hojas, pseudotallo, en raíces, entre otras. Además, se procedió a la identificación y caracterización de hongos. Finalmente, como conclusiones se dedujo que el síntoma principal del FMP al realizar cortes transversales en el pseudotallo del banano se observó lesiones necróticas discontinuas y al hacer cortes longitudinales se apreció necrosis de color marrón oscuro en los haces vasculares de la planta.

## **2.2. Marco Teórico:**

A continuación, se definirán algunos conceptos teóricos de la investigación

### **2.2.1. Ozono:**

Pérez (1999), menciona que el ozono es un compuesto triatómico que se ha utilizado por varios años como agente desinfectante seguro en plantas de tratamiento de agua. En algunos países desarrollados ha tenido diferentes aplicaciones en la industria alimentaria, como en la conservación y desinfección de frutas y hortalizas, por su alto poder oxidativo. Además, es clasificado como GRAS (generalmente reconocido como seguro) para desinfectar alimentos.

### **2.2.2. Tecnología para tratamientos con ozono en frutas.**

El ozono ha sido utilizado desde hace mucho tiempo y tiene una alta reactividad por lo que con poca concentración puede inactivar varias colonias de microorganismos. Para su utilización se debe generar a través de equipos generadores a partir de aire u oxígeno. Se puede utilizar tanto en forma gaseosa como acuosa; la forma gaseosa se puede utilizar además para controlar la aparición de malos olores y para neutralizar el etileno de los productos vegetales. En cambio, la forma acuosa puede utilizarse para la desinfección de equipos y para el lavado de frutas y hortalizas. Los métodos más utilizados para generar ozono son la descarga de corona, el método electroquímico y por radiación ultravioleta (Cantalejo, 2014)

### **2.2.3. Validación de un proyecto de investigación:**

La validación de un proyecto es la verificación para confirmar que todos los pasos de un servicio se están completando con calidad dentro de un contexto de Consultoría Empresarial. Para esto es necesario realizar y poner en práctica diferentes métodos de evaluación de etapas según el tipo de proyecto que se está realizando con la finalidad de comprobarlo mediante los resultados obtenidos para posteriormente aprobarlo. (Avila, 2014).

#### 2.2.4. Parámetros de calidad:

Según FAO (2018), los parámetros de calidad indican el grado de semejanza entre los valores de la base y los valores reales de lo que se está analizando. Pueden utilizarse para evaluar los diferentes aspectos de calidad de una base.

Para el caso, de los parámetros de calidad en agua:

- **Temperatura:** Este es uno de los parámetros físicos más importantes, ya que por lo general influyen en el retardo o aceleración de la actividad biológica, absorción del oxígeno, la desinfección, precipitación de compuestos y los procesos de mezcla, sedimentación y filtración. Existen varios factores que por lo general son ambientales para hacer que la temperatura varíe constantemente. (Paredes Urquieta, 2015)
- **PH:** Este parámetro influye de manera directa ya que ocurren en este tratamiento de agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución del agua.

El monitoreo de pH, es importante para la estabilidad del ozono en el agua, siendo el pH ideal para que la ozonización haga efecto en la desinfección en agua debe ser neutro, estos valores son medidos con pH-metro, ya que por lo general las aguas no contaminadas exhiben un pH en el rango de 6 a 9, es aquí donde se evalúa si existe una variación al momento de aplicar ozono. (HANNA INSTRUMENTS, 2019).

- **Potencia de Oxido reducción:** esto permite medir la concentración del Ozono en el agua, el Valor ideal es 600 mV (Mili voltios) y es medido por un Ozonómetro como parte del tratamiento.

Para el caso, de los parámetros de calidad en la fruta:

- **Apariencia:** Según FAO (2020), esta es la primera impresión que el consumidor recibe y el componente más importante para la aceptación y eventualmente la compra del producto. La frescura y la madurez son parte de la apariencia y poseen componentes que son propios. Además, son indicadores del sabor y aroma que ha de esperarse el ser consumidas.
- **Textura:** Según FAO (2020), en términos de textura, cada producto es valorado diferentemente, ya sea por su firmeza, ausencia de defectos, blandura, jugosidad, etc. Aquí se expresa el grado de diferencia al momento de tocar la fruta con el sentido del tacto.
- **Color uniforme y sabor:** Son los principales parámetros para estimar el grado de madurez de la fruta ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura de la fruta, lo que asociado a los cambios en estos dos parámetros hace que alcance la máxima calidad comestible por parte del mercado consumidor. (FAO, 2020)
- **Seguridad:** Las frutas y hortalizas no solamente deben ser atractivas en cuanto a su apariencia, frescura, presentación y valor nutritivo, sino también su consumo no debe poner en riesgo la salud.
- **Grados Brix:** Desde el punto de vista nutritivo de una fruta, no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. (FAO, 2020).
- **Detección de defectos:** Según DECCO Naturally Postharvest (2018) consiste en detectar correctamente y a tiempo los elementos de la línea de producción que presenten defectos y que no estén aptos para el consumo y también para el comercio de exportación.

## ETAPAS DEL PROCESAMIENTO DE LA FRUTA EN LA EMPACADORA DE APPBOSA- SULLANA, PIURA

1 Recepción



2 Desmane



3 Lavado de la fruta



4 Selección de fruta



5 Ducha



6 Pesado



7 Embalaje



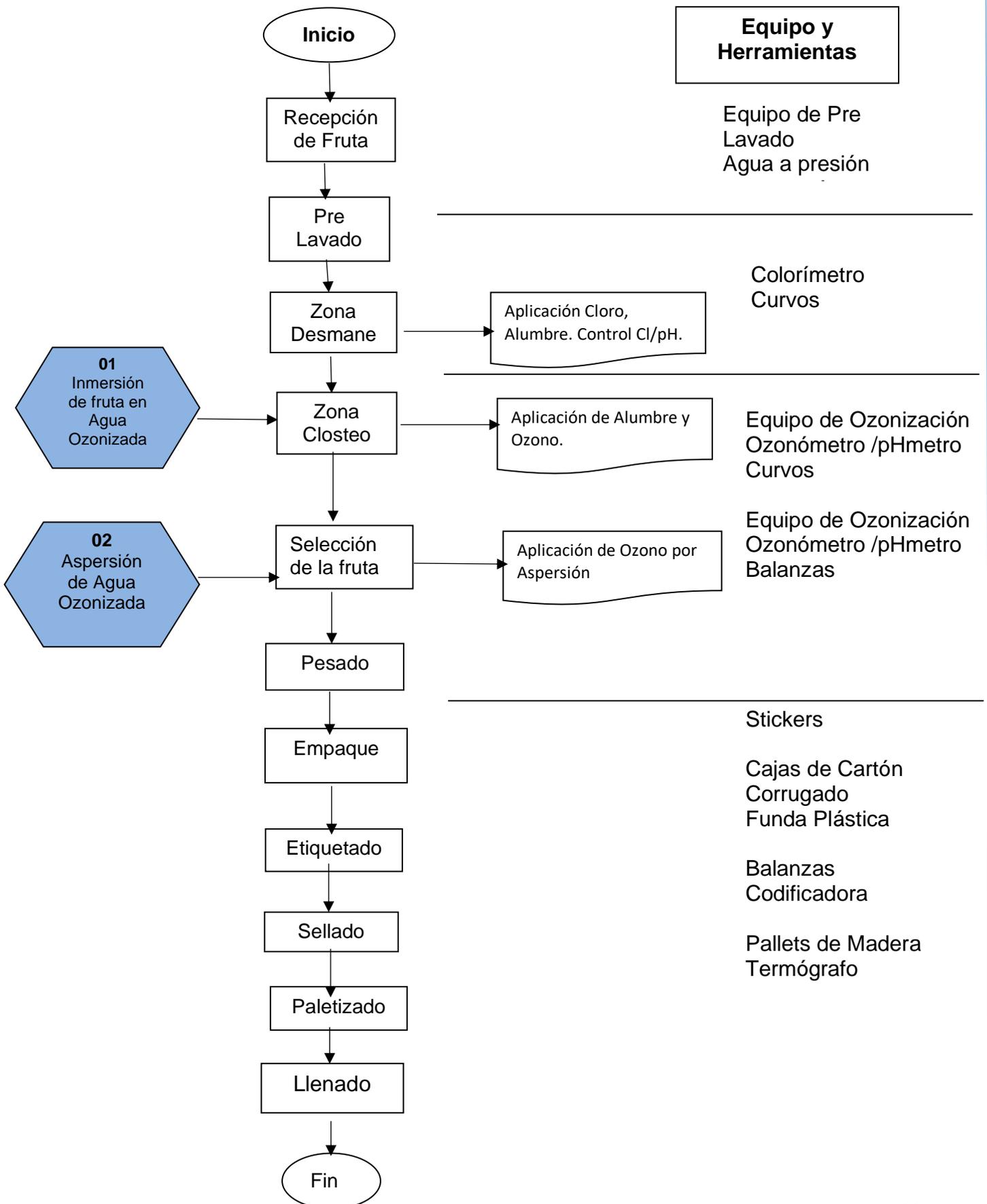
8 Sellado



9 Codificación



## FLUJOGRAMA DE EMPAQUE DE BANANO ORGÁNICO OZONIZADO



### **2.2.5. Proceso de potabilización del agua por ozonización durante la etapa de lavado en la empacadora de banano orgánico**

El tratamiento consiste que los clústeres de banano estarán sumergidos por 15 minutos en la tina de lavado y con una concentración de alumbre 100ml/m<sup>3</sup>agua. Todo el caudal de agua utilizado en el procesamiento es potabilizado con ozono para asegurar la calidad microbiológica del agua, se recomienda niveles de ORP superiores a 650mv.

Para sumergir la fruta en la tina de lavado primero se inicia la potabilización de la totalidad del agua que se utilizara para el procesamiento de la fruta, el agua de recambio también es potabilizada con ozono. Por lo tanto, se utilizará un sistema de ozono agroindustrial para ozonizar el agua conforme se va utilizando. Al iniciar el procesamiento el agua de la tina debe tener un valor ORP superior a 650 mv.

El registro de ORP (Potencial del Oxido reducción), deberá medirse cada 60 a 90 minutos, para registrar una eficiente emisión de ozono en la tina de empaque y verificar la calidad del agua potabilizada.

Posteriormente luego de registrar la concentración ideal de O<sub>3</sub> se sumergirán los clústeres de banano teniendo siempre el control de los tiempos de sumersión.

Luego de 15 minutos que la fruta ha estado sumergida en agua potabilizada con Ozono en la tina de lavado; la fruta se traslada al área de selección, donde se realiza la aspersion por duchas en la fruta, produciéndose así un enjuague del clúster de banano; permitiendo la total remoción de cualquier tipo de contaminante adherido a la superficie. El agua potabilizada con ozono llega presurizada directamente desde el tanque de contacto de agua ozono.

Una vez realizado el lavado de la fruta, en el área de selección y pesado, se procede al empaque de la fruta ozonizada.

La fruta del tratamiento tradicional recibirá la aplicación permitida en producción orgánica, como procedimiento exigido para reducir la incidencia de pudrición de corona en los mercados de destino.

## 2.2.6. Implementación de Potabilización de agua con aplicación de Ozono.

En los siguientes cuadros, se explica de forma resumida la implementación a realizar en tratamientos con aplicación de agua potabilizada con ozono.

### POTABILIZACIÓN DE AGUA POR INMERSION

**Lugar de aplicación:** El ozono será aplicado en la zona de Lavado o zona de closteo donde la fruta será sumergida en agua potabilizada con ozono.

**Disponibilidad de energía trifásica:** La energía trifásica será generada por un equipo generador eléctrico o por fuentes de energías alternativas implementada en el lugar de tratamiento.

**Instalación de Sistema de Ozono Agroindustrial:** El sistema debe estar ubicado en un lugar adecuado para su operación y mantenimiento, no debe estar expuesto a la intemperie, contara con lo necesario para potabilizar de manera continua en línea el agua requerida para los procesos de lavado de banano orgánico

**Instalación de tubería difusora de agua potabilizada con ozono:** La tubería con orificios debe ocupar de extremo a extremo de ancho la tina de lavado, de tal manera que permita repartir, el agua potabilizada, de manera uniforme en todo el volumen de tina, esta estará hecha con tubos de acero inoxidable o también conocidos como PVC

- **Banano Orgánico:** AGROBANCO (2016), indica que es un cultivo que se caracteriza por ser una variedad alternativa alimenticia y un importante

**Difusión de agua potabilizada con ozono en tina de lavado:** El agua será potabilizada garantizando su calidad microbiológica por el sistema de ozono agroindustrial y luego será transportada por presión positiva a la tubería difusora a la tina de lavado.

**Medición de ORP y pH:** El medidor de ozono directo o indirecto permitirá medir la concentración ideal de ozono en la tina (valor mínimo es 650mV al empezar) y se medirá el pH y el ORP del agua cada 90 minutos.

- **Banano Convencional:** Según APROCALI (2010), es aquel que utiliza los métodos convencionales de producción.

**Tiempo en la fruta:** Teniendo la concentración ideal de ozono (valor 650 mV) y pH (neutro de preferencia) la fruta será sumergida en el agua potabilizada con ozono y estará un tiempo de 15 minutos.

fungicidas químicos y otros.

### POTABILIZACIÓN DE AGUA POR ASPERSION

**Lugar de aplicación:** El ozono será aplicado en zona de aspersión o ducha.

**Disponibilidad de energía trifásica:** La energía trifásica será generada por un equipo generador eléctrico o por fuentes de energías alternativas implementada en el lugar de tratamiento.

**Instalación de Sistema de Ozono Agroindustrial:** El sistema debe estar ubicado en un lugar adecuado para su operación y mantenimiento, no debe estar expuesto a la intemperie, contara con lo necesario para potabilizar de manera continua en línea el agua requerida para los procesos de lavado de banano orgánico. Priorizando el agua requerida por los pulverizadores de agua directamente a la fruta.

**Aspersión de agua potabilizada con ozono en etapa de pesado/selección:** El agua potabilizada será producida por el sistema de ozono agroindustrial, será llevada por presión positiva a una presión que favorezca la vida media de las microburbujas, se aplicará por duchas de agua direccionadas en la fruta, produciéndose un enjuague y remoción de cualquier partícula.

**Medición de ORP y pH:** El ozonómetro permitirá medir la concentración Ideal de ozono en la tina (valor ideal de ORP es 750 mV) y se medirá el PH del agua de preferencia neutro con un Ph-metro digital

**Tiempo de en zona de aspersión:** Teniendo la concentración ideal de ozono y pH la aspersión de la fruta con agua potabilizada con ozono 5 a 10 segundos como mínimo.

Luego de la aspersión, la fruta es tratada con la dosis óptima de este ozono, este tratamiento se realiza cuando la fruta es transportada por más de 20 días, pero para tránsitos cortos.

- **Post Cosecha:** AGROBANCO (2019), señala que es el proceso donde luego de la cosecha la fruta es conducida al área de empaque donde a partir de parámetros y normas establecidas se procederá a empacar la fruta seleccionada en cajas ya sean de madera, cartón o plástico.
- **Descarte de fruta:** Según INTA (2018), se le considera a la fruta de segunda calidad y no comercial que presenta un mayor número de defectos originados en campo o en almacenamiento de una empresa u organización a nivel nacional e internacional.
- **Ozono:** IDEAM (2019), menciona que el ozono es una molécula que está compuesta por tres átomos de oxígeno. Se forma con la disociación de los átomos que componen el gas oxígeno que, mediante las colisiones entre ellos, generan la formación del ozono.
- **Pudrición de corona:** Según REDAGRICOLA (2019), la pudrición de la corona en banano es una enfermedad causada por diversas especies de hongos, entre los más conocidos tenemos: *Lasiodiplodia theobromae*, *Colletotrichum musae* y *Fusarium* spp.
- **Sellado con cinta en corona:** Proceso donde se utiliza una cinta especialmente para envolver y proteger la corona del banano orgánico, reduciendo pérdidas y garantizando la calidad y presentación de la fruta
- **Fruta de segunda calidad:** Para mejorar la calidad y el precio, se ha establecido reglas de comercialización exigentes para las frutas y hortalizas, lo que obligaba a retirar del mercado ciertos productos aptos para el consumo, pero de forma y calibre defectuoso (Bruselas, 2008).
- **Proceso productivo:** El proceso productivo se refiere a una serie de acciones donde la materia prima pasa por un proceso de transformación para obtener un producto final. (Rodríguez, 2002).
- **Desmane de banano:** Esta operación consiste en desprender con un cuchillo muy afilado las manos del racimo. El corte debe ser profundo para

asegurarse una corona fuerte con cada mano, en esta operación se deben evitar lesiones en el cuello de los dedos. (Cisneros, 2018)

- **Calidad de fruta:** Se define como un parámetro que puede conducir a una mayor participación en el mercado y ahorro en el costo. Se ha demostrado que las centrales o almacenes hortofrutícolas con más alta calidad son las más rentables y productivas, libres de patógenos y defectos agrícolas.
- **Closteo:** Según la revista Buenas practicas de manufactura (2017), En esta etapa, el personal encargado del closteo, según las especificaciones del mercado elabora los clústeres que se empacarán en el día, dentro de las especificaciones existe un rango mínimo de clúster con 4 dedos hasta un máximo de 7 dedos (gajos). Los mercados de Japón y Asia piden cajas con manos enteras.
- **Empaque de fruta:** Según (Parra, 2017), El empaque permite proteger al producto y evitar en cierto grado su deterioro. La utilización de empaques inadecuada es una de las causas de deterioro y disminución de la calidad en frutas y hortalizas. El empaque contiene productos desde su producción hasta la comercialización final.

## **2.4. Hipótesis:**

En esta investigación, se detalla la siguiente hipótesis:

### **2.4.1. Hipótesis General:**

La validación con tecnología de ozono durante la etapa de lavado de banano orgánico mejorará la calidad de fruta en la Cooperativa APPBOSA.

## **2.5. Variables e indicadores:**

La presente investigación consta de las siguientes variables:

- **2.5.1. Variable independiente:** Sistema de ozono durante la etapa de lavado de banano orgánico.

- **2.5.2. Variable dependiente:** Evaluación de los parámetros de calidad en la fruta cosechada.

A continuación, esto se resume en el siguiente cuadro de operacionalización para cada variable:

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>V.I: Sistema de ozono durante la etapa de lavado.</b>	<p>Se define como la aplicación de este elemento químico denominado ozono (O3) para eliminar y reducir el nivel de pudrición de corona al momento de proceder a lavar el banano en las tinas.</p> <p>En definitiva, un tratamiento con ozono nos permite disfrutar de una fruta de calidad libre de microorganismos biológicos quien son los que atacan al banano.</p>	<p>Esta tecnología se basa, fundamentalmente, en lograr identificar cada parámetro de calidad con la dosis adecuada de ozono.</p> <p>En la mayoría de casos se recomienda concentraciones de entre 0.3 y 0.6 ppm de ozono durante unos tres o cuatro minutos son suficientes para conseguir una calidad de fruta excepcional y desinfectada.</p>	<p>✓ Manejo Post Cosecha en APPBOSA</p> <p>✓ Tratamientos de agua empleando el ozono</p>	<p>✓ Dosis aplicadas de ozono</p> <p>✓ Medición de las dosis óptimas</p>
<b>V.D: Evaluación de los parámetros de calidad en la fruta.</b>	<p>Los parámetros de calidad indican el grado de semejanza entre los valores de una base y los valores reales de lo que se está analizando. Pueden utilizarse para evaluar los diferentes aspectos de calidad de lo que se está estudiando.</p>	<p>El objetivo del estudio fue evaluar parámetros de calidad en el banano orgánico que ayuden a definir la diferencia entre fruta ozonizada y una fruta normal, con la finalidad de asegurar la ausencia de pudrición de corona en los destinos de exportación.</p>	<p>✓ Parámetros de calidad para la fruta cosechada</p> <p>✓ Mejora de calidad en el proceso de la empacadora</p>	<p>✓ Color</p> <p>✓ Textura</p> <p>✓ Peso</p> <p>✓ Sabor</p> <p>✓ Grados Brix</p>

## **CAPITULO III: METODOLOGIA EMPLEADA**

### **3.1. Tipo y nivel de investigación:**

El tipo de investigación es: aplicada porque se estaría resolviendo el problema de investigación mediante la validación de datos en la Cooperativa, utilizando los resultados obtenidos y el nivel es: correlacional, debido a que se establecieron las relaciones existentes entre la asociación de las variables tanto independiente como dependiente mediante pruebas correlacionales.

### **3.2. Población y muestra del estudio:**

A continuación, se detallará la población y muestra de la presente investigación:

#### **3.2.1. Población:**

Se tomará en cuenta la capacidad total de cajas de banano orgánico exportadas por semana en la empacadora de APPBOSA tomando como referencia el siguiente dato brindado por la Cooperativa:

- TOTAL, CAJAS DE BANANO EXPORTADAS= 1080

#### **3.2.2. Muestra:**

Se tomará en cuenta al azar 4 cajas de banano orgánico empleando el sistema con ozono para poder compararlas con 4 cajas de banano empleando el sistema tradicional, tomando como referencia el siguiente dato brindado por la Cooperativa:

- TOTAL, BANANOS TRATADOS CON OZONO Y SIN OZONO = 960

### **3.3. Materiales y equipos:**

- ✓ Equipo generador de ozono
- ✓ Bomba de Agua
- ✓ Medidor de pH
- ✓ Medidor de Ozono - Ozonómetro
- ✓ Parrilla Metálica Difusora de Ozono

- ✓ Generador de Energía Eléctrica – Monofásico
- ✓ Balón de oxígeno
- ✓ Tuberías metálicas con orificios difusora de ozono
- ✓ Refractómetro digital
- ✓ Mangueras y conexiones complementarias.

El tratamiento con el ozono en el proceso post cosecha de la empacadora en la Cooperativa se realizará mediante 2 métodos:

- a. Método de inmersión: este método se aplica durante la etapa de lavado de la fruta, en cada una de las tinas de cerámica.
- b. Método de aspersión: este método se aplica con empleo de duchas o aspersores donde se realizará en la etapa de selección y pesado de fruta.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

Se empleará la técnica por observación y recopilación de datos en la Cooperativa APPBOSA, siendo seleccionado 4 cajas de banano orgánico en forma aleatoria para proceder a la evaluación de parámetros de calidad en la fruta tratada con ozono durante ese periodo de tiempo.

Además, los datos a estudiar serán evaluados por mi persona considerando la simulación de 21 días en la llegada de las cajas de banano orgánico hacia los mercados de destino como el mercado europeo, americano y asiático.

Para este caso se trabajará un número determinado de muestras de banano orgánico tratados con ozono y también para las muestras de banano orgánico sin ozono con el fin de evaluar las características físicas y organolépticas de la fruta

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento y análisis de datos validados en esta investigación, se empleará Microsoft Excel tomando en cuenta los reportes de calidad para la fruta tratada.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

A continuación, se mostrarán los siguientes resultados obtenidos de esta presente investigación:

#### 4.1.1. Objetivo específico 01: Analizar las características físicas / organolépticas iniciales del banano orgánico al momento de emplear el tratamiento con ozono.

Estos primeros resultados han sido validados simulando 21 días de exportación y así mismo se ha podido evidenciar directamente mediante la toma de **fotografías** a lo largo de este periodo de tiempo.

##### a. Color:

Según Moreno & Deaquiz (2016): El color es uno de los parámetros más importantes al momento de la cosecha y comercialización del banano orgánico y es un atributo de calidad importante tomado en cuenta por el consumidor al momento de adquirir la fruta.

El color del banano depende de su maduración, este parte desde un verde muy marcado hasta un amarillo intenso; la primera señal de maduración es la desaparición del color verde pronunciado, empezando a manifestarse tonos amarillentos, o más conocidos como “verde limón”.

El cambio de color se da cuando las clorofilas se degradan principalmente por los cambios de pH, ya que la disminución de este, en la fruta significa aumento en la madurez de la fruta.

La coloración de las frutas está asociada a la síntesis de las antocianinas y la aplicación de ozono gaseoso en altas concentraciones podría decolorarlas (Carvalho, 2015).

En el día inicial de la evaluación, el color se midió inmediatamente después de la inyección del ozono en la empacadora y posteriormente luego de haber transcurrido el periodo de 21 días en la cámara de refrigeración del INIA.

A continuación, se está evidenciando una muestra (caja de banano tratado con ozono antes de la maduración)

**FIGURA 1.** Fotografías en la cámara de refrigeración del INIA- Sullana al momento de realizar la evaluación para el color de la fruta ozonizada antes de la maduración



**Nota:** Bananos ozonizados (Incubados a 13.5°C): antes de maduración en cámara de refrigeración del INIA- Sullana

Para este tratamiento con ozono, se pudo observar que el color de la fruta es consistente y verde claro, además se detecta la eliminación de hongos en la corona y con ausencia de pudrición en cada uno.

A continuación, se está evidenciando una muestra (caja de banano tratado con ozono después del periodo de maduración)

**FIGURA 2.** Fotografías en las oficinas del área técnica INIA- Tambogrande al momento de realizar la evaluación para el color de la fruta ozonizada después de su maduración



**Nota:** Bananos ozonizados después de su maduración en instalaciones del INIA- Tambogrande

La coloración amarilla en el banano es uno de los criterios más útiles y más usados en la clasificación de la fruta, pues gracias a ella se sabe si este inició el proceso de maduración como corresponde. Así es posible estimar la vida útil del producto para su transporte y venta al mercado exterior.

Posteriormente maduran con facilidad en cámaras acondicionadas. En el proceso de maduración el almidón de la fruta se transforma en azúcar y al mismo tiempo se forman las sustancias aromáticas y los ácidos que equilibran la dulzura dependiendo de la variedad de la fruta.

Para este tratamiento con ozono, se pudo observar que el color de la fruta presenta un color amarillo con coloraciones verdes en el pedúnculo de cada dedo, además se detecta que no hay indicios de pudrición en la corona.

## b. Firmeza y textura:

Según Cantalejo (2014): La firmeza es un atributo de las frutas que está relacionado con la delicadeza, factor importante que se toma en cuenta durante el manejo postcosecha. La firmeza puede ser medida a través del tacto o con instrumentos especializados.

“Ordoñez Arturo Gabriel (2005), en su tesis de grado nos indica que comúnmente para la evaluación de este parámetro en los bananos, se ha centrado en el ablandamiento de la pulpa, mediante el sentido del tacto”

Según, Silva (2014), el estudio y conocimiento de la textura como propiedad física del alimento es de suma importancia para determinar la aceptabilidad del mismo. El consumidor prefiere aquellos alimentos que resulten agradables sensorialmente. Esta aceptación es determinante en algunos ejemplos como es el caso de frutas, hortalizas, entre otros.

El ablandamiento de la pulpa de los frutos es uno de los mecanismos bioquímicos que plantea más problemas a la hora de optimizar su comercialización ya que además de producir una sobre maduración aumenta la sensibilidad a los daños mecánicos y al ataque fúngico.

A continuación, se está evidenciando este parámetro de calidad antes y después de la maduración, mediante la “palpación” de la fruta.

**FIGURA 3.** Evaluación de calidad para la textura en bananos ozonizados antes del periodo de maduración.



**FIGURA 4.** Evaluación de calidad para la textura y firmeza en bananos ozonizados después del periodo de maduración.



**Nota:** *Palpación de banano ozonizado después de la maduración en INIA- Tambogrande*

El banano comúnmente es de forma alargada, y lo encontramos en el mercado en grupos de tres a veinte, de forma similar a un pepino triangular.

Para esta investigación, se observa una disminución progresiva de la firmeza conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento de las cajas incubadas a una temperatura de 13.5°C y cuanto más alta fue la concentración de ozono, mejor se mantuvo la firmeza de la fruta antes de su maduración.

Según esta observación, se pudo concluir que la corona de banano tratada con ozono una vez que haya madurado, presentó una corona consistente.

**c. Peso:**

El productor bananero debe tener claro que lo que vende no son cajas, lo que vende es “peso”. Y es por esto que, se vuelve imprescindible tener un control de este parámetro dentro de este proceso de empaque.

La herramienta de trabajo del operador responsable en la etapa del pesado de las cajas, es una balanza digital. Este tipo de balanza no almacena

información, simplemente sirve para que el operador pueda verificar si la caja cumple con el peso referencial respectivo (dependiendo del tipo de marca).

Entre las ventajas para implementar una tecnología innovadora como el ozono en la producción del banano es que permite analizar el porcentaje de efectividad de cantidad de cajas dentro del rango de tolerancia aceptable con la finalidad de exportar un número máximo de cajas.

Para este caso el peso de cajas con banano ozonizado se mantiene estándar a las cajas de banano empleando el sistema tradicional, es decir con 18.14 Kg antes y después de su maduración.

Al momento de la evaluación, cada caja de banano fue pesada en la balanza dentro de la empacadora de APPBOSA, antes de ser llevada a la cámara de maduración del INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias)

A continuación, se está evidenciando el momento en donde los clústeres de banano están siendo pesados en la balanza de la empacadora, luego ser empacados y posteriormente para ser llevadas a la cámara de refrigeración.

**FIGURA 5.** Evaluación de peso para la fruta con tratamiento de ozono en una balanza digital de la empacadora de APPBOSA.



**Nota:** *Peso de cajas durante el proceso para la fruta ozonizada antes de la maduración*

**FIGURA 6.** Llenado y traslado de las cajas de banano con ozono hacia la cámara de refrigeración del INIA- SULLANA



**Nota:** El peso de las cajas con banano ozonizado fue de 18.20 Kg para cada una.

**FIGURA 7.** Evaluación del peso para una caja de banano tratado con ozono después del periodo de maduración en el INIA- Tambogrande



**Nota:** Peso de cajas se mantiene igual para la fruta ozonizada después de la maduración

**d. Sabor:**

El paladar del ser humano puede detectar diferentes sabores como el dulce, amargo, ácido, agrio, entre otros más, pero siempre hay uno que es el resultado de la conjugación perfecta de todos los sabores mencionados anteriormente.

El sabor es la sensación que se presenta en la boca cuando se coloca un alimento dentro y se percibe claramente cuando en conjunto con el olfato genera una serie de sensaciones en boca del cliente.

**TABLA 2.** Encuesta para la evaluación en sabor del banano en tratamiento con ozono frente al tratamiento tradicional.

<b>EVALUACIÓN PARA EL SABOR DEL BANANO</b>	
<b>Tratamiento con ozono</b>	<b>Tratamiento tradicional</b>
1) ¿Cuál es el sabor que sentiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"><li>• Muy dulce ( )</li><li>• Dulce ( )</li><li>• Amargo ( )</li><li>• Ácido ( )</li></ul>	1) ¿Cuál es el sabor que sentiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"><li>• Muy dulce ( )</li><li>• Dulce ( )</li><li>• Amargo ( )</li><li>• Ácido ( )</li></ul>
2) En base a la pregunta anterior, ¿en qué tiempo sentiste el sabor que elegiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"><li>• De inmediato ( )</li><li>• Tiempo intermedio ( )</li><li>• Al final ( )</li></ul>	2) En base a la pregunta anterior, ¿en qué tiempo sentiste el sabor que elegiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"><li>• De inmediato ( )</li><li>• Tiempo intermedio ( )</li><li>• Al final ( )</li></ul>
3) ¿Volverías a repetir una vez más? <ul style="list-style-type: none"><li>• Si ( )</li><li>• No ( )</li></ul>	3) ¿Volverías a repetir una vez más? <ul style="list-style-type: none"><li>• Si ( )</li><li>• No ( )</li></ul>

#### e. Grado Brix:

Según Toledo (2016), los grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) son una unidad de cantidad que mide el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Por ejemplo, una solución de 25  $^{\circ}\text{Bx}$  tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución.

Los grados Brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, pero comúnmente se utiliza un “refractómetro”.

El tipo más común de refractómetro utilizado para evaluar el contenido de los sólidos solubles totales en las frutas, incluyendo el banano y plátano, es el refractómetro manual. La cantidad de azúcar en la fruta es esencial ya sea para consumo en fresco mejorando su sabor como para la elaboración de ciertos productos ya que las normativas exigen que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado y establecido.

A continuación, se está evidenciando mediante fotografías una muestra (un racimo de banano tratado con ozono después del periodo de maduración)

**FIGURA 8.** Fotografía al momento de realizar un corte transversal de coronas del banano con tratamiento de ozono para proceder a la evaluación de grados brix.



**Nota:** Se empleó un cuchillo afilado para dicha evaluación

**FIGURA 9.** Procedimiento de raspado de la pulpa de banano con ozono para proceder a colocarlo y evaluar en el refractómetro



**Nota:** Se empleó un cuchillo afilado para dicha evaluación

**FIGURA 10.** Evidencia de la evaluación de grados brix para un banano ozonizado que dió como resultado 30 Grados Brix.



**Nota:** Se empleó un refractómetro, y se dedujo que el porcentaje de dulzura para la fruta con ozono fue mayor a la fruta tradicional

**4.1.2. Objetivo específico 02: Realizar una comparación de los parámetros de calidad empleando las muestras tratadas con el sistema de ozono frente a otras muestras empleadas con el sistema tradicional.**

Para este resultado, se explicará cada parámetro de calidad (color, textura, peso y grados brix), en donde se le hizo su respectiva evaluación tanto antes como después de la maduración de la fruta.

Esto, se desarrolló mediante un cuadro comparativo tomando como evidencias unas fotografías tomadas en el momento donde se realizó cada evaluación a su parámetro de calidad correspondiente.

Para el sistema con ozono y tradicional, se emplearon 1 muestra (caja) para la evaluación de cada parámetro dentro de la cámara de refrigeración donde la fruta permaneció 21 días simulando el periodo de transporte en barco para exportación hacia el mercado de destino.

Posteriormente, se llevó la fruta hacia una “cámara de maduración” en donde estuvo almacenada 3 días, se le aplicó etileno para complementar la maduración de la fruta, para finalmente proceder al retiro de las cajas de banano, en su mayoría ya maduras y listas para evaluarlas.

**TABLA 2.** Cuadro comparativo en ambos tratamientos para evaluar los parámetros de calidad antes de la maduración de la fruta

<b>PARAMETROS DE CALIDAD PARA LA FRUTA (ANTES DE SU MADURACIÓN)</b>	
<b>TRATAMIENTO CON OZONO</b>	<b>TRATAMIENTO TRADICIONAL (SIN OZONO)</b>
<p><b>COLOR</b></p>  <p><b>Observación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para esta muestra de banano ozonizado, el color de la fruta es totalmente verde de manera uniforme para cada uno. Además de tener este color, se pudo observar que presenta ausencia de pudrición en la corona</li> </ul>	<p><b>COLOR</b></p>  <p><b>Observación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para esta muestra de banano, el color de la fruta se mantiene totalmente verde. Además de presentar este color, se pudo observar que la corona se encuentra húmeda y de color oscura por completo (pudrición).</li> </ul>

### FIRMEZA Y TEXTURA



#### Observación:

- Para esta muestra de banano ozonizado, se dedujo que presenta una firmeza dura y una textura consistente, al momento de palpar la fruta.

### FIRMEZA Y TEXTURA



#### Observación:

- Para esta muestra de banano tradicional, se dedujo que también presenta una firmeza dura y una textura consistente, pero con una frecuencia menor.

**PESO**



**Observación:**

- Para esta muestra de banano ozonizado, se procedió a pesar una caja como muestra en una balanza digital que dio como resultado 18.14 kg.

**PESO**



**Observación:**

- Para esta muestra de banano, se procedió a pesar una caja entera, que dio como resultado 18.20 kg. En conclusión, el peso se mantiene casi constante al otro tratamiento.

**TABLA 3.** Cuadro comparativo en ambos tratamientos para evaluar los parámetros de calidad después de la maduración

<b>TRATAMIENTO CON OZONO</b>	<b>TRATAMIENTO TRADICIONAL (SIN OZONO)</b>
<p data-bbox="629 328 745 357" style="text-align: center;"><b>COLOR</b></p>  <p data-bbox="584 938 790 967" style="text-align: center;"><b>Observación:</b></p> <ul data-bbox="282 995 1144 1193" style="list-style-type: none"><li>• En la muestra de banano ozonizado, se observa que el color de la fruta es amarillo con pedúnculo de coloración verde. Además, se pudo deducir que presenta ausencia de pudrición en la corona. (Ver anexo 30)</li></ul>	<p data-bbox="1570 328 1686 357" style="text-align: center;"><b>COLOR</b></p>  <p data-bbox="1518 938 1724 967" style="text-align: center;"><b>Observación:</b></p> <ul data-bbox="1216 995 2078 1193" style="list-style-type: none"><li>• El color de la fruta se mantiene amarillo verdoso. Además de presentar este color, se pudo observar que la corona se encuentra podrida, húmeda y de color oscura por completo. (Ver anexo 30)</li></ul>

### FIRMEZA Y TEXTURA



#### Observación:

- Para esta muestra de banano ozonizado, se dedujo que presenta una firmeza blanda, pero con una textura consistente. Además, se procedió a palpar cada banano.

### FIRMEZA Y TEXTURA



#### Observación:

- Para esta muestra de banano tradicional, se dedujo que también presenta una firmeza blanda, pero con una textura inconsistente.

PESO



**Observación:**

- Para esta muestra de banano ozonizado, se procedió a pesar una caja entera, que dio como resultado 18.20 kg, tomando como referencia que esta caja contenía 18 clústeres de banano.

PESO



**Observación:**

- Para esta muestra de banano, se procedió a pesar una caja entera, que dio como resultado 18.20 kg, tomando como referencia que esta caja contenía 17 clústeres de banano. En conclusión, el peso se mantiene igual

### GRADOS BRIX



- Para esta muestra de banano ozonizado se procedió a evaluar con ayuda del refractómetro digital, el porcentaje de dulzura tomando como referencia el promedio de 4 muestras que fue de 29.25 %. El grado brix fue mayor

### GRADOS BRIX



- Para esta muestra de banano tradicional, se procedió a evaluar con ayuda del refractómetro, para determinar el porcentaje de dulzura tomando como referencia 4 muestras que fue 28.86 %. El grado brix fue menor al del ozono.

**4.1.3. Objetivo específico 03: Verificar los parámetros de calidad para ambos tratamientos con la finalidad de comparar con el formato establecido por la misma Cooperativa**

Para este tercer resultado, se explicará mediante la tabulación de este formato para evaluar las muestras tratadas con el sistema de ozono y con el sistema tradicional en la empacadora de la Cooperativa APPBOSA.

**TABLA 4.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la primera muestra empleando sistema con ozono.

<b>Parcela:</b>		<b>Año:</b>	2022
-----------------	--	-------------	------

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO CON OZONO PARA MUESTRA 01**

Fecha: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_  
 Empacadora: \_\_\_\_\_ Jefe de Planta: \_\_\_\_\_  
 Semana: \_\_\_\_\_

PARAMETROS	EVALUACIÓN	METODO DE APLICACIÓN			
		MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)	DOSIS (ppm/min)	MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)	DOSIS (ppm/min)
COLOR					
FIRMEZA Y TEXTURA					
SABOR					
PESO					
GRADO BRUX					

**OBSERVACIONES:**

Firma Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

**TABLA 5.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la segunda muestra empleando sistema con ozono.

<b>Parcela:</b>	
-----------------	--

<b>Año:</b>	2022
-------------	------

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO CON OZONO PARA MUESTRA 02**

Fecha: \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_

Empacadora: \_\_\_\_\_

Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

PARAMETROS	EVALUACIÓN	METODO DE APLICACIÓN			
		MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)	DOSIS (ppm/min)	MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)	DOSIS (ppm/min)
COLOR					
FIRMEZA Y TEXTURA					
SABOR					
PESO					
GRADO BRIX					

**OBSERVACIONES:**

Firma Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

**TABLA 6.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la tercera muestra empleando sistema con ozono

<b>Parcela:</b>	
-----------------	--

<b>Año:</b>	2022
-------------	------

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO CON OZONO PARA MUESTRA 03**

Fecha: \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_

Empacadora: \_\_\_\_\_

Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

PARAMETROS	EVALUACIÓN	METODO DE APLICACIÓN			
		MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)	DOSIS (ppm/min)	MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)	DOSIS (ppm/min)
COLOR					
FIRMEZA Y TEXTURA					
SABOR					
PESO					
GRADO BRUX					

**OBSERVACIONES:**

Firma Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

**TABLA 7.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la cuarta muestra empleando sistema con ozono

Parcela:

Año:

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO CON OZONO PARA MUESTRA 04**

Fecha: \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_

Empacadora: \_\_\_\_\_

Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

PARAMETROS	EVALUACIÓN	METODO DE APLICACIÓN			
		MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)	DOSIS (ppm/min)	MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)	DOSIS (ppm/min)
COLOR					
FIRMEZA Y TEXTURA					
SABOR					
PESO					
GRADO BRUX					

**OBSERVACIONES:**

Firma Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

**TABLA 8.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la primera muestra empleando el sistema tradicional.

<b>Parcela:</b>	
-----------------	--

<b>Año:</b>	2022
-------------	------

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO TRADICIONAL PARA MUESTRA 01**

Fecha: \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_

Empacadora: \_\_\_\_\_

Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

		MÉTODO DE APLICACIÓN	
PARAMETROS	EVALUACIÓN		
COLOR		MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)	MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)
FIRMEZA Y TEXTURA			
SABOR			
PESO			
GRADO BRUX			

**OBSERVACIONES:**

Firma Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

**TABLA 9.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la segunda muestra empleando el sistema tradicional

**Parcela:** \_\_\_\_\_

**Año:** 2022

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO TRADICIONAL PARA MUESTRA 02**

Fecha: \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_

Empacadora: \_\_\_\_\_

Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

		MÉTODO DE APLICACIÓN	
PARAMETROS	EVALUACIÓN	MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)	MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)
COLOR			
FIRMEZA Y TEXTURA			
SABOR			
PESO			
GRADO BRUX			

**OBSERVACIONES:**

Firma Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

**TABLA 10.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la tercera muestra empleando el sistema tradicional

**TABLA 11.**

<b>Parcela:</b>	<b>Año:</b> 2022
-----------------	------------------

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO TRADICIONAL PARA MUESTRA 03**

Fecha: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_

Empacadora: \_\_\_\_\_ Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

		<b>METODO DE APLICACIÓN</b>	
<b>PARAMETROS</b>	<b>EVALUACIÓN</b>		
COLOR		<b>MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)</b>	<b>MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)</b>
FIRMEZA Y TEXTURA			
SABOR			
PESO			
GRADO BRUX			
GRADO BRUX			

**OBSERVACIONES:**

Firma Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

**TABLA 11.** Formato explicativo de la Cooperativa APPBOSA, donde consta el registro para evaluación de la cuarta muestra empleando el sistema tradicional

<b>Parcela:</b>	
-----------------	--

<b>Año:</b>	2022
-------------	------

**REGITRO EMPLEANDO TRATAMIENTO TRADICIONAL PARA MUESTRA 04**

Fecha: \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_

Empacadora: \_\_\_\_\_

Jefe de Planta: \_\_\_\_\_

Semana: \_\_\_\_\_

		MÉTODO DE APLICACIÓN	
PARAMETROS	EVALUACIÓN		
COLOR		<b>MÉTODO POR INMERSIÓN (Tinas de lavado)</b>	<b>MÉTODO POR ASPERSIÓN (Selección/ pesado)</b>
FIRMEZA Y TEXTURA			
SABOR			
PESO			
GRADO BRUX			

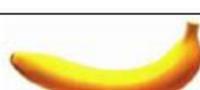
**OBSERVACIONES:**

**4.1.4 Objetivo específico 04: Evaluar los parámetros finales como color, textura, peso, sabor y grados brix en relación a los parámetros de calidad para la fruta ozonizada y para la fruta no ozonizada.**

- ✓ **COLOR:** Para este parámetro, primero se procederá a la evaluación de la fruta (en porcentaje) empleando el método por observación antes de su maduración, posteriormente se evaluará la fruta después de la maduración.

Según la Escala de *Von Loesecke* para medir el color antes y después de la maduración del banano orgánico, se tomará en cuenta esta tabla para distinguir el color de la fruta en ambos tratamientos.

**TABLA 12.** Escala de valoración según “Von Loesecke”, para determinar el color del banano antes y después de su maduración para ambos tratamientos.

COLOR	DESCRIPCIÓN
	1- Totalmente verde
	2- Verde con trazos amarillos
	3- Más verde que amarillo
	4- Más amarillo que verde
	5- Amarillo con puntas verdes
	6- Completamente amarilla
	7- Amarilla con áreas marrones

**Fuente:** Rodríguez (2019)

**TABLA 13.** Cuadro comparativo para evaluación de color en las 4 muestras de banano antes de la maduración para el tratamiento con ozono y tradicional.

<b>PARAMETRO DE CALIDAD: COLOR (ANTES DE MADURACIÓN)</b>	
Tratamiento con ozono	Tratamiento tradicional
<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 1. Cabe mencionar que la corona presento una coloración marrón.</p>	<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra se observó la mano evaluada con grado 1, pero con la corona marrón</p>
<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 2. Cabe mencionar que la corona presentó una coloración marrón</p>	<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra se observó la mano evaluada con grado 2, pero con la corona oscura.</p>
<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 1. Cabe mencionar que la corona presentó una coloración oscura</p>	<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra se observó la mano evaluada con grado 2, pero con la corona oscura.</p>
<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta cuarta muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 1. Cabe mencionar que la corona presentó una coloración marrón</p>	<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta cuarta muestra se observó la mano evaluada con grado 1, pero con la corona oscura.</p>
<p><b>Interpretación:</b> El 75% de la fruta presentó grado 1 y el 25% de la fruta presentó grado 2. Cabe mencionar que predominó el color marrón en las coronas</p>	<p><b>Interpretación:</b> El 50% de la fruta presentó grado 1 y el 50% de la fruta presentó grado 2. Cabe mencionar que predominó el color oscuro en las coronas</p>

**TABLA 14.** Cuadro comparativo para evaluación de color en las 4 muestras de banano después de la maduración para el tratamiento con ozono y tradicional.

<b>PARAMETRO DE CALIDAD: COLOR (DESPUES DE MADURACIÓN)</b>	
Tratamiento con ozono	Tratamiento tradicional
<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 6. Cabe mencionar que la corona presento una coloración marrón.</p>	<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra se observó la mano evaluada con grado 7, pero con la corona marrón</p>
<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 6. Cabe mencionar que la corona presentó una coloración marrón</p>	<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra se observó la mano evaluada con grado 7, pero con la corona oscura.</p>
<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 5. Cabe mencionar que la corona presentó una coloración oscura</p>	<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra se observó la mano evaluada con grado 6, pero con la corona oscura.</p>
<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta cuarta muestra de banano se observó la mano evaluada con grado 6. Cabe mencionar que la corona presentó una coloración marrón</p>	<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta cuarta muestra se observó la mano evaluada con grado 6, pero con la corona oscura.</p>
<p><b>Interpretación:</b> El 75% de la fruta presentó grado 6 y el 25% de la fruta presentó grado 5. Cabe mencionar que predominó el color marrón en las coronas.</p>	<p><b>Interpretación:</b> El 50% de la fruta presentó grado 7 y el 50% de la fruta presentó grado 6. Cabe mencionar que predominó el color oscuro en las coronas</p>

- ✓ **TEXTURA:** Para este parámetro, se procederá a la evaluación de la fruta empleando el sentido del tacto antes de su maduración, tomando como referencia 1 mano/ caja para ambos tratamientos.

Luego, se procederá a la evaluación de la fruta después del periodo de maduración, de igual manera tomando como referencia 1 mano/ caja para ambos tratamientos. Por lo tanto, es importante determinar la firmeza de la pulpa durante la maduración de la fruta

Generalmente, la firmeza en la mayoría de los bananos, no cambia significativamente durante las etapas tempranas de maduración, pero al progresar el crecimiento, pueden ocurrir cambios en la firmeza de la pulpa.

Bajo condiciones normales de almacenamiento, los bananos, sufren transformaciones de textura a medida que pasan a través del proceso de maduración.

La fruta crujiente, dura y verde se convierte en una fruta amarilla con la pulpa interna tierna y suave en la etapa óptima de madurez, y se torna blanda a medida que avanza hacia la senescencia.

La pérdida de la firmeza durante la maduración lleva a una calidad más baja y una mayor incidencia de daños mecánicos durante la manipulación y transporte. La pérdida de la firmeza de la pulpa durante la maduración varía de acuerdo al cultivar.

Finalmente, la firmeza de la pulpa a menudo está relacionada con la maduración, implicando que, al progresar la maduración, la firmeza de la pulpa disminuye

**TABLA 15.** Cuadro comparativo para evaluación de color en las 4 muestras de banano después de la maduración para el tratamiento con ozono y tradicional

<b>PARAMETRO DE CALIDAD: TEXTURA (ANTES DE MADURACIÓN)</b>	
Tratamiento con ozono	Tratamiento tradicional
<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra de banano presentó una textura dura en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>	<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra de banano presentó una textura dura en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona humedecida.</p>
<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra de banano presentó una textura blanda. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>	<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra de banano presentó una textura dura en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia humedecida.</p>
<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra de banano presentó una textura dura en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona humedecida.</p>	<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra de banano presentó una textura crujiente en la pulpa. Cabe mencionar que se observó la corona humedecida.</p>
<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta cuarta muestra de banano presentó una textura dura en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>	<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta cuarta muestra de banano presentó una textura crujiente en la pulpa. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>
<p><b>Interpretación:</b> El 25% de la fruta presentó una textura BLANDA en la fruta mientras que el 75% presentó una textura DURA. Predominó la consistencia seca en corona.</p>	<p><b>Interpretación:</b> El 75% de la fruta presentó una firmeza dura en la fruta, mientras que el 25% presentó textura blanda. Predominó la consistencia humedecida en corona.</p>

**TABLA 16.** Cuadro comparativo para evaluación de textura en las 4 muestras de banano después de la maduración para el tratamiento con ozono y tradicional.

<b>PARAMETRO DE CALIDAD: TEXTURA (DESPUES DE MADURACIÓN)</b>	
Tratamiento con ozono	Tratamiento tradicional
<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra de banano presentó una textura blanda en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>	<p>MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta primera muestra de banano presentó una textura suave en la pulpa. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia humedecida.</p>
<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra de banano presentó textura suave en la pulpa. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>	<p>MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta segunda muestra de banano presentó textura blanda en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia humedecida.</p>
<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra de banano presentó textura suave en la pulpa. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>	<p>MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> En esta tercera muestra de banano presentó una textura blanda en la cáscara. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>
<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> presentó textura suave en la pulpa. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia humedecida.</p>	<p>MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)</p> <p><b>Observación:</b> presentó textura suave en la pulpa. Cabe mencionar que se observó la corona de consistencia seca.</p>
<p><b>Interpretación:</b> El 75% de la fruta presentó una textura suave en la pulpa, mientras que el 25% presentó una textura blanda en la cáscara. Cabe mencionar que predominó la sequedad en corona.</p>	<p><b>Interpretación:</b> El 50% de la fruta presentó una textura suave en la pulpa, mientras que el 50% presentó una textura blanda en la cáscara. Cabe mencionar que predominó la humedad en corona.</p>

- ✓ **SABOR:** Para este parámetro, se procederá a la evaluación muestral empleando la técnica de investigación de la “encuesta” para cada operario.

**TABLA 17.** Encuesta para la evaluación de la fruta para el tratamiento con ozono y para el tratamiento tradicional.

<b>ENCUESTA PARA EVALUAR EL SABOR DEL BANANO</b>	
Tratamiento con ozono	Tratamiento tradicional
1) ¿Cuál es el sabor que sentiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy dulce ( )</li> <li>• Dulce ( )</li> <li>• Amargo ( )</li> <li>• Ácido ( )</li> </ul>	1) ¿Cuál es el sabor que sentiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy dulce ( )</li> <li>• Dulce ( )</li> <li>• Amargo ( )</li> <li>• Ácido ( )</li> </ul>
2) En base a la pregunta anterior, ¿en qué tiempo sentiste el sabor que elegiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"> <li>• De inmediato ( )</li> <li>• Tiempo intermedio ( )</li> <li>• Al final ( )</li> </ul>	2) En base a la pregunta anterior, ¿en qué tiempo sentiste el sabor que elegiste al probarlo? <ul style="list-style-type: none"> <li>• De inmediato ( )</li> <li>• Tiempo intermedio ( )</li> <li>• Al final ( )</li> </ul>
3) ¿Volverías a repetir una vez más? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si ( )</li> <li>• No ( )</li> </ul>	3) ¿Volverías a repetir una vez más? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si ( )</li> <li>• No ( )</li> </ul>

**Conclusión:** De un total de 40 operarios, en la empacadora de APPBOSA.

- ✓ El 75%, indicó que al probar una muestra (1 banano c/uno) el sabor lo sintieron “muy dulce”, de “manera inmediata” y que si volverían a repetir una vez más para ambos tratamientos.

- ✓ **PESO:** Para este parámetro, primero se procederá a la evaluación de la fruta empleando una balanza digital antes y después de la maduración.

<b>PARAMETRO DE CALIDAD: PESO (ANTES DE MADURACIÓN)</b>		
<b>MUESTRA (CAJAS Kg)</b>	<b>TRAT. OZONO</b>	<b>TRAT. TRADICIONAL</b>
<b>MUESTRA 01</b>	Caja de 18 clúster	Caja de 20 clúster
	18.14 Kg	18.15 Kg
<b>MUESTRA 02</b>	Caja de 17 clúster	Caja de 16 clúster
	18.02 Kg	18.09 Kg
<b>MUESTRA 03</b>	Caja de 20 clúster	Caja de 19 clúster
	18.15 Kg	18.29 Kg
<b>MUESTRA 04</b>	Caja de 19 clúster	Caja de 17 clúster
	18.04 Kg	18.02 Kg
<b>PROMEDIO</b>	<b>18.09 Kg</b>	<b>18.14 Kg</b>

**TABLA 18.** Cuadro comparativo para evaluación del peso en las 4 muestras de banano antes de la maduración para ambos tratamientos.

**Interpretación:** Se pudo deducir que el promedio de peso para ambos tratamientos no presenta diferencia significativa.

**TABLA 19.** Cuadro comparativo para evaluación del peso en las 4 muestras de banano después de la maduración para ambos tratamientos.

<b>PARAMETRO DE CALIDAD: PESO (DESPUES DE MADURACIÓN)</b>		
<b>MUESTRA (CAJAS Kg)</b>	<b>TRAT. OZONO</b>	<b>TRAT. TRADICIONAL</b>
<b>MUESTRA 01</b>	Caja de 18 clúster	Caja de 20 clúster
	21.77 Kg	21.79 Kg
<b>MUESTRA 02</b>	Caja de 17 clúster	Caja de 16 clúster
	21.26 Kg	21.35 Kg
<b>MUESTRA 03</b>	Caja de 20 clúster	Caja de 19 clúster
	21.78 Kg	21.71 Kg
<b>MUESTRA 04</b>	Caja de 19 clúster	Caja de 16 clúster
	21.29 Kg	21.37 Kg
<b>PROMEDIO</b>	<b>21.53 Kg</b>	<b>21.56 Kg</b>

**Interpretación:** Se pudo deducir que el promedio de peso para ambos tratamientos tampoco presentó diferencia significativa.

- ✓ **GRADOS BRIX:** Para este parámetro, primero se procederá a la evaluación de la fruta tratada con ozono empleando un “refractómetro digital” posteriormente se evaluará lo mismo para el tratamiento tradicional.

**TABLA 20.** Cuadro comparativo para evaluación de Grado brix en las 4 muestras de banano después de la maduración para el tratamiento con ozono

<b>Tratamiento con ozono</b>	<b>% Grado Brix</b>
MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)	29.1
MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)	29.4
MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)	30.0
MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)	28.4

**Promedio Grado Brix para tratamiento con Ozono = 29.25**

**TABLA 21.** Cuadro comparativo para evaluación de Grado brix en las 4 muestras de banano después de la maduración para el tratamiento tradicional.

<b>Tratamiento Tradicional</b>	<b>% Grado Brix</b>
--------------------------------	---------------------

MUESTRA 01 (1 MANO/ CAJA)	27.6
MUESTRA 02 (1 MANO/ CAJA)	29.5
MUESTRA 03 (1 MANO/ CAJA)	28.3
MUESTRA 04 (1 MANO/ CAJA)	30.04

**Promedio Grado Brix para tratamiento Tradicional = 28.86%**

## CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS

Contrastando los resultados obtenidos y los antecedentes utilizados, se estableció las siguientes ideas:

**Respecto al objetivo específico 01: Analizar las características físicas organolépticas iniciales del banano orgánico al momento de emplear el tratamiento con ozono.**

Las investigaciones realizadas por Llerena Zambrano (2016) señalan que los bananos orgánicos introducidos en agua ozonizada permiten que la vida verde del fruto se prolongue disminuyendo la cantidad de glucosa, sin embargo, los estudios realizados en el presente trabajo de titulación muestran que no hay efecto del ozono en el fruto.

No hubo diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos ya que no fueron sumergidas por ozono en las labores post cosecha, si no que más bien se le había aplicado al cultivo agua al momento del riego, llegando agua a toda la planta y no específicamente al fruto.

En cuanto a mi trabajo de investigación, en primer lugar, se logró identificar cada una de estas propiedades físicas y organolépticas en el banano empleando el tratamiento con ozono para 4 muestras, empezando por el color, firmeza, peso, sabor y grados brix.

Para este tratamiento, se empleó una dosis de ozono que fue de 0.4 ppm por el método de inmersión y aspersion en cada muestra, este procedimiento se realizó durante el proceso en la empacadora de la Cooperativa APPBOSA.

Por lo tanto, al momento de realizar esta evaluación de calidad para la fruta ozonizada, se empleó la observación y se dedujo lo siguiente:

- ❖ Para el parámetro del color, antes del periodo de maduración la mayoría de la fruta presentó un color totalmente verde, consistente y parcial para cada

banano de cada muestra (1 mano/ caja). Y en cuanto a la evaluación después del periodo de maduración, la mayoría de la fruta estuvo completamente madura, presentó un color amarillo, consistente, aunque algunos tenían ciertos rasgos verdes en el pedúnculo de la fruta.

- ❖ Para el parámetro de la textura, antes del periodo de maduración la mayoría de la fruta presentó una textura dura en la cáscara y crujiente en la pulpa de manera parcial, debido a que se empleó el sentido del tacto para palpar cada banano en cada muestra (1 mano/ caja). Y en cuanto a la evaluación después del periodo de maduración, la mayoría de la fruta, presentó una textura blanda en la cáscara, y una textura suave en la pulpa.
- ❖ Para el parámetro del peso, antes del periodo de maduración, se procedió a pesar cada caja en una balanza digital, el peso promedio fue de 18.09 Kg, tomando como referencia el peso promedio en esta evaluación. Y en cuanto al periodo después de la maduración de igual manera se procedió a pesar cada caja de banano ozonizado en donde el peso neto fue de 21.53. Se llegó a la conclusión de que el peso no difiere en cantidad.
- ❖ Para el parámetro del grado brix, esta evaluación se realizó después del periodo de maduración mediante el uso del refractómetro, evaluando cada muestra de banano con tratamiento de ozono.

**Respecto al objetivo específico 02: Realizar una comparación de los parámetros de calidad empleando las muestras tratadas con el sistema de ozono frente a otras muestras empleadas con el sistema tradicional.**

Existen investigaciones de Márquez, Petrell y Siche (2016) que demuestran que existe un efecto significativo en la aplicación de ozono, obteniendo menores pérdidas de peso, mejor firmeza, contenido de sólidos solubles totales y calidad de la fruta en almacenamiento al momento de realizar una comparación para el banano ozonizado y para el banano tradicional.

En cuanto a mi investigación, se dedujo que, mediante la elaboración de un cuadro comparativo para el tratamiento con ozono y tratamiento tradicional, se pudo evaluar cada parámetro de calidad en la fruta.

Para el color, se comparó ambos tratamientos antes y después de la maduración, deduciendo que el color para la fruta no madura se mantuvo totalmente verde y uniforme, mientras que, para la fruta madura, el color se mantuvo amarillo, pero con ciertos rasgos verdes en algunos bananos, debido a que, al momento de aplicar la dosis de etileno en la cámara de maduración.

Para la textura y firmeza, se comparó de igual manera ambos tratamientos antes y después de la maduración deduciendo que la textura para la fruta no madura en el caso del tratamiento con ozono es de manera dura y consistente, mientras que, para la fruta madura, la textura es blanda y suave de manera uniforme.

Es importante resaltar que, para el tratamiento con ozono, al momento de tocar la corona del banano, estuvo seca y con ausencia de pudrición. Y para el tratamiento tradicional, la corona se mantuvo oscura, líquida y podrida por completo.

Para el peso de la fruta antes de la maduración, se dedujo como resultado un promedio de 18.09 Kg para el tratamiento con ozono, mientras que para el tratamiento tradicional el promedio del peso fue de 18.14 Kg. En cuanto a después de la maduración el peso promedio de la fruta fue de 21.53 Kg, mientras que para el tratamiento tradicional el promedio del peso fue de 21.56 Kg.

Para el sabor, no se realizó ninguna comparación debido a que se tuvo que esperar a que la fruta ingrese a una cámara de maduración durante un periodo de 3 días hasta el retiro de las cajas y esperar a que los bananos hayan madurado en su mayoría para proceder a degustarlos y repartirlos.

Finalmente, para el grado brix, tampoco se realizó ninguna comparación ya que se tuvo que esperar a que la fruta salga de la cámara de maduración debido a que esta

evaluación solo se hace para la fruta madura y así observar el porcentaje de dulzura.

**Respecto al objetivo específico 03: Verificar los parámetros de calidad para ambos tratamientos con la finalidad de comparar con un formato establecido por la misma Cooperativa.**

Los resultados de investigación obtenidos por Gonzales, Valle y Vargas (2010) muestran que el tipo de color y la densidad de polietileno en las fundas de embolsado previas a la cosecha no influyen en cambios de color, dimensión, Grados Brix, firmeza de la pulpa y cascara del banano orgánico. Cabe recalcar que la respectiva investigación obtuvo resultados de los cuales se indica que la aplicación de ozono no ha influido en los caracteres físicos del banano orgánico.

Para este resultado, primero se conversó con el Gerente de la Cooperativa APPBOSA, en la cual me brindó un formato establecido (protocolo) por el comité directivo en donde se resume la evaluación de cada parámetro de calidad.

Tomando como referencia lo siguiente:

- La dosis óptima de ozono para cada evaluación se medirá en ppm/ min, esta unidad se mantuvo constante en todo el proceso.
- La evaluación se realizará en 2 etapas del proceso: Etapa de Lavado y etapa de selección/ pesado.
- Se empleó 2 métodos en cada una de estas etapas que son: Método por inmersión y el método por aspersion
- Se tomó en cuenta para llenar estos formatos la fecha, el nombre de la empacadora, número de parcela, entre otros.

- Cada formato, se procedió a llenar después de haber hecho la evaluación correspondiente para cada parámetro de calidad tanto para la fruta con tratamiento de ozono como para la fruta con tratamiento tradicional.

**Respecto al objetivo específico 04: Evaluar los parámetros finales como color, textura, peso, sabor y grados brix en relación a los parámetros de calidad para la fruta ozonizada y para la fruta no ozonizada respectivamente.**

Estudios realizados por Aguayo (2003) muestran que usar ozono en concentraciones adecuadas en la zona de lavado de fruta, beneficia el aspecto del banano procesado, evitando a su vez la presencia de hongos y prologando su conservación. Esto se debe a que se sumergió la fruta en agua ozonizada dando un buen rendimiento del factor en estudio, por el contrario, en la presente investigación no se obtuvieron los resultados esperados referente a los Grados Brix de las muestras ya que no fue introducido el fruto en agua ozonizada.

En cuanto a mi investigación se dedujo lo siguiente:

- ✓ **Parámetro del color:** Durante el periodo antes de la maduración, empleando el tratamiento con ozono en las 4 muestras evaluadas (1 mano/ caja) se dedujo para el que el 75% de la fruta presentó grado 1 y el 25% de la fruta presentó grado 2, cabe mencionar que predominó el color marrón en las coronas de los bananos. Y para el tratamiento tradicional, el 50% de la fruta presentó grado 1 y el 50% de la fruta presentó grado 2, cabe mencionar que predominó el color oscuro en las coronas.

Durante el periodo después de la maduración, para el parámetro del color empleando el tratamiento con ozono el 50% de la fruta presentó grado 6 y el 50% de la fruta presentó grado 5, cabe mencionar que predominó el color marrón en las coronas. Mientras que para el tratamiento tradicional El 75% de la fruta presentó grado 6 y el 25% de la fruta presentó grado 5, cabe mencionar que predominó el color oscuro en las coronas

- ✓ **Parámetro de textura:** Durante el periodo antes de la maduración, en las 4 muestras evaluadas (1 mano/ caja), empleando el tratamiento con ozono se

dedujo que el 25% de la fruta presentó una textura crujiente en la pulpa, mientras que el 75% presentó una textura dura en la cáscara. Y para el tratamiento tradicional el 50% de la fruta presentó una textura dura en la cáscara y un 50% de textura crujiente en la pulpa.

Durante el periodo después de la maduración empleando el tratamiento con ozono el 75% de la fruta presentó una textura suave en la pulpa y un 25% de textura blanda en la cáscara. Y para el tratamiento tradicional el 50% de la fruta presentó una textura dura en la cáscara y un 50% de textura crujiente en la pulpa respectivamente.

- ✓ **Parámetro de peso:** Durante el periodo antes de la maduración, en las 4 muestras evaluadas (1 mano/ caja), empleando el tratamiento con ozono se dedujo que el peso promedio fue de 18.09 Kg, mientras que para el tratamiento tradicional el peso promedio fue de 18.14 Kg.

Durante el periodo después de la maduración empleando el tratamiento con ozono, se dedujo que el peso promedio fue de 21.53 Kg, mientras que para el tratamiento tradicional el peso promedio fue de 21.58 Kg.

- ✓ **Parámetro del sabor:** Para este caso, la evaluación se realizó en el periodo después de la maduración, mediante una encuesta a los trabajadores de la empacadora (degustación de una muestra) de la cual se obtuvo las siguientes probabilidades:

- El 75% de los operarios, indicó que sintió un sabor muy dulce, de manera inmediata.
- El 25% de los operarios, indicó que sintió un sabor dulce, de manera inmediata

- ✓ **Parámetro de Grados brix:** Para este caso, la evaluación se realizó en el periodo después de la maduración mediante el uso de un instrumento de medición para este parámetro, conocido como "refractómetro, se concluyó los siguientes resultados:

- El promedio Grado Brix para tratamiento con Ozono fue de 29.25 %
- El promedio Grado Brix para tratamiento Tradicional fue de 28.86

## CONCLUSIONES

A continuación, se mencionarán las conclusiones de la presente investigación:

- ❖ De acuerdo a los resultados obtenidos, se confirma que el ozono, tiene una relevancia significativa en la desinfección de la corona del banano frente a los otros parámetros de calidad evaluados.
- ❖ Empleando el tratamiento con ozono, se concluyó que la corona del banano se presentó de manera consistente y seca antes y después de su maduración en comparación a la fruta tradicional.
- ❖ El ozono por su capacidad gaseosa, evita obtener mayor coloración oscura en la corona y total ausencia de pudrición de la misma, a diferencia del tratamiento tradicional.
- ❖ La dosis de ozono que se utilizó para medir la cantidad exacta de  $O_3$  en el agua del proceso, fue de 0.4 ppm/ min, esta se midió con ayuda de un ozonómetro el día que estuvo presente personal de Inka Ozono para proceder a la evaluación de un primer ensayo en APPBOSA.
- ❖ El ozono cumple la función de desinfectar el agua de proceso, controla la contaminación cruzada siendo más eficiente que el cloro, por lo tanto, se considera conveniente seguir empleando esta nueva tecnología innovadora.
- ❖ Para el análisis de esta investigación, se emplearon 4 muestras de banano ozonizado (cajas) y 4 muestras de banano sin ozonizar (cajas) antes y después de la maduración de la fruta.
- ❖ Para la evaluación de cada parámetro de calidad, se concluyó que, al comparar el tratamiento con ozono y tratamiento tradicional, el primero dio una mayor efectividad en la corona del banano.

## RECOMENDACIONES:

- ❖ Implementar un sistema de ozonificación en las plantas de tratamiento de las empresas exportadoras de banano orgánico en la región Piura para mejorar los parámetros de calidad, especialmente en la pudrición de corona.
- ❖ Proponer a los centros de abastecimiento locales la implementación de esta tecnología para ofrecer la fruta de mejor calidad y libres de microorganismos patogénicos a los consumidores.
- ❖ Disponer de estos resultados para que se realice una caracterización microbiológica de mohos y hongos presentes en la corona de la fruta, que no fue tratada con ozono.
- ❖ Es importante monitorear los niveles de ORP, para garantizar la calidad del agua ozonificada y mantener de manera continua un ORP por encima de lo ideal (650 mV) para el caso del método por inmersión, y además garantizar lo mismo para el método por aspersión por encima de su valor ideal (750mV).
- ❖ Emplear este sistema de ozonificación por estar aprobado como sustancia de contacto con los alimentos por organismos como son la FDA (*Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos*) y así mismo estar permitido como un desinfectante en el agua para la certificación orgánica en el país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

### Bibliografía

- AGROBANCO. (2019). Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/009-c-banano.pdf>
- Aguayo Leon, E. (2018). Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10208/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-133.pdf>
- Alburqueque, D. (2018). Obtenido de <http://banana-networks.org/musalac/files/2018/09/Identificaci%C3%B3n-de-las-Causas-de-P%C3%A9rdida-de-Fruta-Musalac-2017.pdf>
- APPBOSA. (2021). Obtenido de <https://www.appbosa.com.pe>
- APROCACI, Inc. (2010). Obtenido de <https://www.aprocaci.org/es/preguntas/18-cual-es-la-diferencia-entre-un-producto-convencional-y-otro-organico>
- Arevalo Quinde, C. (2018). Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1281/AGR-ARE-QUI-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avila, R. (2014). Obtenido de <https://blog.luz.vc/es/como-hacer/Consultoria-Empresarial/validaci%C3%B3n-de-los-pasos-del-proyecto/>
- Bruselas, R. (2008). Obtenido de <https://www.expansion.com/2008/11/15/economia-politica/1226762030.html>
- BBC NEWS (2017). Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40133366>
- Cantalejo, H. &. (2014). Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/104988/1/Ozono%20contra%20patogenos-version%20preliminar.pdf>
- Cisneros\_H, F. (2018). *AgriFoodGateway*. Obtenido de AgriFoodGateway.
- DECCO Naturally Postharvest. (2018). Obtenido de <https://www.deccoiberica.es/como-es-el-proceso-de-control-de-calidad-en-frutas/>
- Dutra, G. (2015). Obtenido de <http://banana-networks.org/musalac/files/2018/09/Identificaci%C3%B3n-de-las-Causas-de-P%C3%A9rdida-de-Fruta-Musalac-2017.pdf>
- EcuRed. (03 de setiembre de 2013). *ecured.cu*. Obtenido de [ecured.cu](http://ecured.cu)
- FAO. (2018). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-production-peru/es/>

- FAO. (2020). Obtenido de <http://www.fao.org/3/y4893s/y4893s08.htm>
- García\_Quiroz, C. (2018). Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3991/garcia-quiros-carola-olivia.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Guevara. (2015). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24869/1/tesis%20017%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Villalva%20Flores%20Jos%C3%A9%20Fidel%20-%20cd%20017.pdf>
- HANNA INSTRUMENTS. (2019). Obtenido de <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>
- IDEAM. (2019). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/formacion-y-destruccion-del-ozono-estratosferico>
- IDIAF. (2019). Obtenido de <http://banana-networks.org/musalac/files/2018/09/Identificaci%C3%B3n-de-las-Causas-de-P%C3%A9rdida-de-Fruta-Musalac-2017.pdf>
- INIA. (2018). *Banano\_networks.org*. Obtenido de [Banano\\_networks.org:file:///C:/Users/HP/Downloads/PERDIDAS%20%20Causas%20MUSALAC%202017%20FINAL.pdf](http://Banano_networks.org:file:///C:/Users/HP/Downloads/PERDIDAS%20%20Causas%20MUSALAC%202017%20FINAL.pdf)
- INIA. (2019). Obtenido de <http://banana-networks.org/musalac/files/2018/09/Identificaci%C3%B3n-de-las-Causas-de-P%C3%A9rdida-de-Fruta-Musalac-2017.pdf>
- INTA. (12 de abril de 2013). Obtenido de <https://www.manualfitosanitario.com/noticias/500>
- León, R. (16 de julio de 2019). *AgroNoticias.pe*. Obtenido de <https://agronoticias.pe/ultimas-noticias/asi-se-maneja-la-mancha-roja-en-el-banano-organico/>
- Paredes Urquieta, P. (2015). Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6009/IQrapalr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parra. (2017). Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3025/Q80-H6-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Pasiche\_Abad. (2018). *Repositorio unp*. Obtenido de [Repositorio unp: http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7441/1/UDLA-EC-TIAG-2017-06.pdf](http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7441/1/UDLA-EC-TIAG-2017-06.pdf)
- Perez\_Porto, J. (2014). <https://definicion.de/rentabilidad-financiera/>.
- Proyecto Norte\_Emprendedor. (2019). Obtenido de <https://www.cedepas.org.pe/node/10>
- REDAGRICOLA. (2019). Obtenido de <https://www.redagricola.com/pe/control-la-pudricion-la-corona-del-banano-biofungicida-canelys/#:~:text=La%20pudrici%C3%B3n%20de%20la%20corona%20del%20ban>

- ano%20es%20una%20enfermedad,zonas%20productoras%2C%20especialmente%20en%20Piura.  
 Revista CENIEC. (2010).Obtenido de <http://www.ceniec.com.pe>
- Rodríguez, A. (2002). Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12324/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-511.pdf>
- Rojas\_Llanque, J. C. (2019). *banana\_networks.org*. Obtenido de [banana\\_networks.org](http://banana_networks.org).
- Rosales, S. (10 de agosto de 2019). *diariogestion.com.pe*. Obtenido de [diariogestion.com.pe](http://diariogestion.com.pe): [www.diariogestion.com.pe](http://www.diariogestion.com.pe)
- Saldaña, R. (2019). Obtenido de <http://190.167.99.25/digital/pudricioncoronabananoidiaf.pdf>
- Sánchez, E. E. (agosto de 2018). Obtenido de <http://www.fao.org/3/x5055s/x5055S03.htm>
- Seminis. (8 de mayo de 2017). *seminis.mx*. Obtenido de [seminis.mx](http://seminis.mx).
- SENASA. (2008).Obtenido de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/ahora-senasa-en-las-regiones-9/>
- Seraquive\_Carrillo, M. J. (28 de Setiembre de 2017). *Postharvest.biz*. Obtenido de [Postharvest.biz](https://www.poscosecha.com/es/noticias/manejo-de-poscosecha-de-banano-organico/_id:80543/): [https://www.poscosecha.com/es/noticias/manejo-de-poscosecha-de-banano-organico/\\_id:80543/](https://www.poscosecha.com/es/noticias/manejo-de-poscosecha-de-banano-organico/_id:80543/)
- Sotomayor, C. (2015). Obtenido de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf)
- Swing, T. (2012). *Guía Práctica para el manejo de banano orgánico en el valle Chira*. [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual\\_banano.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual_banano.pdf).
- Torres. (2012). Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3991/garcia-quiros-carola-olivia.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ubillus, E. (2019). Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5720/BC-4153%20UBILLUS%20GUIVAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urbano Borja, R. (2018).Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28228/1/02%20T.AL.pdf>
- Vegas\_Rodríguez, U. (2012). Obtenido de <http://banana-networks.org/musalac/files/2018/09/Identificaci%C3%B3n-de-las-Causas-de-P%C3%A9rdida-de-Fruta-Musalac-2017.pdf>
- Vegas\_Rodríguez, U. (2012). *Guía Técnica: Asistencia y técnica dirigida en cosecha y post cosecha de banano orgánico*. Obtenido de AgroBanco.

## ANEXOS:

A continuación, se detallará en cada anexo imágenes y fotografías tomadas en la Cooperativa APPBOSA.

### ANEXO 01:

Primera conversación en la oficina del Gerente General de APPBOSA, Ing. Kelwin Atoche Escobar, para comentarle el tema de mi tesis. **(Fecha: 07/ 06/ 2021)**



### ANEXO 02:

En compañía del Ing. Karlhos Quinde Rodríguez, quien tiene el puesto de Coordinador de Proyectos en CEDEPAS – Piura **(Fecha: 07/ 06/ 2021)**



**ANEXO 03:**

Primera visita técnica a la empacadora de APPBOSA (Fecha: 07/ 06/ 2021)



**ANEXO 04:**

Primer ingreso directo a la empacadora del proceso en la Cooperativa APPBOSA (Fecha: 07/ 06/ 2021)



**ANEXO 05:**

Llegada de racimos de banano orgánico durante el proceso en la Empacadora en la Cooperativa APPBOSA (**Fecha: 07/ 06/ 2021**)



**ANEXO 06:**

Observación de la corona de banano durante la etapa de lavado en las tinas de lavado del proceso (**Fecha: 07/ 06/ 2021**)



**ANEXO 07:**

Pesado de la fruta antes de ser empacada (**Fecha: 07/ 06/ 2021**)



**ANEXO 08:**

Embalaje de la fruta en bolsas antes de sellarla en sus cajas (**Fecha: 07/ 06/ 2021**)



**ANEXO 09:**

En compañía del Ing. Karlhos Quinde Rodríguez, quien me acompañó a esta primera visita técnica (**Fecha: 07/ 06/ 2021**)



**ANEXO 10:**

Equipo de ozono instalado en la Cooperativa APPBOSA (**Fecha: 07/ 06/ 2021**)



**ANEXO 11:**

Primera instalación del sistema de ozono en la empacadora de la Cooperativa APPBOSA (Fecha: 07/ 06/ 2021)



**ANEXO 12:**

Proceso de ozonificación del agua en tinas de lavado en APPBOSA (Fecha: 07/ 06/ 2021)



**ANEXO 13:**

En compañía del Ing. Nicolás Chumbes (Gerente de InkaOzono) y del Ing. Karlhos Quinde Rodríguez (Coordinador del CEDEPAS Piura) durante la segunda visita a la empacadora (**Fecha: 14/ 12/ 2021**)



**ANEXO 14:**

En compañía del Ing. Luis Huamán, encargado de evaluar y tomar las primeras muestras de fruta ozonizada en la cooperativa APPBOSA (**Fecha: 14/ 12/ 2021**)



**ANEXO 15:**

En coordinaciones con el Ing. Juan Carlos Rojas Llanque (Investigador en el Programa Nacional de frutales del INIA) para solicitar su permiso de ingresar la fruta a la Cámara de Refrigeración durante 21 días (**Fecha: 11/ 02/ 2022**)



## ANEXO 16:

Funcionamiento del sistema de ozono en la empacadora de APPBOSA antes de empezar con el tratamiento para la fruta durante el proceso **(Fecha: 16/ 02/ 2022)**



## ANEXO 17:

En presencia del sistema de ozono instalado por completo en la Empacadora de APPBOSA, Sullana Piura **(Fecha: 16/ 02/ 2022)**



## ANEXO 18:

Partes señaladas del equipo de ozono en la Cooperativa APPBOSA.



## ANEXO 19:

Inyección del ozono por el método de "inmersión" en las tinas de lavado dentro de la empacadora durante el proceso **(Fecha: 16/ 02/ 2022)**



**ANEXO 20:**

Inyección del ozono por el método de “aspersión” en la etapa de pesado dentro de la empacadora durante el proceso **(Fecha: 16/ 02/ 2022)**



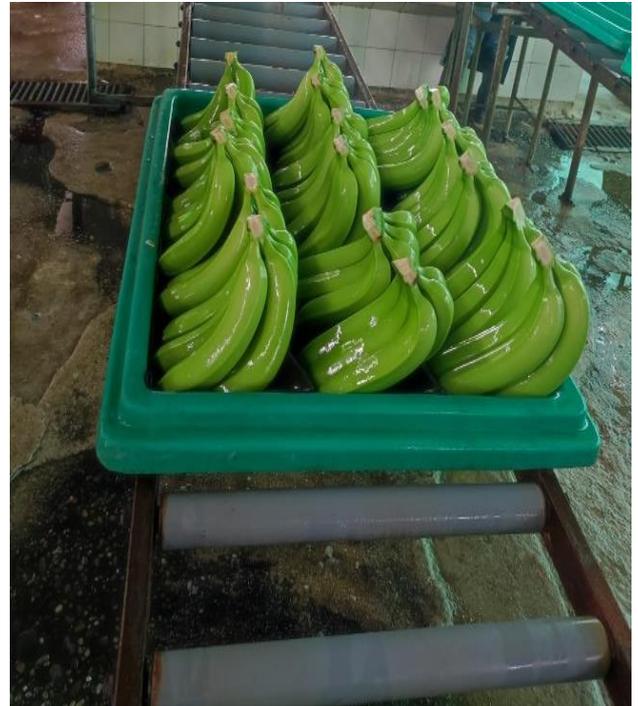
**ANEXO 21:**

Muestras de banano orgánico sin ozono (antes de maduración) durante el proceso dentro de la empacadora **(Fecha: 16/ 02/ 2022)**



**ANEXO 22:**

Muestras de banano orgánico con ozono (antes de maduración) durante el proceso dentro de la empacadora (**Fecha: 16/ 02/ 2022**)



**ANEXO 23:**

En compañía del Ing. Javier Verástegui Dávila (Jefe de área Técnica de APPBOSA) y del Ing. Juan Carlos Rojas ingresando las cajas a la Cámara de Refrigeración INIA en condiciones controladas (**Fecha: 16/ 02/ 2022**)



**Anexo 24:**

Visita para abrir cajas de banano a la cámara de refrigeración del INIA luego de haber transcurrido el periodo de simulación durante 21 días (**Fecha: 10/ 03/ 2022**)



**Anexo 25:**

Fotografía abriendo cada caja de banano con tratamiento tradicional para comenzar a evaluar los parámetros de calidad en la cámara de refrigeración del INIA- Sullana (**Fecha: 10/ 03/ 2022**)



**Anexo 26:**

Fotografía abriendo cada caja de banano con tratamiento de ozono para empezar a evaluar cada parámetro de calidad en la cámara de refrigeración del INIA-Sullana, El Chira (**Fecha: 10/ 03/ 2022**)



**Anexo 27:**

Caja de banano con tratamiento de ozono luego de retirar las muestras en la cámara de maduración (**Fecha: 14/ 03/ 2022**)



**Anexo 28:**

Llegada con las cajas de banano a las instalaciones del INIA- Tambogrande luego de haber transcurrido el periodo de maduración de 4 días (**Fecha: 15/ 03/ 2022**)



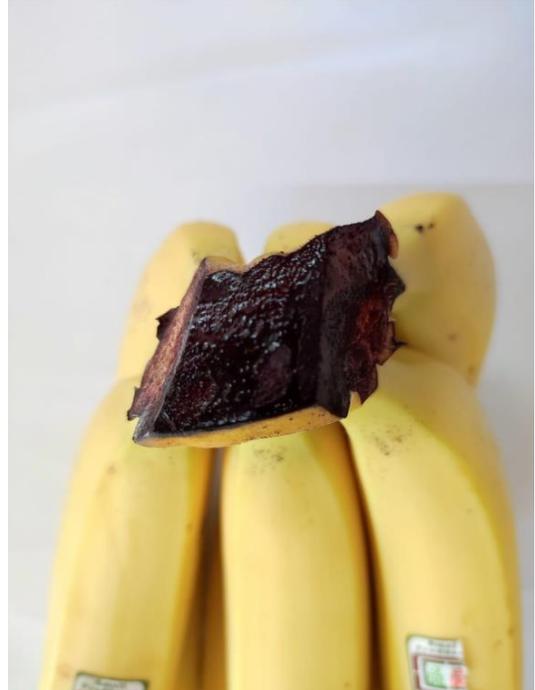
**Anexo 29:**

En presencia con las cajas de bananos maduros con tratamiento de ozono y con las cajas de bananos con tratamiento tradicional (**Fecha: 15/ 03/ 2022**)



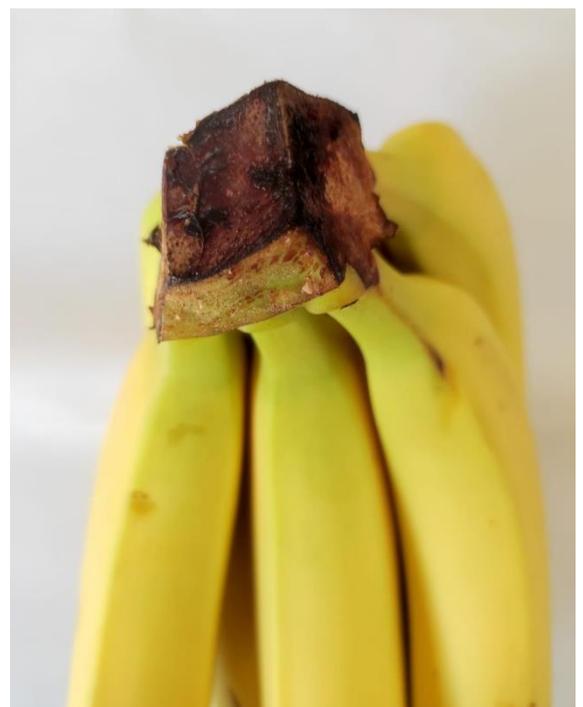
**Anexo 30:**

Observación de la corona en banano para tratamiento tradicional (se observa la presencia de pudrición en esta muestra) **(Fecha: 15/ 03/ 2022)**



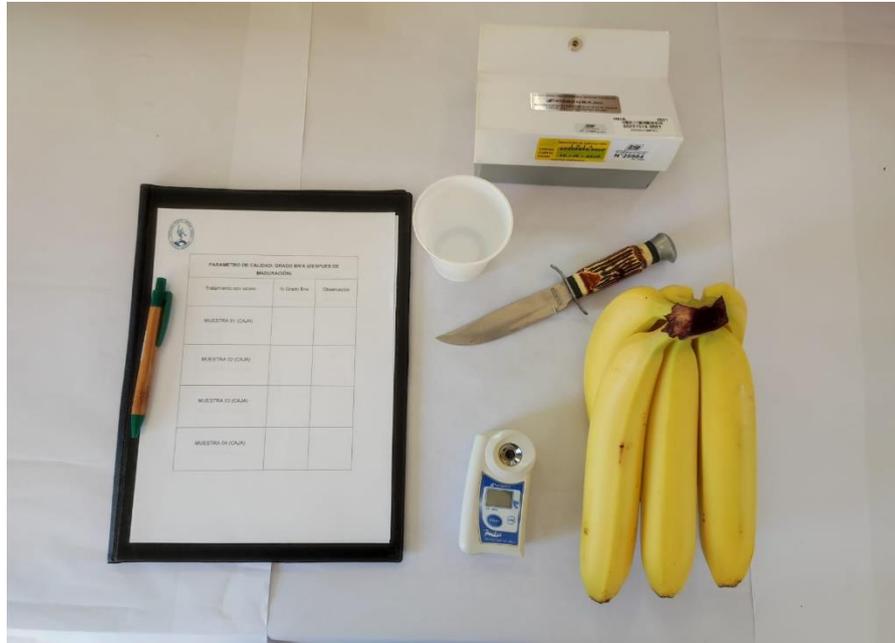
**Anexo 31:**

Observación de la corona en banano para tratamiento con ozono (se observa ausencia de pudrición en esta muestra) **(Fecha: 15/ 03/ 2022)**



**Anexo 32:**

Materiales para evaluación de grados brix con una muestra de banano con tratamiento de ozono (**Fecha: 15/ 03/ 2022**)



**Anexo 33:**

Refractómetro digital antes de realizar la evaluación de la fruta con tratamiento de ozono y tradicional (**Fecha: 15/ 03/ 2022**)



**Anexo 34:**

Procedimiento de corte transversal para un banano, al momento de iniciar con la evaluación de grados brix (**Fecha: 15/ 03/ 2022**)



**Anexo 35:**

Procedimiento de raspado en el banano con tratamiento de ozono (**Fecha: 15/ 02/ 2022**)



### Anexo 36:

Evaluación cuantitativa del grado brix en el banano con tratamiento de ozono  
(Fecha: 15/ 03/ 2022)



### Anexo 37:

Fotografía comparando clústeres de banano con tratamiento de ozono frente a otros clústeres con tratamiento tradicional después de 6 días de su maduración  
(Fecha: 20/ 03/ 2022)



**Nota:** Obsérvese que el clúster del lado izquierdo (tratamiento con ozono) no manifiesta daños en el pedúnculo ni coloraciones oscuras en comparación al clúster tradicional

### Anexo 38:

Diseño explicativo de una cámara de maduración de banano orgánico al momento de proceder con inyección de etileno.

