



**Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en el mosto de piña,
considerando dos variedades: (*Golden Sweet* y *Ananas comosus*), para la
bioconservación de distintos vegetales frescos.**

Cordovilla Yaguargo, Erika Sofia

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Sánchez Llaguno, Sungey Naynee, PhD.

29 de agosto de 2022

Reporte de verificación de contenido



Firma:



SUNGEY NAYNEE
SANCHEZ LLAGUNO

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Sánchez Llaguno, Sungey Naynee, PhD.

C. C.: 1205348673



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura
Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en el mosto de piña, considerando dos variedades: (*Golden Sweet* y *Ananas comosus*), para la bioconservación de distintos vegetales frescos." fue realizado por la señorita Cordovilla Yaguaro, Erika Sofia, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de agosto de 2022

Firma:



**SUNGEY NAYNEE
SANCHEZ LLAGUNO**

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Sánchez Llaguno, Sungey Naynee, PhD.

C. C.: 1205348673



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura
Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

Responsabilidad de Autoría

Yo, Cordovilla Yaguargo, Erika Sofia, con cédula de ciudadanía n° 1724776099 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: "Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en el mosto de piña, considerando dos variedades: (*Golden Sweet* y *Ananas comosus*), para la bioconservación de distintos vegetales frescos" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de agosto de 2022

Firma

.....
AUTOR
Cordovilla Yaguargo, Erika Sofia

C.C.: 1724776099



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación

Yo Cordovilla Yaguargo, Erika Sofia, con cédula de ciudadanía n° 1724776099 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: "Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en el mosto de piña, considerando dos variedades: (*Golden Sweet* y *Ananas comosus*), para la bioconservación de distintos vegetales frescos" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de agosto de 2022

Firma

AUTOR

Cordovilla Yaguargo, Erika Sofia

C.C.: 1724776099

Dedicatoria

Este proyecto de Integración Curricular está dedicado a mis padres, por inculcarme valores y enseñanzas que me han permitido forjar mi carácter y convertir mis debilidades y fortalezas, quienes gracias a su esfuerzo y dedicación me han brindado los recursos necesarios para que logre culminar con mis estudios.

A mi familia en general, quienes con sus consejos me han alentado a seguir adelante y no dejar mi carrera a mitad del camino.

A Dios, por darme la sabiduría necesaria para superar cada obstáculo, sin permitir rendirme para cumplir con mi objetivo y uno de mis sueños más anhelados.

Erika Sofia Cordovilla Yaguargo

Agradecimiento

En primer lugar, a los docentes que me guiaron en el proceso de aprendizaje para obtener mi título universitario, quienes me compartieron sus grandes conocimientos tanto en el ámbito práctico como en el teórico.

A mi tutora, Sungey Naynee Sánchez Llaguno, PhD. por la paciencia y ayuda otorgada en las prácticas de laboratorio, así como sus consejos brindados para que el proyecto tenga buenos resultados.

A Juan Neira PhD, por orientarme en el trabajo teórico, para brindar una buena presentación y poder cumplir con los requerimientos.

A la Ing. Katty Medina, por ser una guía en cada proceso a desarrollar en el laboratorio de bromatología.

Erika Sofia Cordovilla Yaguargo

Índice de Contenido

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de Contenido	8
Índice de Tablas.....	15
Índice de Figuras	18
Resumen	20
Abstract.....	21
Capítulo I	22
Introducción	22
Objetivos.....	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos.....	23
Hipótesis	24
Hipótesis para el factor A (Variedades de mosto de piña)	24
Hipótesis para el factor B (Frutas)	24
Hipótesis para el factor C (Acondicionamiento)	24

Capítulo II	25
Revisión de Literatura	25
La Piña (<i>Ananas comosus</i>).....	25
Requerimientos edafoclimáticos	25
Temperatura	25
Precipitación	25
Luminosidad	26
Viento	26
Clasificación taxonómica de la piña	26
Botánica.....	27
Variedades botánicas	27
Golden Sweet	27
Hawaiana.....	27
La piña en el Ecuador	28
Producción de piña en el Ecuador	28
Mosto de piña	29
Propiedades.....	29
Fermentación.....	30
Bacterias ácido lácticas (BAL)	30
Taxonomía de las BAL.....	31
Características de las BAL.....	31

	10
Péptidos antimicrobianos	32
Bioconservación	33
Alimentos de primera gama (I Gama)	33
Tomate	34
Taxonomía.....	34
Características / Propiedades	34
Conservación.....	35
Cosecha y postcosecha	35
Guineo.....	36
Taxonomía.....	37
Características.....	37
Cosecha y postcosecha	38
Capítulo III	39
Metodología	39
Ubicación del área de Investigación	39
Ubicación Política	39
Ubicación Ecológica.....	39
Ubicación Geográfica.....	39
Materiales.....	40
Determinación de pH	40
Determinación de acidez titulable	41

Determinación de sólidos solubles	41
Aislamiento de bacterias ácido lácticas	41
Tinción Gram	42
Prueba de oxidasa de las bacterias ácido lácticas	42
Determinación de la densidad.....	43
Bioconservación de las frutas	43
Recuento de poblaciones microbianas.....	43
Métodos	44
Materia prima.....	44
Fermentación del mosto de piña	44
Pruebas físico – químicas del mosto de piña	44
Aislamiento de las bacterias ácido lácticas	45
<i>Identificación microbiana</i>	45
Tinción Gram	45
Prueba de catalasa	45
Secuenciación	46
<i>Bioconservación de las frutas</i>	46
Solución bacteriana	46
Preparación de la muestra	46
Diseño experimental.....	46
Factores del experimento.....	46

	12
Tratamientos.....	47
Tipo de diseño	47
Repeticiones	47
Análisis estadístico	48
Análisis funcional	48
Variables evaluadas	48
Determinación de pH	48
Determinación de acidez titulable	49
Determinación de sólidos solubles	50
Determinación de pérdida de peso	50
Recuento de poblaciones microbianas.....	50
Capítulo IV	51
Resultados.....	51
Caracterización físico-química del mosto de piña.....	51
Identificación de BAL presentes en la fermentación del mosto de piña.....	52
Análisis de varianza.....	54
Análisis de varianza para la acidez titulable	54
Análisis de varianza para la variable pH	56
Análisis de varianza para la variable sólidos solubles	58
Análisis de varianza para la variable pérdida de peso.....	60
Análisis de varianza para la variable de conteo bacteriano	62

Prueba de significancia de Tukey para los factores de estudio.....	66
Resultados del estudio para las variedades de mosto de piña (Factor A)	66
Resultados del estudio para las frutas bioconservadas (Factor B)	70
Resultados del estudio para el acondicionamiento de bioconservación (Factor C)	74
Prueba de Tukey para las interacciones significativas en la bioconservación.....	78
Análisis de Tukey en la interacción A*B (Piña*Fruta)	78
Análisis de Tukey en la interacción A*C (Piña*Acondicionamiento)	83
Análisis de Tukey en la interacción B*C (Fruta*Acondicionamiento)	88
Análisis de Tukey en la interacción A*B*C (Piña*Fruta*Acondicionamiento)	93
Análisis de componentes principales	99
Capítulo V	104
Discusión	104
Respecto a las variedades de mosto de piña (Factor A).....	104
Respecto a las frutas bioconservadas (Factor B)	105
Respecto al acondicionamiento de bioconservación (Factor C).....	107
Respecto a la interacción A*B*C (Piña-Fruta-Acondicionamiento)	108
Capítulo VI	110
Conclusiones	110
Factor A (Variedades)	110
Factor B (Frutas)	110
Factor C (Acondicionamiento)	111

Interacción A*B*C (Variedades-Frutas-Acondicionamiento)	111
Recomendaciones	112
Capítulo VII	113
Bibliografía.....	113

Índice de Tablas

Tabla 1 Implementos necesarios para la determinación de pH del mosto de piña, el tomate y el guineo.....	40
Tabla 2 Implementos necesarios para la determinación de acidez titulable del mosto de piña, el tomate y el guineo.....	41
Tabla 3 Implementos necesarios para la determinación de sólidos solubles del mosto de piña, el tomate y el guineo.....	41
Tabla 4 Implementos necesarios para el aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mosto de piña.	41
Tabla 5 Implementos necesarios para la realización de Tinción Gram de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mosto de piña.	42
Tabla 6 Implementos necesarios para la realización de la prueba de la catalasa de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mosto de piña.	42
Tabla 7 Implementos necesarios para la determinación de densidad del mosto de piña.....	43
Tabla 8 Implementos necesarios para la preparación de la solución probiótica.	43
Tabla 9 Implementos necesarios para el recuento microbiológico de las frutas.....	43
Tabla 10 Factores y niveles a probar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido lácticas provenientes de mosto de piña.....	46
Tabla 11 Tratamientos a comparar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido lácticas provenientes de piña.....	47
Tabla 12 Esquema de análisis de varianza para el estudio de la bioconservación de frutas con bacterias ácido lácticas provenientes de mosto de piña.....	48
Tabla 13 Caracterización físico-química del mosto de piña fresco y fermentado.....	51
Tabla 14 Resultados de pruebas microbiológicas de identificación bacteriana.....	52
Tabla 15 Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 5 de la bioconservación.	54

Tabla 16 Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 10 de la bioconservación.....	55
Tabla 17 Análisis de varianza para la variable pH en el día 5 de la bioconservación.	56
Tabla 18 Análisis de varianza para la variable pH en el día 10 de la bioconservación.....	57
Tabla 19 Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 5 de la bioconservación.....	58
Tabla 20 Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 10 de la bioconservación.....	59
Tabla 21 Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 5 de la bioconservación.....	60
Tabla 22 Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 10 de la bioconservación.....	61
Tabla 23 Análisis de varianza para la variable de conteo bacteriano (UFC/ml) en el día 5 de la bioconservación.....	62
Tabla 24 Análisis de varianza para la variable de conteo bacteriano (UFC/ml) en el día 10 de la bioconservación.....	63
Tabla 25 Análisis de varianza para la variable de recuento de mohos y levaduras (UFC/ml) en el día 5 de la bioconservación.....	64
Tabla 26 Análisis de varianza para la variable de recuento de mohos y levaduras (UFC/ml) en el día 10 de la bioconservación.....	65
Tabla 27 Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables físico-químicas.	66
Tabla 28 Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables microbiológicas.	66
Tabla 29 Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables físico-químicas.	70

Tabla 30 Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables microbiológicas.	70
Tabla 31 Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor C en las variables físico-químicas.	74
Tabla 32 Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor C en las variables microbiológicas.	74
Tabla 33 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables físico-químicas.	78
Tabla 34 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables microbiológicas.	78
Tabla 35 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*C en las variables físico-químicas.	83
Tabla 36 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*C en las variables microbiológicas.	83
Tabla 37 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B*C en las variables físico-químicas.	88
Tabla 38 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B*C en las variables microbiológicas.	89
Tabla 39 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B*C en las variables físico-químicas.	93
Tabla 40 Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B*C en las variables microbiológicas.	94
Tabla 41 Matriz de correlación de componentes principales.	99
Tabla 42 Matriz de componentes.	100
Tabla 43 Porcentajes de varianza total explicada.	101

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación geográfica en donde se realizó el proyecto de investigación.....	40
Figura 2 Estudio del efecto de las variedades del mosto de piña (Factor A) en las variables de pH y acidez.	67
Figura 3 Estudio del efecto de las variedades del mosto de piña (Factor A) en las variables de grados brix y pérdida de peso.	68
Figura 4 Estudio del efecto de las variedades del mosto de piña (Factor A) en las variables microbiológicas.	69
Figura 5 Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables de pH y acidez.	71
Figura 6 Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables de grados brix y pérdida de peso.....	72
Figura 7 Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables microbiológicas.....	73
Figura 8 Estudio del efecto del acondicionamiento (Factor C) en las variables de pH y acidez.	75
Figura 9 Estudio del efecto del acondicionamiento (Factor C) en las variables de grados brix y pérdida de peso.	76
Figura 10 Estudio del efecto del acondicionamiento (Factor C) en las variables microbiológicas.	77
Figura 11 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de pH y acidez.	79
Figura 12 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de grados brix y pérdida de peso.....	80
Figura 13 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables microbiológicas.	81
Figura 14 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de pH y acidez.	84
Figura 15 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de grados brix y pérdida de peso.....	85

Figura 16 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables microbiológicas.	87
Figura 17 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de pH y acidez.	89
Figura 18 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de grados brix y pérdida de peso.....	91
Figura 19 Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables microbiológicas.	92
Figura 20 Estudio del efecto de la interacción A*B*C en las variables de pH y acidez.	94
Figura 21 Estudio del efecto de la interacción A*B*C en las variables de grados brix y pérdida de peso.....	95
Figura 22 Estudio del efecto de la interacción A*B*C en las variables microbiológicas.	97
Figura 23 Gráfica de sedimentación.....	102
Figura 24 Gráfica de componentes principales.	103

Resumen

La presente investigación, tuvo como finalidad aislar bacterias ácido lácticas de dos variedades de mosto de piña (*Golden sweet* y *Hawaiiana*), para la bioconservación de tomate (*Solanum lycopersicum*), y guineo (*Musa x paradisiaca*), teniendo como principal objetivo extender la vida útil de las frutas que se ven afectadas por la presencia de diferentes microorganismos patógenos. El aislamiento de las bacterias ácido lácticas se efectuó mediante la fermentación del mosto de piña de las dos variedades por 72 horas y se realizó el cultivo en medio MRS agar durante 48 horas en la incubadora. El diseño experimental consistió en un esquema trifactorial (Variedades: *Golden sweet* y *Hawaiiana*; Frutas: Tomate y Guineo; Acondicionamiento: Refrigeración y Sin refrigeración) en un DBCA con 8 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales; para llevar a cabo la separación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5%. Las bacterias ácido lácticas obtenidas de la fermentación del mosto de piña pertenecieron a las especies *Lactobacillus brevis* y *Lactobacillus plantarum*. Por consiguiente, los resultados de los análisis físico- químicos (acidez, pH, sólidos solubles y pérdida de peso) y microbiológicos evaluados en las frutas de estudio presentaron diferencias significativas, al bioconservarlas en refrigeración por un lapso de 10 días, se logró extender su vida útil.

Palabras clave: variedades, piña, bacterias ácido lácticas, tomate, guineo.

Abstract

The purpose of this research was to isolate lactic acid bacteria from two varieties of pineapple must (Golden sweet and Hawaiian), for the biopreservation of tomato (*Solanum lycopersicum*) and banana (*Musa x paradisiaca*), with the main objective of extending the shelf life of fruits that are affected by the presence of different pathogenic microorganisms. The isolation of lactic acid bacteria was carried out by fermenting the pineapple must of the two varieties for 72 hours and culturing in MRS agar medium for 48 hours in the incubator. The experimental design consisted of a trifactorial scheme (Varieties: Golden sweet and Hawaiian; Fruits: Tomato and Guineo; Conditioning: Refrigeration and No refrigeration) in a DBCA with 8 treatments and 3 replicates, with a total of 24 experimental units; to carry out the separation of means, the Tukey test at 5% was applied. The lactic acid bacteria obtained from the fermentation of pineapple must belonged to the species *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus plantarum*. Consequently, the results of the physical-chemical (acidity, pH, soluble solids and weight loss) and microbiological analyses evaluated in the fruits under study showed significant differences, and by biopreserving them under refrigeration for 10 days, it was possible to extend their shelf life.

Key words: varieties, pineapple, lactic acid bacteria, tomato, banana.

Capítulo I

Introducción

En lo que respecta a las frutas frescas, Ecuador exporta alrededor de 20 tipos de frutas, entre las cuales se encuentran principalmente orito, piña, pitahaya, granadilla, mango, maracuyá, guanábana, tomate de árbol, entre otras, pero la fruta más exportada es el banano, la cual representa más del 85%. Por otro lado, se registran mínimas exportaciones de hortalizas, raíces frescas y tubérculos, como cebolla y tomate. Las cuantías grandes de exportaciones se refieren a las raíces y hortalizas congeladas, como la yuca y el brócoli (Corpei, 2019).

Los diferentes métodos de conservación se utilizan para evitar que los alimentos sufran el ataque de agentes patógenos que los estropean y posteriormente se deterioren. La conservación de los alimentos es un procedimiento que se utiliza desde hace mucho tiempo atrás, mejorando cada año, empleando nuevas y mejores técnicas para su innovación (Scouts Ecuador, 2015).

La principal ventaja de los métodos de conservación es alargar la vida útil de los alimentos frescos, para poder consumir los productos en cualquier temporada del año sin que se vean afectados. Así mismo, se los puede volver a almacenar si no se los va a consumir (Scouts Ecuador, 2015).

A parte de que la bioconservación alarga la vida útil de los alimentos, también mejora la calidad microbiológica de los alimentos, a través de la utilización de la microbiota natural o sustancias bactericidas que algunos producen, sin generar alteraciones en las propiedades organolépticas de los productos a los que se aplican (Interempresas, 2013).

La bioconservación o control biológico presenta varias ventajas en comparación a otros métodos de control, entre ellas se encuentran cuatro métodos principales: a) El uso de

antagonismos es más eficaz a diferencia de los productos químicos que se utilizan en la actualidad, ya que estos no tienen residualidad en los alimentos. b) Tienen mayor durabilidad que los tratamientos químicos, puesto que es difícil que los patógenos puedan desarrollar resistencia a ellos. c) Tienen gran impacto en el balance ecológico, dado que no destruyen los enemigos naturales de las especies patógenas. d) Son compatibles con otros sistemas de control, y pueden ser aplicados de manera conjunta (Interempresas, 2013).

Para que se consideren agentes de biocontrol, los microorganismos deben poseer una elevada actividad antagónica, así mismo, ser seguros para la salud humana y no tener ningún efecto perjudicial sobre la calidad sensorial y nutricional del producto (Interempresas, 2013).

La Bioconservación de los productos se obtiene aplicando directamente el cultivo bioconservante (bacterias ácido-lácticas, bacteriófagos, microorganismos epifitos, entre otros...) o ya sea añadiendo los metabolitos antimicrobianos purificados que producen (Interempresas, 2013).

La utilización de las BAL en los alimentos contribuye al desarrollo de las propiedades organolépticas y reológicas; y también originan ambientes desfavorables para el desarrollo de microorganismos, ya que poseen una marcada actividad antagonista.

Objetivos

Objetivo general

Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en el mosto de piña, considerando dos variedades: (*Golden Sweet* y *Ananas comosus*), para la bioconservación de distintos vegetales frescos.

Objetivos específicos

Aislar y caracterizar bacterias ácido lácticas presentes en el mosto de piña (*Ananas comosus*), considerando dos variedades: (Golden Sweet y Hawaiana).

Evaluar el efecto de la aplicación de las bacterias ácido lácticas para la bioconservación de distintos vegetales frescos (I Gama): Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) y guineo (*Musa x paradisiaca* AA).

Determinar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos la influencia del bioconservante aplicado en los distintos vegetales frescos (I Gama): Tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) y guineo (*Musa x paradisiaca* AA).

Hipótesis

Hipótesis para el factor A (Variedades de mosto de piña)

Ho: La obtención de bacterias ácido lácticas presentes en la fermentación de mosto de piña no influye como bioconservante protector.

Ha: La obtención de bacterias ácido lácticas presentes en la fermentación de mosto de piña influye como bioconservante protector.

Hipótesis para el factor B (Frutas)

Ho: La bioconservación con bacterias ácido lácticas no influye en el tipo de fruta.

Ha: La bioconservación con bacterias ácido lácticas influye en el tipo de fruta.

Hipótesis para el factor C (Acondicionamiento)

Ho: Las propiedades físico-químicas de las frutas no varían con el tipo de acondicionamiento utilizado para la bioconservación.

Ha: Las propiedades físico-químicas de las frutas varían con el tipo de acondicionamiento utilizado para la bioconservación.

Capítulo II

Revisión de Literatura

La Piña (*Ananas comosus*)

La piña es originaria de América del sur, entre Uruguay y Brasil, es una planta monocotiledónea, herbácea y perenne. Su inflorescencia presenta entre 100 y 200 flores, colocadas en forma espiral, las cuales están fusionadas al eje central. Florece aproximadamente entre uno a dos meses y su fruto se obtiene entre 130 a 135 días, cuando ha pasado su senescencia floral. El fruto de la piña presenta forma cilíndrica o forma piramidal dependiendo de la variedad, así mismo otros factores dependen de aquello, como su peso, densidad de siembra, el manejo otorgado a la plantación y el clima (Ministerio de Agricultura y Ganadería, s.f.).

Requerimientos edafoclimáticos

Hay factores climáticos que son requerimientos esenciales, por ejemplo:

Temperatura

Este es el principal factor ya que determina el desarrollo de las partes de la planta, es así como la temperatura media anual oscilar entre los 24°C a 27°C para conseguir un mejor crecimiento de la planta. Entre la temperatura sea más alta o más baja disminuirán el buen rendimiento y calidad de la fruta (Pinto, 2014).

Precipitación

Esta planta no es muy demandante de agua porque sus características morfológicas le han ayudado a aprovecharla al máximo con una precipitación de 1.200 a 2.000 mm bien distribuidos en el año a lo largo del cultivo se obtendrá una buena utilización. La forma de sus hojas le facilita a la recolección de agua para que así sea llevada a su sistema radicular (Pinto, 2014).

Luminosidad

Influye de manera significativa en el proceso de fotosíntesis, de la transpiración, de esta manera beneficia el rendimiento del cultivo y así produce una planta de mejor calidad (Pinto, 2014).

Viento

Esta es una planta un tanto delicada a los periodos largos de vientos fuertes, ya que al ser constantes dichos vientos pueden causar el aumento de la transpiración y que sus hojas se agrieten y sea más fácil para los hongos ingresar a ellas. Hay que tener en cuenta que la piña necesita de un suelo limoso y bien aireado con buena permeabilidad y drenaje pues no resiste el encharcamiento (Pinto, 2014).

Clasificación taxonómica de la piña

Según el Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM) la piña (*Ananas comosus*) se registra taxonómicamente de la siguiente manera:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Bromeliales
- Familia: Bromeliaceae
- Género: Ananas Mill
- Especie: comosus (L.) (La piña tropical, 2021)

Botánica

Existen alrededor de 50 géneros y cerca de 200 especies de piña, pertenecen a la familia de las Bromeláceas y la mayoría son xerófitas epífitas, proporcionándoles mayor eficacia en el uso del agua. Es una planta monocotiledónea, herbácea, perenne, alógama y autoincompatible, se distingue por ser de reproducción asexual principalmente, a través de hijos (La piña tropical, 2021).

Variedades botánicas

Las variedades botánicas de la piña que se conocen son:

- variedad *sativus* (sin semillas)
- variedad *lucidus* (sus hojas no poseen espinas)
- variedad *comosus* (forma semillas capaces de germinar) (Infoagro, s.f.)

Entre las de variedad *comosus* se encuentran:

Golden Sweet

Es un híbrido de la piña cayena, se la conoce también como Honey Golden o MD2. Su forma es ovalada, con una apariencia cilíndrica, de aproximadamente 15 cm de diámetro y 30 cm de alto. Su cáscara es de color dorado. Posee una corona grande de color verde con hojas estrechas. La pulpa es de color amarillo, fibrosa, jugosa, extra dulce y de gran aroma, la cual es menos propensa a la oxidación en comparación a la piña regular (PACIFIC FRUIT, s.f.).

Hawaiana

Es de contextura grande, tiene un peso de aproximadamente 3 kilos por unidad y su pulpa tiene un color amarillo característico. Las hojas son anchas de color verde oscuro y presentan manchas rojizas, no poseen espinas en los bordes, el fruto maduro es de color naranja rojizo de gran tamaño, el color de la pulpa varía entre amarillo pálido y dorado, posee alto contenido de azúcares (Inovagro, 2021).

La piña en el Ecuador

En el Ecuador el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.) se encuentra beneficiado, dado que posee características geográficas que son adecuadas para su crecimiento y desarrollo. Existen localidades donde el clima, la altitud y el suelo es favorable, especialmente en la región del Litoral en las provincias Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Los Rios, El Oro, Esmeraldas y Manabí (Pinto, 2014).

Hasta el III Censo Agropecuario del año 2000 el país contaba con alrededor de 5750 hectáreas de superficie sembrada de piña, especialmente de las variedades Hawaiana y Golden Sweet, ya sea en cultivos solos o asociados (Pinto, 2014).

En el desfase de la piña, observamos que el clima es la clave fundamental y de gran importancia para que su cultivo trascienda, es por eso que al tomar en cuenta los factores climáticos se determina como la temperatura, luminosidad, precipitación y vientos en cantidades modestas sin llegar a extremos, son de gran importancia (Pinto, 2014).

Producción de piña en el Ecuador

En la actualidad, el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, afirma que Ecuador está al frente como el primer país exportador de piña de América del Sur, además, señaló que es el octavo proveedor a escala mundial, con la variedad Golden sweet (El Universo, 2022).

En el 2021 las exportaciones de piña de Ecuador alcanzaron los \$46 millones, de acuerdo con un reporte de Fedexpor (Federación Ecuatoriana de Exportadores). En ese año la cifra aumentó un 22% en comparación al 2020. Es decir, que en el 2021 se obtuvo la cifra más alta de envíos de la fruta a escala mundial. Ecuador pasó de exportar 75 573 toneladas en 2020 a 90 186 en 2021. La variedad más cotizada es la Golden Sweet y esta se cultiva especialmente en la provincia Tsáchila (El Universo, 2022).

En el 2020, el Ministerio de Agricultura señaló que hubo una producción de 104 059 toneladas de piña fresca en la escala nacional (El Universo, 2022).

Mosto de piña

El jugo de piña está relacionado con diversos beneficios para la salud, se destaca por poseer gran contenido de vitamina C, si se consume en cantidades moderadas reduce el riesgo de padecer ciertos tipos de cáncer según el National Institutes of Health. Así mismo, tienen menos riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Nabor, 2020).

El jugo de piña es diurético y por ende facilita la digestión de las proteínas gracias a su contenido de la enzima bromelina (Libbys, s.f.).

Propiedades

El jugo de piña presenta una serie de propiedades, entre las que destacan las vitaminas y minerales:

- Vitaminas: vitamina C, B1, B6, B9 (ácido fólico) y un poco de vitamina E.
- Minerales: potasio, fósforo, magnesio, yodo, cobre y manganeso, entre otros.
- Ácidos: ácido cítrico, ácido málico, ácido oxálico y enzima bromelina (Libbys, s.f.).

Fermentación

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleto, que al final es un compuesto orgánico. Se entiende como como la de respiración que libera energía en menor cantidad, aquí en la fermentación no es necesaria la presencia del oxígeno (Leal, s.f.).

Existen diferentes tipos de microorganismos de la fermentación:

- Bacterias
- Mohos
- Levaduras (Leal, s.f.)

Bacterias ácido lácticas (BAL)

Son un conjunto de microorganismos representadas por varios géneros con características en común, ya sean morfológicas, fisiológicas y metabólicas. Generalmente estas BAL son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerófilicos o aerotolerantes. Con oxidasa, catalasa y bencidina negativas.

- Carecen de citocromos
- No reducen el nitrato a nitrito
- Producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos

Las bacterias ácido lácticas son ácido tolerantes, ya que permiten crecer en diferentes tipos de pH, como de valores de pH tan bajos como 3.2, otras a valores tan altos como 9,6, pero la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, lo que permite que sobrevivan naturalmente en medios donde otras bacterias no soportarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos (Parra, 2010).

Desempeñan un papel fundamental en los diferentes procesos de fermentación, por lo cual son muy utilizadas en la industria alimentaria, no solamente por la habilidad que tienen de acidificar y por ende preservar alimentos de las esporas, sino también por su implicación en la textura, olor y sabor en el desarrollo de aroma de alimentos fermentados (Parra, 2010).

Taxonomía de las BAL

Las bacterias ácido lácticas corresponden al filo Firmicutes, tienen aproximadamente 20 géneros, entre los cuales constan: Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Streptococcus, Aerococcus, Pediococcus, Enterococcus, Carnobacterium, Tetragenococcus, Oenococcus, Vagococcus y Weisella, aquellos son los principales miembros de las BAL (Parra, 2010).

Lactobacillus es el género que tiene mayor trascendencia (Parra, 2010).

Características de las BAL

Conciben un caldo de bacterias fermentadoras y creadoras de ácido láctico por sus características al ser procesadas y multiplicadas para su utilización como grupo, razón por la cual son utilizadas en la industria para darle diferentes cualidades a los alimentos y preservarlos contra la acción de otros organismos dañinos. Por ejemplo, los lactobacillus, los cuales aportan al producto un buen cuidado (Parra, 2010).

Actualmente, presentan un gran potencial biotecnológico, debido a su presencia en una inmensa cantidad de procesos fermentativos de alimentos destinados al consumo humano. Estos alimentos pueden ser: productos lácteos, productos vegetales, productos cárnicos y productos de panadería, y también bebidas alcohólicas. Y en los destinados al consumo animal se encuentran los ensilados (Parra, 2010).

Estas bacterias aparte de contribuir al desarrollo de las características organolépticas y reológicas de los alimentos, también generan ambientes poco favorables para el desarrollo de microorganismos patógenos, esto se debe a la alta capacidad antagonista que poseen, la cual favorece su proliferación en el alimento, en disminución de cualquier otro grupo microbiano presente en la materia prima, o que contamine el producto posteriormente (Parra, 2010).

Además de su rol en los diferentes procesos de bioconservación, se ha podido corroborar que ciertas cepas de bacterias lácticas, son beneficiosas para la salud, tanto humana como animal, por lo cual se emplean en el uso de probióticos (Parra, 2010).

Péptidos antimicrobianos

Los péptidos antimicrobianos se han descifrado en varias especies de organismos, como: plantas, insectos, hongos y humanos. Los microorganismos que son los responsables de algunas enfermedades en humanos, evolucionan constantemente, lo que significa un reto en la búsqueda de tratamientos efectivos contra aquellos patógenos. Sin embargo, en la actualidad los péptidos microbianos se presentan como una solución terapéutica que puede ser efectiva. La ventaja de estos péptidos de origen natural, es que van evolucionando y, por ende, su efecto en el control de los microorganismos es bastante notorio (Sánchez, 2019).

Identificación molecular

La identificación molecular se fundamenta en la composición constitutiva de los ácidos nucleicos más que en los productos de su expresión, a diferencia de las características fisiológicas y bioquímicas. Dichos métodos moleculares se emplean a menudo en conjunto con la identificación microbiológica tradicional (Palomino & González, 2014).

Bioconservación

El control biológico o bioconservación además de alargar la vida útil también mejora la calidad microbiológica de los alimentos, a través del uso del microbiota natural o de las sustancias bactericidas que algunos producen, esto sin causar alteraciones en las propiedades organolépticas de los productos en los cuales se aplican (Interempresas, 2013).

Los microorganismos utilizados como agentes de biocontrol deben cumplir con ciertas características, entre ellas poseer una alta actividad antagónica, ser inocuos para la salud humana y no tener ningún efecto que resulte perjudicial sobre la calidad sensorial y nutricional del producto (Interempresas, 2013).

La bioconservación se la consigue agregando de manera directa el cultivo bioconservante (microorganismos epifitos, bacterias ácido-lácticas, bacteriófagos, etc...) o ya sea aplicando los metabolitos antimicrobianos purificados que producen (Interempresas, 2013).

Alimentos de primera gama (I Gama)

Se refiere a los alimentos frescos y que no han sido sometidos a ningún tratamiento, ya sea higienizante o de conservación; como verduras, cereales, frutas, pescado o carnes. Al ser alimentos perecederos, requieren de frío para tener una correcta conservación (Tía, 2017).

Los quesos, yogures y otros lácteos deben almacenarse en la nevera, así mismo, las carnes y el pescado, si no se consumen en un intervalo de 48 horas es mejor congelarlos. Por otro lado, las frutas al igual que los huevos pueden dejarse a temperatura ambiente, debido a que su tiempo de almacenamiento puede extenderse hasta una semana, por ello es importante no cortarlas si no se van a consumir de inmediato (Tía, 2017).

Tomate

El tomate es considerado como la hortaliza de mayor importancia en el mundo, por lo cual se cultiva en todos los países, siendo China y Estados Unidos los principales países productores.

Tiene varias maneras de consumirse, ya sea crudo o procesado para la industria. En la actualidad, existe gran cantidad de variedades, las cuales son cultivadas durante todo el año, y con diferentes características físicas, como su tamaño, forma y color. Además, es un alimento rico en fibra y bajo en calorías que aporta vitaminas y minerales (Frutas & Hortalizas, s.f.).

Taxonomía

El tomate es una planta vascular con semillas, se registra taxonómicamente de la siguiente manera:

- Reino: Plantae
- Subreino: Traqueobonta
- Superdivisión: Spermatophyta
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnolipsida
- Subclase: Asteridae
- Orden: Solanales (Conabio, 2009)

Características / Propiedades

El tomate posee pocas calorías; cien gramos de tomate proporcionan solamente 18 calorías, ya que la mayor parte de su peso corresponde a agua, aproximadamente el 95%. Posee un sabor agrisado, ya que contiene una cantidad pequeña de azúcares simples y algunos ácidos orgánicos, por ejemplo, el ácido cítrico y el ácido málico; los cuales son los causantes de que resulte apetitoso y digestivo.

Contiene poca fibra (1,8%) en contraste con otras frutas y hortalizas, pero las semillas, la pulpa y la piel son suficientes para favorecer el tránsito intestinal.

Conservación

Para su conservación es mejor almacenarlos a temperatura ambiente y protegidos de la luz, ya que cuando se refrigeran estos pierden su aroma rápidamente. Si se desea acelerar el proceso de maduración de tomates verdes es necesario introducir en una bolsa de papel con una manzana madura (Miralles, s.f.).

Cosecha y postcosecha

Es de suma importancia cosechar el tomate en el momento adecuado, desde que se recolecta hasta que llega al consumidor, esto con la finalidad de conservar su calidad. Se conservan en un intervalo de temperatura entre 10 y 15 °C, al ser sensibles al frío; y a una humedad del 85 al 90%. Así, se pueden llegar a almacenar hasta seis semanas.

El principal factor para preservar la calidad en la distribución y comercialización consiste en realizar la recolección con la madurez óptima, dado que, en los tomates la recolección excesivamente anticipada provoca que no lleguen a madura, o por el contrario si es muy avanzada, estarán muy blandos y rojizos lo que los hace muy sensibles a la manipulación y con una vida útil muy reducida. No deben preenfriarse debido a la sensibilidad que tienen al frío.

El estado de maduración del fruto influye directamente en las condiciones adecuadas de conservación. En el caso de los tomates en estado verde deben conservarse en una temperatura entre 12 y 15°C, y entre el 85 y 90% de humedad relativa, por otro lado, si se trata de tomates en estado maduro estos pueden almacenarse a temperaturas inferiores en comparación al anterior, entre 10 y 12°C. Es por ello que, el período de conservación puede prolongarse desde unos pocos días hasta un máximo de 4-6 semanas.

El conservarlos a temperaturas inferiores pueden ocasionar daños en los frutos y por ende ser más susceptibles al ataque de microorganismos. Estos daños por frío pueden disminuir si antes del almacenamiento en cámara, se colocan los tomates a una temperatura de 30 a 40°C durante tres días, para posteriormente conservarlos a 2°C durante tres semanas, lo cual se conoce como pretratamiento térmico.

Otro método de conservación del tomate es la utilización de atmósferas controladas. Las condiciones adecuadas van a variar dependiendo de las variedades, pero las recomendables para el tomate verde maduro son de 3 a 5% de O₂ y de 2 a 3% de CO₂; esto a una temperatura entre 12 a 20°C. En cambio, en el caso del tomate maduro, el nivel de O₂ y el del CO₂ se pueden mantener entre 3 a 5%, con la temperatura de 10 a 15°C. No obstante, esta técnica no es muy común que la realicen en el tomate (Frutas & Hortalizas, s.f.).

Guineo

La banana también es conocida como plátano, guineo y cambur, es un fruto comestible, de varios tipos de grandes plantas herbáceas del género *Musa*. A estas plantas de gran porte que tienen aspecto de arbolillo se las denomina plataneras, bananeros, bananeras, plátanos o bananos.

Es un fruto con cualidades cambiantes en tamaño, color y firmeza, oblongo, principalmente curvado y carnoso, rico en almidón cubierto con una cáscara, que podría ser verde, amarilla, roja, púrpura o marrón una vez que está madura. Casi todos los plátanos actualmente son frutos estériles que no generan semillas fructificantes y provienen de 2 especies silvestres: *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. El nombre científico de la mayor parte de los plátanos cultivados es *Musa x paradisiaca*, el híbrido *Musa acuminata* x *M. balbisiana*, con diversas denominaciones var. o cultivares, dependiendo de su constitución genómica.

Los plátanos, de los que se conocen bastante más de 1000 variedades, otorgan alimento a monumentales poblaciones humanas en 2 maneras primordiales:

Plátanos de postre o dulces, para ingerir primordialmente crudos, con parte importante de su fécula convertida en sacarosa, resaltando la diversidad cavendish, que representa alrededor de el 47% de la producción mundial.

Plátanos de guisar o de cocinar, mayores, se comen cocinados de maneras distintas, con diferentes variedades como el plátano macho o el pisang awak en el continente asiático. Se acostumbran consumir hervidos, asados o fritos, independientemente de si permanecen maduros o no. (Fundación Wikimedia, Inc., s.f.)

Taxonomía

El plátano está clasificado taxonómicamente de la siguiente manera:

- Reino: Plantae
- Filo: Tracheophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Zingiberales
- Familia: Musaceae
- Género: Musa
- Especie: paradisiaca L. (Mozombite, 2019).

Características

El guineo contiene tres azúcares naturales: sacarosa, fructosa y glucosa. Por medio de la averiguación se ha probado que el consumo de 2 guineos provee suficiente energía para hacer un trabajo extenuante de 90 min.

La energía no es la exclusiva forma en la que nos beneficia el banano, además nos puede contribuir a superar o prevenir un número importante de patologías y malestares, realizando que su integración en nuestra dieta diaria sea una necesidad (Centro Médico Vista del Jardín, s.f.).

Cosecha y postcosecha

La cosecha constituye una de los periodos finales en campo en el cultivo tecnificado del plátano y banano, demanda criterio, tarea adecuada con la intención de evadir las pérdidas en campo. Es un complemento a todo el proceso iniciado a partir de la siembra. La cosecha apropiada dejará obtener una fruta de calidad y fresca. El criterio de cosecha es dependiente de diversos componentes que se tienen que considerar, como, ejemplificando: Edad de la fruta, calibre y demanda de la fruta (Vegas, 2012).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del área de Investigación

Ubicación Política

- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo
- Parroquia: Luz de América
- Sector: Km 24 Vía Santo Domingo – Quevedo

Ubicación Ecológica

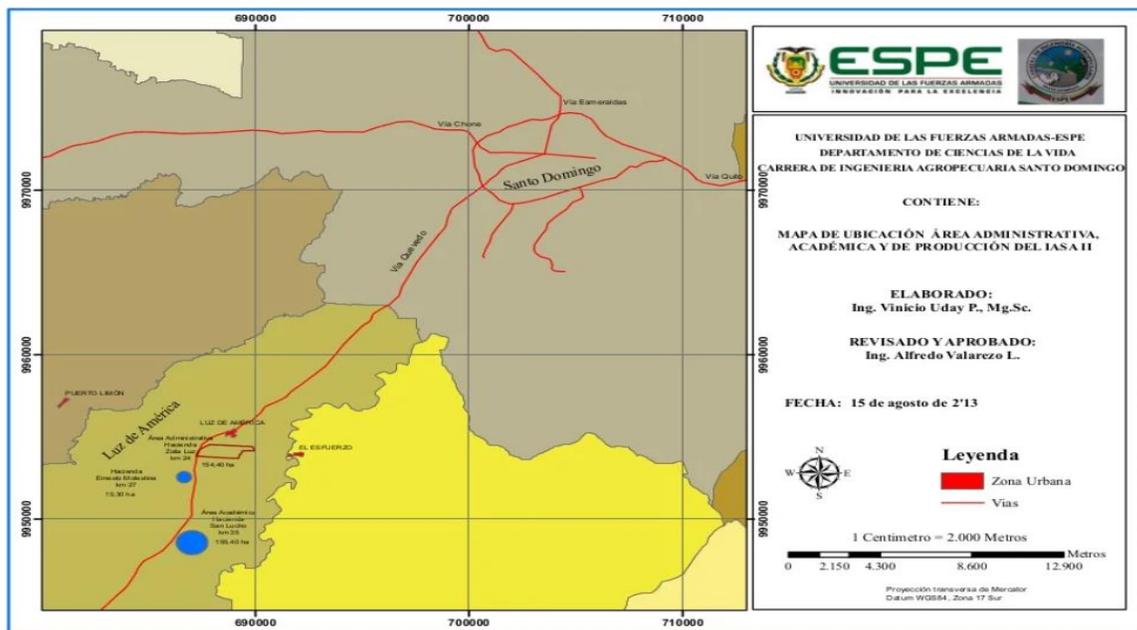
- Zona de vida: Bosque húmedo tropical
- Altitud: 224 msnm
- Temperatura media: 24.6 °C
- Precipitación: 2860 mm/año
- Humedad relativa: 85%
- Heliofanía: 680 horas luz/año
- Suelo: Franco Arenoso

Ubicación Geográfica

El presente trabajo de integración curricular se desarrolló en el laboratorio de bromatología de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Santo Domingo, en el Km 24 Vía Santo Domingo-Quevedo, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo.

Figura 1

Mapa de ubicación geográfica en donde se realizó el proyecto de investigación.



(Uday, 2014)

Materiales

Determinación de pH

Tabla 1

Implementos necesarios para la determinación de pH del mosto de piña, el tomate y el guineo.

Equipos	Materiales	Muestras
Potenciómetro	Vasos de precipitación de 100 ml	Mosto de piña
	Probeta de 10 ml	Tomate
	Licuada	Guineo
	Cedazo	
	Agua destilada	

Determinación de acidez titulable

Tabla 2

Implementos necesarios para la determinación de acidez titulable del mosto de piña, el tomate y el guineo.

Equipos	Materiales	Muestras	Reactivos
Potenciómetro	Vasos de precipitación de 100 ml	Mosto de piña	NaOH 0,1N
Licuadora	Probeta de 25 ml	Tomate	
Plato agitador	Balón de aforo 250 ml	Guineo	
Imanes	Bureta		
	Soporte		

Determinación de sólidos solubles

Tabla 3

Implementos necesarios para la determinación de sólidos solubles del mosto de piña, el tomate y el guineo.

Equipos	Materiales	Muestras
Refractómetro	Vasos de precipitación de 100 ml	Mosto de piña
		Tomate
		Guineo

Aislamiento de bacterias ácido lácticas

Tabla 4

Implementos necesarios para el aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mosto de piña.

Equipos	Materiales	Muestras	Reactivos
Cámara de flujo laminar	Tubos de ensayo	Mosto de piña fermentado	Agar MRS
Plancha térmica magnética	Cajas Petri		Agua peptona
Autoclave	Micropipeta		
	Puntas		
	Parafilm		
	Agua destilada		

Tinción Gram

Tabla 5

Implementos necesarios para la realización de Tinción Gram de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mosto de piña.

Equipos	Materiales	Muestras	Reactivos
Microscopio	Porta objetos	Bacterias aisladas	Cristal violeta
	Asa bacteriológica	del mosto de piña fermentado	Lugol
	Goteros		Alcohol cetona
	Agua destilada		Safranina
			Aceite de inmersión

Prueba de oxidasa de las bacterias ácido lácticas

Tabla 6

Implementos necesarios para la realización de la prueba de la catalasa de bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación del mosto de piña.

Materiales	Muestras	Reactivos
Asa bacteriológica	Bacterias aisladas del mosto de piña fermentado	Agua oxigenada
Mechero		

Determinación de la densidad

Tabla 7

Implementos necesarios para la determinación de densidad del mosto de piña.

Equipos	Materiales	Muestras
Balanza	Picnómetro	Mosto de piña
	Agua destilada	

Bioconservación de las frutas

Tabla 8

Implementos necesarios para la preparación de la solución probiótica.

Equipos	Materiales	Muestras	Reactivos
Autoclave	Matraz Erlenmeyer 500 ml	Aislamiento de BAL	Caldo MRS
Incubadora	Probeta		Ácido cítrico
Plancha térmica magnética	Agua destilada		Citrato de sodio
Cámara de flujo laminar	Asa bacteriológica		
	Parafilm		
Centrífuga	Algodón		
Vortex	Tubos de ensayo		
	Gradilla		
	Atomizadores		

Recuento de poblaciones microbianas

Tabla 9

Implementos necesarios para el recuento microbiológico de las frutas.

Equipos	Materiales	Muestras	Reactivos
Cámara de flujo laminar	Tubos de ensayo	Tomate	Agua de peptona
Incubadora	Micropipeta	Guineo	Petrifilm
Autoclave	Puntas		
Balanza	Mechero		
Vortex	Probeta		
Contador de colonias	Agua destilada		
	Vasos de precipitación		

Métodos

Materia prima

La piña Golden sweet y Hawaiana fueron recolectadas en la Hacienda San Luis Vía a San Jacinto del Búa. Mientras que los tomates y guineos fueron obtenidas del mercado mayorista.

Fermentación del mosto de piña

Para este procedimiento se toma en cuenta el estado de madurez de las piñas, y se las lava correctamente con agua potable. Luego se procede a realizar el balance de materiales para determinar con cuantas piñas se nos proporciona un litro de mosto puro.

Se dejó reposar el mosto de las dos variedades en unos recipientes de plástico cubiertos por un globo y envueltos totalmente en una funda negra, para evitar la presencia de luz. Se dejó fermentar durante 72 horas a temperatura ambiente.

Pruebas físico – químicas del mosto de piña

La medición de los grados brix se realizó colocando una gota del mosto de cada variedad en el refractómetro y se realiza la lectura.

El pH se lo midió diluyendo 10 ml de la muestra en 100 ml de agua destilada.

La acidez titulable se la realizó diluyendo 25 ml del mosto en 250 ml de agua destilada en un balón de aforo, para obtener 25 ml de la muestra para titular con el hidróxido de sodio al 0,1 N; hasta obtener un pH de 8,3.

Aislamiento de las bacterias ácido lácticas

Se prepararon soluciones seriadas 10^{-6} en agua peptona, para lo cual se utilizó 9 ml de agua peptona por cada tubo de ensayo, se introdujo 1 ml del mosto de piña fermentado y se sembró 0,1 ml en agar MRS en cajas Petri, a través del método de extensión. Las cajas Petri fueron llevadas a la incubadora a 37°C durante 48 horas.

Para el aislamiento de las bacterias se utilizó el método de extensión, el cual consiste en aislar las bacterias que dan lugar a colonias separadas transfiriendo una sola colonia a un medio nuevo, obteniendo así un cultivo puro de bacterias.

Identificación microbiana

Tinción Gram

Con un asa bacteriológica se recogió la muestra microbiana de los cultivos puros de bacterias ácido lácticas, la cual se mezcló con una gota de agua en el portaobjetos y secándola mediante flameado en un mechero (2 veces). Se agrega cristal violeta por un minuto y se lava con agua destilada; después se coloca lugol durante 1 minuto para fijar la muestra y se lava con agua destilada. Se deja actuar alcohol cetona durante 3 segundos y se enjuaga inmediatamente. Por último, se cubre la muestra con safranina durante 1 minuto y se enjuaga con agua destilada. Se examina en el microscopio con el lente 100X.

Prueba de catalasa

En un portaobjetos se colocó una gota de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y con un asa bacteriológica se recogió la muestra para luego extenderla en el portaobjetos. Si se presenta la formación de burbujas antes de los 20 segundos es positivo, de lo contrario es negativo.

Secuenciación

Para la secuenciación de ARNr 16s, las bacterias aisladas en placas Petri en medio MRS Agar fueron enviadas a MacroGen Inc. De Corea del Sur. Allí las secuencias obtenidas fueron comparadas con el programa BLASTn.

Bioconservación de las frutas

Solución bacteriana

Se diluyó 55,15 g de caldo MRS en 1 litro agua destilada, se colocó en matraces, se los autoclavó y se procedió a inocular las bacterias que fueron aisladas e incubadas previamente. Luego se dejó en la incubadora a 37°C durante 24 horas. Mediante centrifugación a 10000 rpm durante 15 minutos se lavaron las bacterias, con un buffer de ácido cítrico-citrato de sodio, se repitió el proceso de lavado durante 3 veces, hasta que el sobrenadante esté completamente claro. Por último, se suspenden las bacterias lavadas en la misma solución de ácido cítrico-citrato de sodio y se mide la absorbancia.

Preparación de la muestra

Las frutas se lavaron con agua destilada, se les realizó los análisis físico-químicos y luego se roció la solución bacteriana en cada una de ellas, las cuales fueron conservadas durante 10 días en acondicionamiento a temperatura ambiente y en refrigeración.

Diseño experimental

Factores del experimento

Tabla 10

Factores y niveles a probar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido lácticas provenientes de mosto de piña.

Factores	Simbología	Niveles
Variedad de mosto de piña (A)	a0	Lactobacillus brevis (Golden sweet)
	a1	Lactobacillus plantarum (Hawaiana)
Fruta (B)	b0	Tomate
	b1	Guineo
Acondicionamiento (C)	c0	Refrigeración
	c1	Sin refrigeración

Tratamientos

Tabla 11

Tratamientos a comparar en la bioconservación de frutas con bacterias ácido lácticas provenientes de piña.

N°	Tratamientos	Combinaciones
T1	a1b1c1	Lactobacillus brevis (Golden sweet) + Tomate + Refrigeración
T2	a1b1c2	Lactobacillus brevis (Golden sweet) + Tomate + Sin Refrigeración
T3	a1b2c1	Lactobacillus brevis (Golden sweet) + Guineo + Refrigeración
T4	a1b2c2	Lactobacillus brevis (Golden sweet) + Guineo + Sin Refrigeración
T5	a2b1c1	Lactobacillus plantarum (Hawaiana) + Tomate + Refrigeración
T6	a2b1c2	Lactobacillus plantarum (Hawaiana) + Tomate + Sin Refrigeración
T7	a2b2c1	Lactobacillus plantarum (Hawaiana) + Guineo + Refrigeración
T8	a2b2c2	Lactobacillus plantarum (Hawaiana) + Guineo + Sin Refrigeración

Tipo de diseño

Modelo trifactorial (2x2x2), conducido en un diseño de bloques completamente al azar.

Repeticiones

Tres repeticiones por cada tratamiento, obteniendo un total de 24 unidades experimentales.

Análisis estadístico

Tabla 12

Esquema de análisis de varianza para el estudio de la bioconservación de frutas con bacterias ácido lácticas provenientes de mosto de piña.

Fuente de variación		Grados de libertad
Variedad de piña	a-1	1
Fruta	b-1	1
Acondicionamiento	c-1	1
Variedad de mosto de piña x Fruta	(a-1)(b-1)	1
Variedad de mosto de piña x Acondicionamiento	(a-1)(c-1)	1
Fruta x Acondicionamiento	(b-1)(c-1)	1
Variedad mosto x Fruta x Acondicionamiento	(a-1)(b-1)(c-1)	1
Replicas	r-1	2
Error Experimental		14
Total		23

Análisis funcional

Se aplicó la prueba de significancia de Tukey ($p < 0,05$), Las variables con resultados significativos en el análisis de varianza para tomar una determinación.

Variables evaluadas

Determinación de pH

Para decidir el pH se usó el método de la regla INEN 389 (1985):

En un vaso de precipitación se colocó 10 gramos o 10 ml de la muestra y se agregó 100 ml de agua destilada, agitando la muestra. En caso de existir partículas en suspensión se abandonó en reposo el recipiente para que el líquido o firmes se decante (López, 2021).

Determinación de acidez titulable

La determinación de acidez titulable se basó en el procedimiento de la norma INEN 381 (1985):

Para elaborar la muestra, como los productos líquidos, se colocó 25 ml de la muestra en un matraz volumétrico de 250 ml y se diluyó a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución.

Para medir la acidez, se colocó 25 a 100 ml de la muestra preparada en un matraz volumétrico y se sumergió los electrodos en la muestra. Se añadió lentamente 0,1N de hidróxido de sodio, hasta obtener un pH 7, luego se siguió añadiendo en cuatro gotas a por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.

Mediante por interpolación se estableció el volumen exacto de solución 0,1 N de hidróxido de sodio añadido, correspondiente al pH 8,1 (López, 2021).

La acidez titulable se determinó mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2}$$

Siendo:

- A = g de ácido en 1000 ml de producto.
- V1 = ml de NaOH usados para la titulación de la alícuota.
- N1 = normalidad de la solución de NaOH.
- M = peso molecular del ácido de referencia (0,064 de ácido cítrico).
- V2 = volumen de la alícuota tomada para el análisis.

Determinación de sólidos solubles

Se distribuyó unas gotas de la muestra en el prisma del refractómetro y se procedió a leer la cantidad de sólidos solubles totales en grados Brix.

Determinación de pérdida de peso

La determinación de peso se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$Pérdida de peso (\%) = \frac{Peso\ inicial - Peso\ final}{Peso\ final} * 100$$

Recuento de poblaciones microbianas

Se diluyó 15,5 g de agua peptona (TM MEDIA) en 1 litro de agua destilada, la cual se colocó 9 ml en cada tubo de ensayo, para preparar soluciones seriadas 10^{-3} y 10^{-6} , se esterilizaron los tubos en la autoclave por 15 minutos y se los llevó a la cámara de flujo laminar, allí se prepararon las diluciones con 1 ml de cada muestra. Se inoculó 1 ml de las diluciones seriadas en las láminas de Petrifilm para aerobios y mohos-levaduras, sellando correctamente evitando la presencia de burbujas de aire.

Los Petrifilm de aerobios se colocaron en la incubadora durante 48 horas y los Petrifilm de mohos-levaduras se dejaron a temperatura ambiente durante 72 horas.

La determinación de unidades formadoras de colonias (UFC), se utilizó la siguiente ecuación:

$$Recuento \left(\frac{UFC}{ML} \right) = \frac{Número\ de\ colonias * Inverso\ del\ factor\ de\ dilución}{Volumen\ inoculado}$$

Capítulo IV

Resultados

Caracterización físico-química del mosto de piña

Tabla 13

Caracterización físico-química del mosto de piña fresco y fermentado.

Parámetro	Unidad	Fresco		Fermentado	
		Golden sweet	Hawaiana	Golden sweet	Hawaiana
pH		3,97	3,73	3,75	3,73
Sólidos solubles	°Brix	16	14	7	6
Acidez titulable	%	0,56	0,61	0,83	0,89
Densidad relativa	g/cm ³	1,065	1,055	1,010	1,000

La caracterización físico-química del mosto de piña presentó diferencias entre las dos variedades (Golden sweet y Hawaiana), antes y después de ser sometidas al proceso de fermentación durante 72 horas. El pH del mosto de piña al ser fermentado se reduce en el caso de la variedad Golden sweet, cambiando de 3,97 a 3,75 y en el caso de la variedad Hawaiana el pH se mantiene en 3,73 antes y después de ser fermentado. En el estudio de (Sigifredo & Stroppiano, 2012) mencionan que durante la fermentación la levadura toma el nitrógeno de los aminoácidos orgánicos, perdiendo su carácter anfótero y pasando a ácidos, lo cual provoca una disminución del pH del medio.

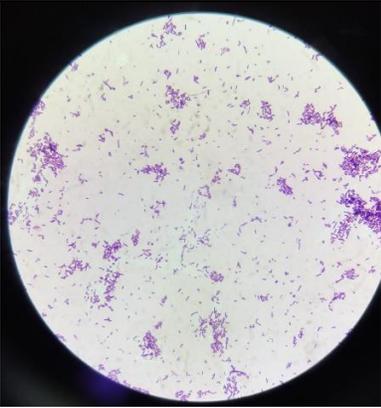
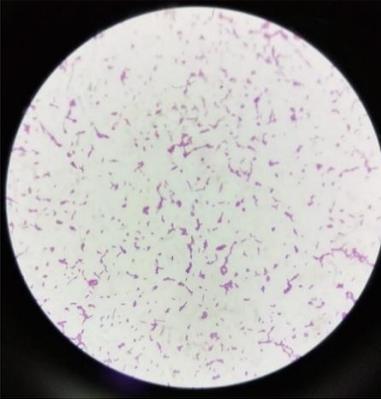
Por otro lado, el contenido de sólidos solubles disminuye al ser fermentado, la variedad Golden sweet de 16 a 7°Brix y la variedad Hawaiana de 14 a 6°Brix. (Toledo, 2022) hace referencia que como los azúcares del mosto se convierten en alcohol durante la fermentación, la concentración de azúcar disminuye gradualmente con el tiempo.

En la cuestión de la acidez titulable, la variedad Golden sweet aumenta de 0,56% a 0,83% en la fermentación y la variedad Hawaiana aumenta de 0,61% a 0,89%.

Identificación de BAL presentes en la fermentación del mosto de piña

Tabla 14

Resultados de pruebas microbiológicas de identificación bacteriana.

Procedencia	Características	Tinción Gram
Piña Golden sweet (cepa 1)	Gram positivo Bacilo Catalasa negativa	
Piña Hawaiana (cepa 1)	Gram positivo Bacilo Catalasa negativa	

La información presentada en la tabla 14, corresponden a las bacterias aisladas en medio selectivo (MRS Agar) a partir de la fermentación de mosto de piña, las cuales son bacterias Gram positivas, bacilos, con catalasa negativa. Según (Rodríguez y otros, 2020) dentro del grupo de las BAL se encuentra la familia Lactobacillaceae, conformada por los géneros *Lactobacillus*, *Paralactobacillus* y *Pediococcus*, los cuales se consideran citocromo oxidasa-negativos, y en algunos casos catalasa-negativos.

Se obtuvo los resultados de los 2 aislados enviados a secuenciar (cepa 1 – Golden sweet; cepa 2 - Hawaiana), en los cuales se obtuvo las bacterias ácido lácticas de *Lactobacillus brevis* y *Lactobacillus plantarum* respectivamente. Por lo tanto, las bacterias aisladas del mosto de piña tienen similitud a *Lactobacillus pentosus*, la cual es una especie versátil encontrada en varios nichos; presentes también en la preparación de muchos alimentos fermentados y en la secreción de diversas sustancias de carácter antimicrobiano (Pedraza & Arenal, 2017).

Análisis de varianza

Análisis de varianza para la acidez titulable

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 5 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.002109	1	0.002109	4.886	0.044222
Frutas (B)	0.007884	1	0.007884	18.264	0.000772
Acondiciona (C)	0.010209	1	0.010209	23.649	0.000251
I AXB	0.007884	1	0.007884	18.264	0.000772
I AXC	0.003384	1	0.003384	7.840	0.014182
I BXC	0.011484	1	0.011484	26.603	0.000145
I AXBXC	0.022509	1	0.022509	52.142	0.000004
Replicas	0.000306	2	0.000153	0.355	0.707505
Error	0.006044	14	0.000432		

En la tabla 15 respecto a acidez del día 5 se pudo apreciar que existe diferencia significativa en variedades (A), frutas (B), acondicionamiento (C), interacciones AXB, AXC, BXC y AXBXC por lo que se da a entender que en tales factores existen niveles que al compararse entre ellos son diferentes, respecto a replicas estos no presentaron diferencia significativa.

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable acidez titulable en el día 10 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.6048	1	0.6048	6.325	0.024738
Frutas (B)	6.3654	1	6.3654	66.569	0.000001
Acondiciona (C)	0.0900	1	0.0900	0.942	0.348333
I AXB	0.0014	1	0.0014	0.014	0.907106
I AXC	1.2834	1	1.2834	13.422	0.002555
I BXC	0.8893	1	0.8893	9.301	0.008655
I AXBXC	0.8437	1	0.8437	8.824	0.010126
Replicas	0.5041	2	0.2521	2.636	0.106767
Error	1.3387	14	0.0956		

En la tabla 16 respecto a acidez del día 10 se pudo apreciar que los factores variedad, frutas, interacciones AxC, BxC, AxBxC poseen diferencia significativa por lo que sus niveles como tal tienen diferencia entre sí, mientras que los factores acondicionamiento, interacción AxB además de réplicas no se les encontró diferencia por lo que en estos sus niveles son estadísticamente iguales.

Análisis de varianza para la variable pH

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable pH en el día 5 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.1134	1	0.1134	2.36	0.146927
Frutas (B)	3.8400	1	3.8400	79.82	0.000000
Acondiciona (C)	0.2460	1	0.2460	5.11	0.040173
I AXB	0.0018	1	0.0018	0.04	0.847858
I AXC	0.0001	1	0.0001	0.00	0.956259
I BXC	0.0063	1	0.0063	0.13	0.722059
I AXBXC	0.0253	1	0.0253	0.53	0.479853
Replicas	0.2209	2	0.1104	2.30	0.137291
Error	0.6735	14	0.0481		

En la tabla 17 se muestra el análisis del pH en el día 5 se encontró que los factores variedad, interacciones AXB, AXC, BXC AXBXC y replicas no poseen diferencia significativa ya que sus niveles son estadísticamente iguales, mientras que los factores frutas y acondicionamiento tuvieron diferencia significativa ya que en sus niveles al menos uno es diferente del resto.

Tabla 18

Análisis de varianza para la variable pH en el día 10 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.6048	1	0.6048	6.325	0.024738
Frutas (B)	6.3654	1	6.3654	66.569	0.000001
Acondiciona (C)	0.0900	1	0.0900	0.942	0.348333
I AXB	0.0014	1	0.0014	0.014	0.907106
I AXC	1.2834	1	1.2834	13.422	0.002555
I BXC	0.8893	1	0.8893	9.301	0.008655
I AXBXC	0.8437	1	0.8437	8.824	0.010126
Replicas	0.5041	2	0.2521	2.636	0.106767
Error	1.3387	14	0.0956		

En la tabla 18 respecto al pH del día 10 se evidenció diferencia significativa en los factores variedades, frutas, interacciones AXC, BXC AXBXC mientras que los factores acondicionamiento, interacción AXB y replicas no presentaron tal diferencia.

Análisis de varianza para la variable sólidos solubles

Tabla 19

Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 5 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.240	1	0.240	1.62	0.223392
Frutas (B)	1728.904	1	1728.904	11693.07	0.000000
Acondiciona (C)	3.604	1	3.604	24.37	0.000219
I AXB	2.535	1	2.535	17.14	0.001000
I AXC	0.060	1	0.060	0.41	0.534389
I BXC	0.184	1	0.184	1.24	0.283713
I AXBXC	4.860	1	4.860	32.87	0.000052
Replicas	0.090	2	0.045	0.30	0.742363
Error	2.070	14	0.148		

En la tabla 19 respecto a grados Brix del día 5, en estos se encontró diferencia significativa en los factores frutas, acondicionamiento e interacción AXB y AXBXC, mientras que los factores variedades, interacciones AXC, BXC y réplicas ubicaron en sus niveles valores estadísticamente iguales.

Tabla 20

Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el día 10 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	0.375	1	0.375	16.9	0.001050
Frutas (B)	1545.615	1	1545.615	69802.0	0.000000
Acondiciona (C)	2.940	1	2.940	132.8	0.000000
I AXB	2.940	1	2.940	132.8	0.000000
I AXC	2.535	1	2.535	114.5	0.000000
I BXC	2.160	1	2.160	97.5	0.000000
I AXBXC	2.940	1	2.940	132.8	0.000000
Replicas	0.010	2	0.005	0.2	0.800722
Error	0.310	14	0.022		

En la tabla 20 al momento de analizar los grados brix del día 10 se encontró que los factores variedades, frutas, acondicionamiento, interacciones AXB, AXC, BXC y AXBXC presentaron diferencia significativa mientras que las réplicas no presentaron tal diferencia ya que las repeticiones estudiadas tienen medias estadísticamente iguales.

Análisis de varianza para la variable pérdida de peso

Tabla 21

Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 5 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	1.15501	1	1.15501	3083.7	0.000000
Frutas (B)	17.11126	1	17.11126	45684.4	0.000000
Acondiciona (C)	60.43613	1	60.43613	161355.1	0.000000
I AXB	0.88358	1	0.88358	2359.0	0.000000
I AXC	0.13276	1	0.13276	354.4	0.000000
I BXC	10.99583	1	10.99583	29357.2	0.000000
I AXBXC	0.00788	1	0.00788	21.1	0.000422
Replicas	0.00141	2	0.00070	1.9	0.189558
Error	0.00524	14	0.00037		

En la tabla 21 se pudo observar como en la pérdida de peso del día 5 influyeron los factores como variedades, frutas, acondicionamiento, interacciones AXB, AXC, BXC, AXBXC, ya que estos presentaron diferencia significativa mientras que el factor réplicas no presentaron diferencia significativa.

Tabla 22

Análisis de varianza para la variable pérdida de peso en el día 10 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	90.2100	1	90.2100	27292.1	0.000000
Frutas (B)	315.5925	1	315.5925	95479.1	0.000000
Acondiciona (C)	415.8337	1	415.8337	125806.0	0.000000
I AXB	118.9485	1	118.9485	35986.6	0.000000
I AXC	49.4214	1	49.4214	14951.9	0.000000
I BXC	172.3776	1	172.3776	52151.0	0.000000
I AXBXC	72.4537	1	72.4537	21920.1	0.000000
Replicas	0.0020	2	0.0010	0.3	0.740961
Error	0.0463	14	0.0033		

En la tabla 22 se puede analizar que respecto a la pérdida de peso del día 5 existió diferencia significativa en los factores variedades, frutas, acondicionamiento, interacciones AXB, AXC, BXC, AXBXC mientras que el factor que no presentó diferencia significativa fue réplicas.

Análisis de varianza para la variable de conteo bacteriano

Tabla 23

Análisis de varianza para la variable de conteo bacteriano (UFC/ml) en el día 5 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	1.268033E+11	1	1.268033E+11	881.043	0.000000
Frutas (B)	2.397001E+11	1	2.397001E+11	1665.462	0.000000
Acondiciona (C)	1.263676E+11	1	1.263676E+11	878.015	0.000000
I AXB	2.072971E+11	1	2.072971E+11	1440.322	0.000000
I AXC	1.557676E+11	1	1.557676E+11	1082.290	0.000000
I BXC	2.475586E+11	1	2.475586E+11	1720.063	0.000000
I AXBXC	8.514459E+10	1	8.514459E+10	591.594	0.000000
Replicas	4.305625E+08	2	2.152813E+08	1.496	0.257785
Error	2.014938E+09	14	1.439241E+08		

En la tabla 23 con respecto al análisis de varianza del día 5 del conteo de bacterias presentes en las frutas bioconservadas con las bacterias ácido lácticas, se observa diferencias significativas en todos los factores de estudio e interacciones, excepto en las réplicas.

Tabla 24

Análisis de varianza para la variable de conteo bacteriano (UFC/ml) en el día 10 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	5.415000E+10	1	5.415000E+10	87.080	0.000000
Frutas (B)	1.386240E+11	1	1.386240E+11	222.926	0.000000
Acondiciona (C)	1.683375E+11	1	1.683375E+11	270.709	0.000000
I AXB	1.261500E+09	1	1.261500E+09	2.029	0.176264
I AXC	4.034400E+10	1	4.034400E+10	64.878	0.000001
I BXC	2.595840E+11	1	2.595840E+11	417.445	0.000000
I AXBXC	4.229415E+11	1	4.229415E+11	680.146	0.000000
Replicas	8.122500E+08	2	4.061250E+08	0.653	0.535579
Error	8.705750E+09	14	6.218393E+08		

En la tabla 24 con respecto al análisis de varianza del día 10 del conteo de bacterias presentes en las frutas bioconservadas con las bacterias ácido lácticas, se observa diferencias significativas en todos los factores de estudio e interacciones, excepto en las réplicas.

Tabla 25

Análisis de varianza para la variable de recuento de mohos y levaduras (UFC/ml) en el día 5 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	1.453148E+09	1	1.453148E+09	4804.51	0.000000
Frutas (B)	1.903711E+09	1	1.903711E+09	6294.19	0.000000
Acondiciona (C)	1.294336E+09	1	1.294336E+09	4279.43	0.000000
I AXB	5.343984E+08	1	5.343984E+08	1766.87	0.000000
I AXC	6.693984E+08	1	6.693984E+08	2213.21	0.000000
I BXC	1.406836E+09	1	1.406836E+09	4651.38	0.000000
I AXBXC	9.281484E+08	1	9.281484E+08	3068.71	0.000000
Replicas	3.906250E+05	2	1.953125E+05	0.65	0.539192
Error	4.234375E+06	14	3.024554E+05		

En la tabla 25 con respecto al análisis de varianza del día 5 del recuento de mohos y levaduras presentes en las frutas bioconservadas con las bacterias ácido lácticas, se observa diferencias significativas en todos los factores de estudio e interacciones, excepto en las réplicas.

Tabla 26

Análisis de varianza para la variable de recuento de mohos y levaduras (UFC/ml) en el día 10 de la bioconservación.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F-valor	P-valor
Variedades (A)	4.013213E+11	1	4.013213E+11	67.670	0.000001
Frutas (B)	3.384375E+07	1	3.384375E+07	0.006	0.940852
Acondiciona (C)	5.705708E+11	1	5.705708E+11	96.208	0.000000
I AXB	2.744551E+11	1	2.744551E+11	46.278	0.000009
I AXC	3.814021E+11	1	3.814021E+11	64.311	0.000001
I BXC	1.160940E+12	1	1.160940E+12	195.754	0.000000
I AXBXC	7.576884E+10	1	7.576884E+10	12.776	0.003050
Replicas	1.035306E+10	2	5.176531E+09	0.873	0.439301
Error	8.302844E+10	14	5.930603E+09		

En la tabla 26 con respecto al análisis de varianza del día 10 del recuento de mohos y levaduras presentes en las frutas bioconservadas con las bacterias ácido lácticas, se observa diferencias significativas en todos los factores de estudio e interacciones, excepto en las réplicas.

Prueba de significancia de Tukey para los factores de estudio

Resultados del estudio para las variedades de mosto de piña (Factor A)

Tabla 27

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables físico-químicas.

	pH 5	pH 10	Acidez 5	Acidez 10
Lactobacillus brevis (Golden sweet)	4.92 a	5.12 b	0.226 a	0.183 a
Lactobacillus plantarum (Hawaiana)	4.78 a	4.80 a	0.245 b	0.238 b
	Brix 5	Brix 10	P peso 5	P peso 10
Lactobacillus brevis (Golden sweet)	12.41 a	11.80 a	1.66 a	3.67 a
Lactobacillus plantarum (Hawaiana)	12.61 a	12.05 b	2.10 b	7.55 b

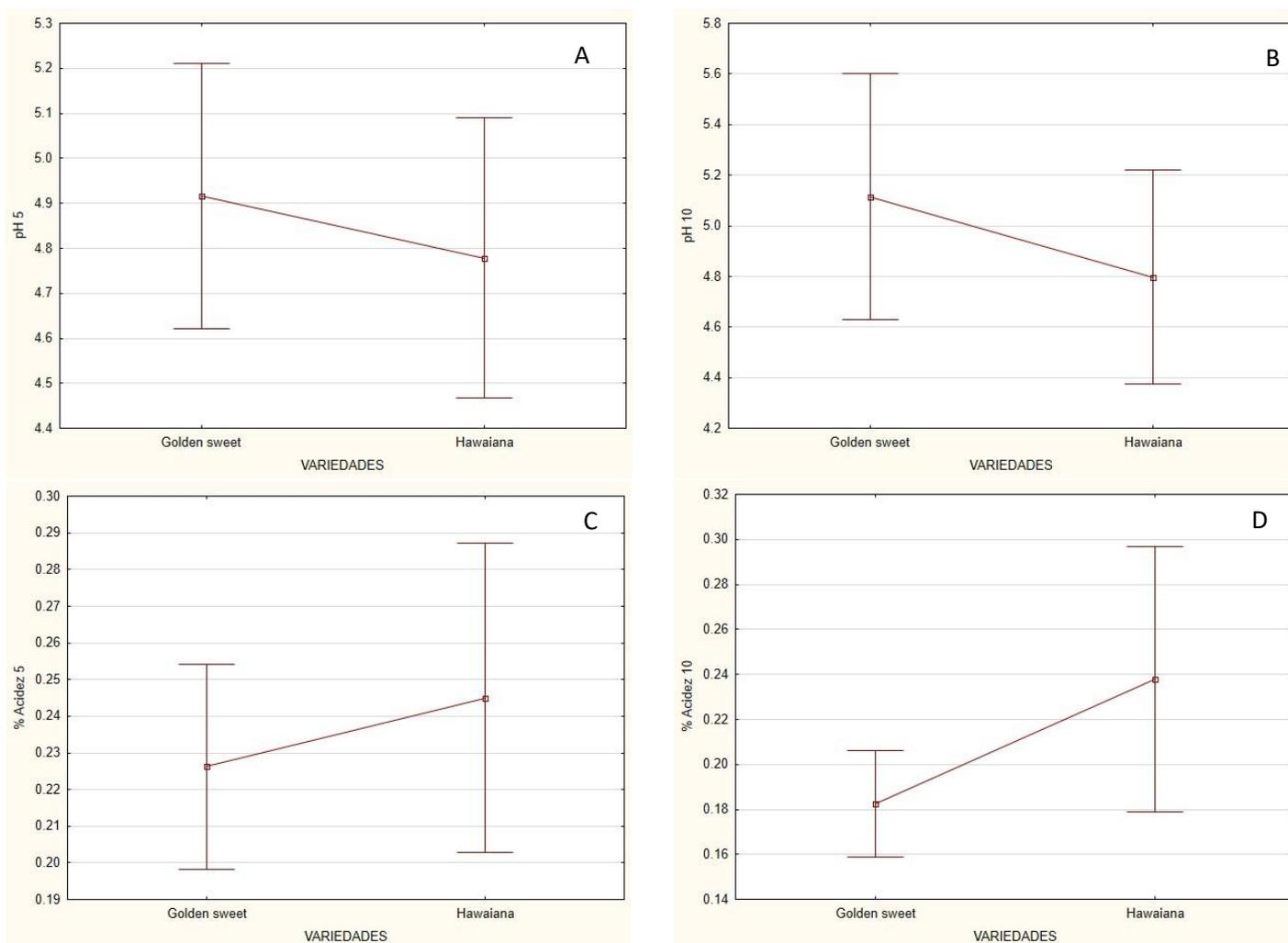
Tabla 28

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor A en las variables microbiológicas.

	Mohos 5	Mohos 10	Aerobios 5	Aerobios 10
Golden sweet	20375.00 b	656375.0 b	260375.0 b	304750.0 a
Hawaiana	4812.50 a	397750.0 a	115000.0 a	399750.0 b

Figura 2

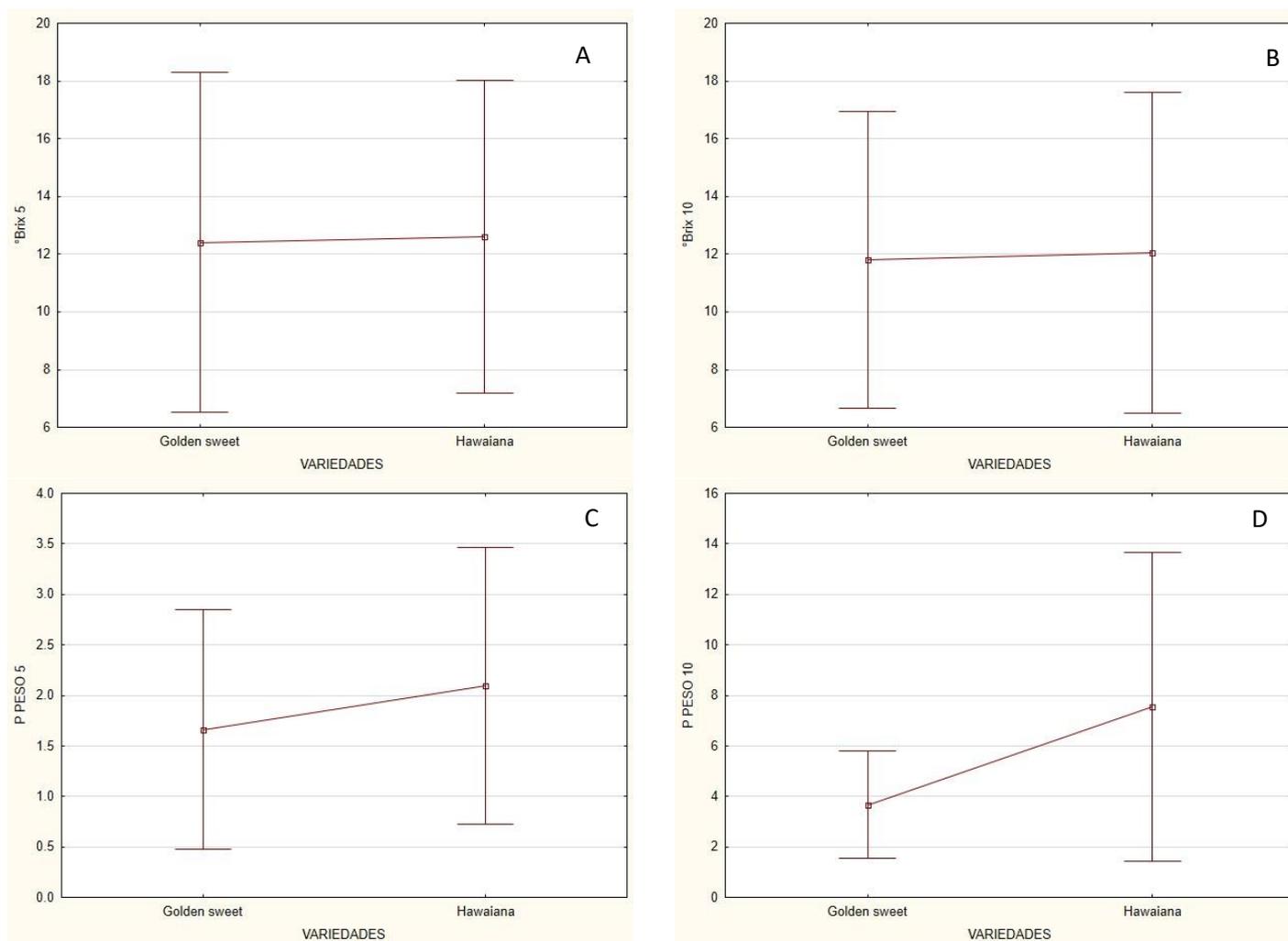
Estudio del efecto de las variedades del mosto de piña (Factor A) en las variables de pH y acidez.



La figura 2 muestra que: en la variable pH día 5 no hubo diferencia significativa, mientras que en pH día 10 se puede evidenciar que Golden sweet predominó siendo esta la mayor, en lo que respecta a acidez día 5 y acidez día 10 presentó mayor media la Hawaiana respecto a la Golden sweet.

Figura 3

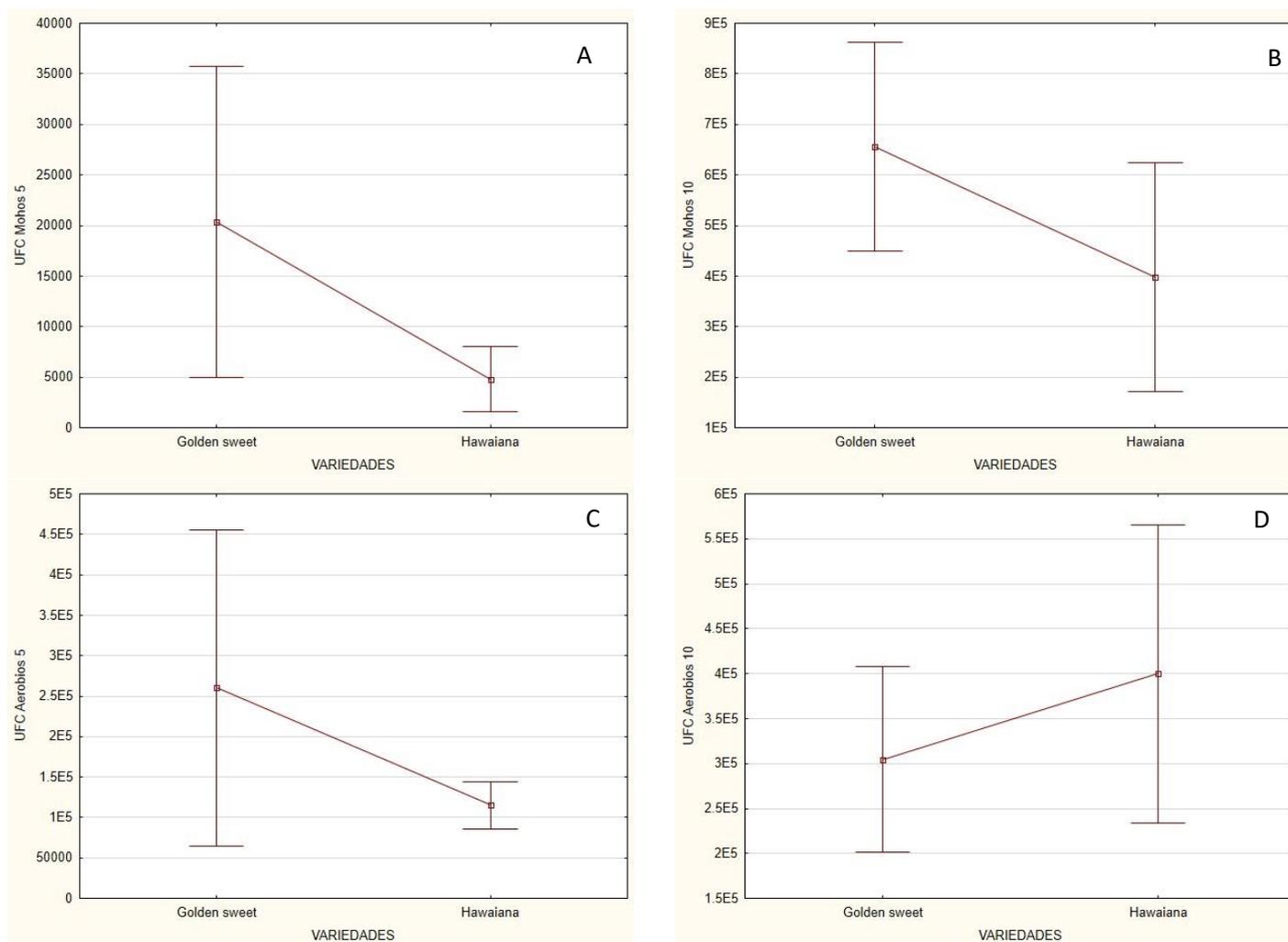
Estudio del efecto de las variedades del mosto de piña (Factor A) en las variables de grados brix y pérdida de peso.



La figura 3 muestra que: en la variable grados Brix día 5 ninguno de los niveles tuvo influencia por lo que estas dos medias son estadísticamente iguales, en grados Brix día 10 se puede observar como la media del nivel Hawaiana presentó unos grados brix más altos que Golden sweet, respecto a la pérdida de peso día 5 y pérdida de peso día 10 se encontró diferencia significativa, donde hawaiana tuvo mayor pérdida de peso.

Figura 4

Estudio del efecto de las variedades del mosto de piña (Factor A) en las variables microbiológicas.



La figura 4 muestra que: en la variable UFC de mohos día 5 y UFC de mohos día 10 Golden sweet predominó con respecto a hawaiana, respecto a la variable UFC de aerobios día 5 se encontró diferencias notables, en la cual Golden sweet predominó, y en UFC de aerobios día 10, la media de Hawaiana predominó siendo la mayor.

Resultados del estudio para las frutas bioconservadas (Factor B)

Tabla 29

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables físico-químicas.

	pH 5	pH 10	Acidez 5	Acidez 10
Tomate	4.45 a	4.44 a	0.218 a	0.233 b
Guineo	5.25 b	5.47 b	0.254 b	0.188 a
	Brix 5	Brix 10	P peso 0	P peso 5
Tomate	4.02 a	3.90 a	1.04 a	1.98 a
Guineo	21.00 b	19.95 b	2.72 b	9.24 b

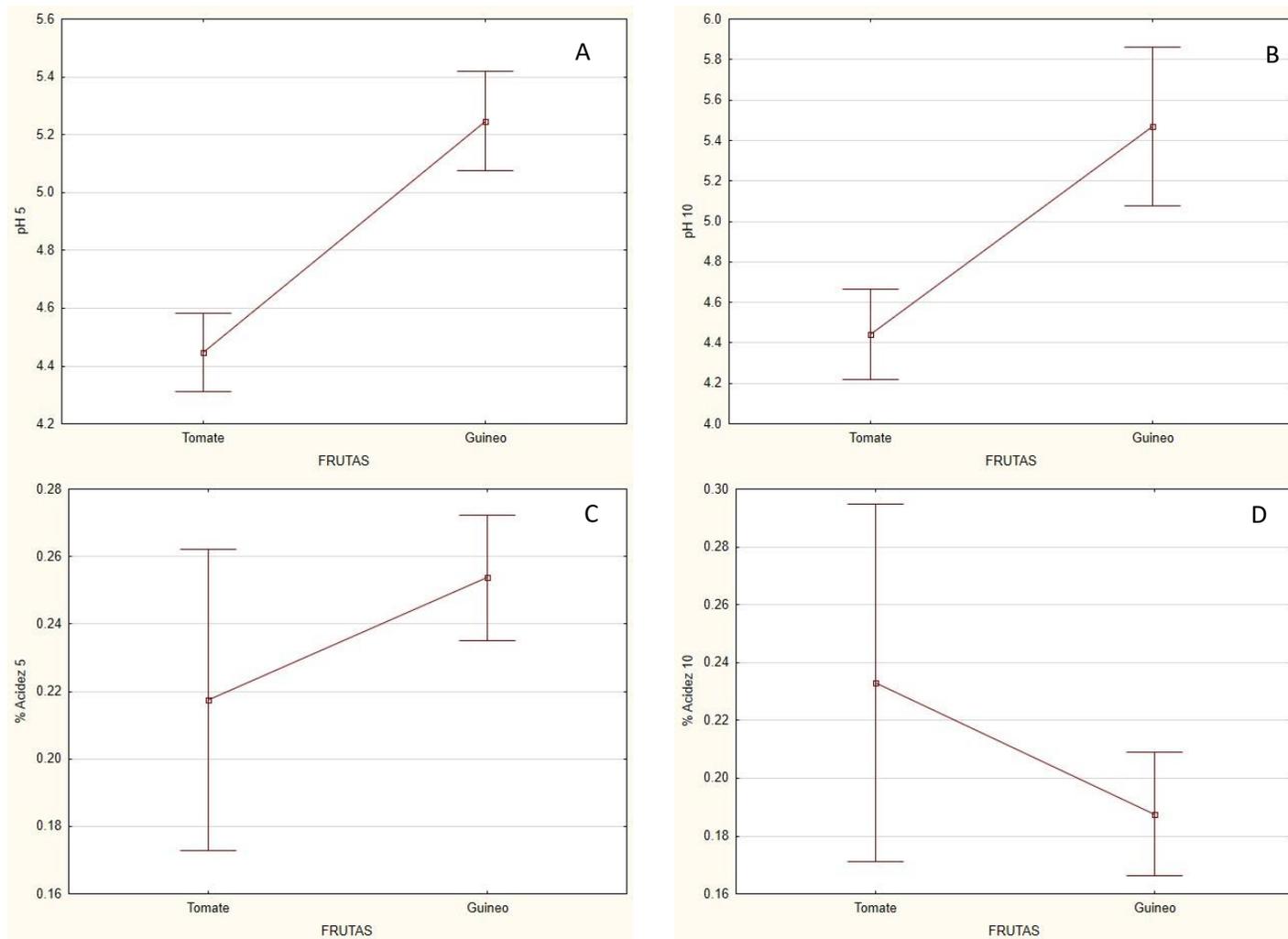
Tabla 30

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor B en las variables microbiológicas.

	Mohos 5	Mohos 10	Aerobios 5	Aerobios 10
Tomate	21500.00 b	528250.0 a	287625.0 b	276250.0 a
Guineo	3687.50 a	525875.0 a	87750.0 a	428250.0 b

Figura 5

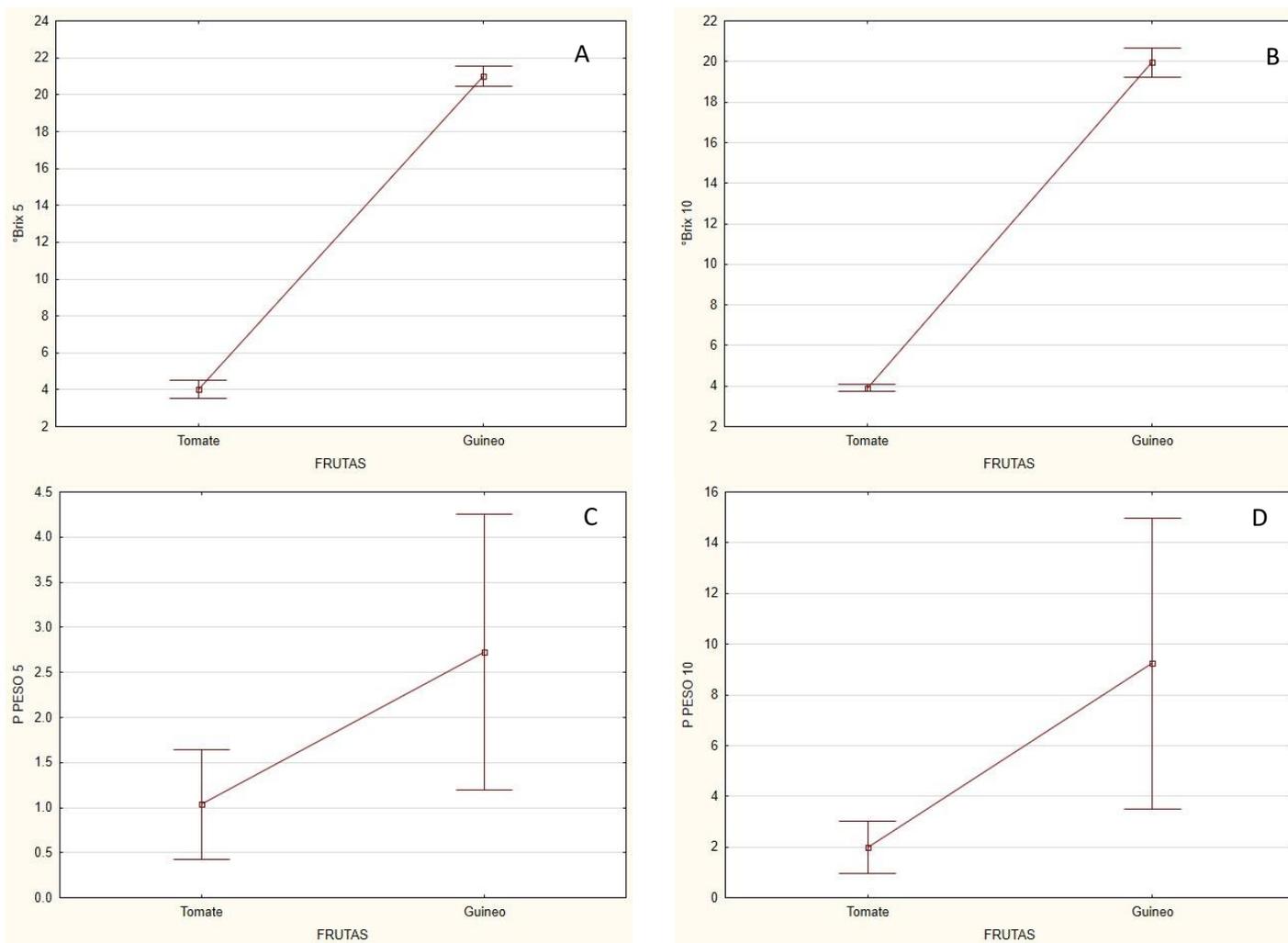
Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables de pH y acidez.



La figura 5 muestra que: el tipo de fruta influye en la variable pH día 5 ya que la media de guineo es mayor a la del tomate, respecto a pH día 10 el pH del guineo fue el que predominó, en la variable de acidez día 5 se pudo observar que la media de guineo ofreció mayor media con respecto al tomate, en la variable acidez día 10 existe una mayor media del tomate con respecto a la acidez del guineo.

Figura 6

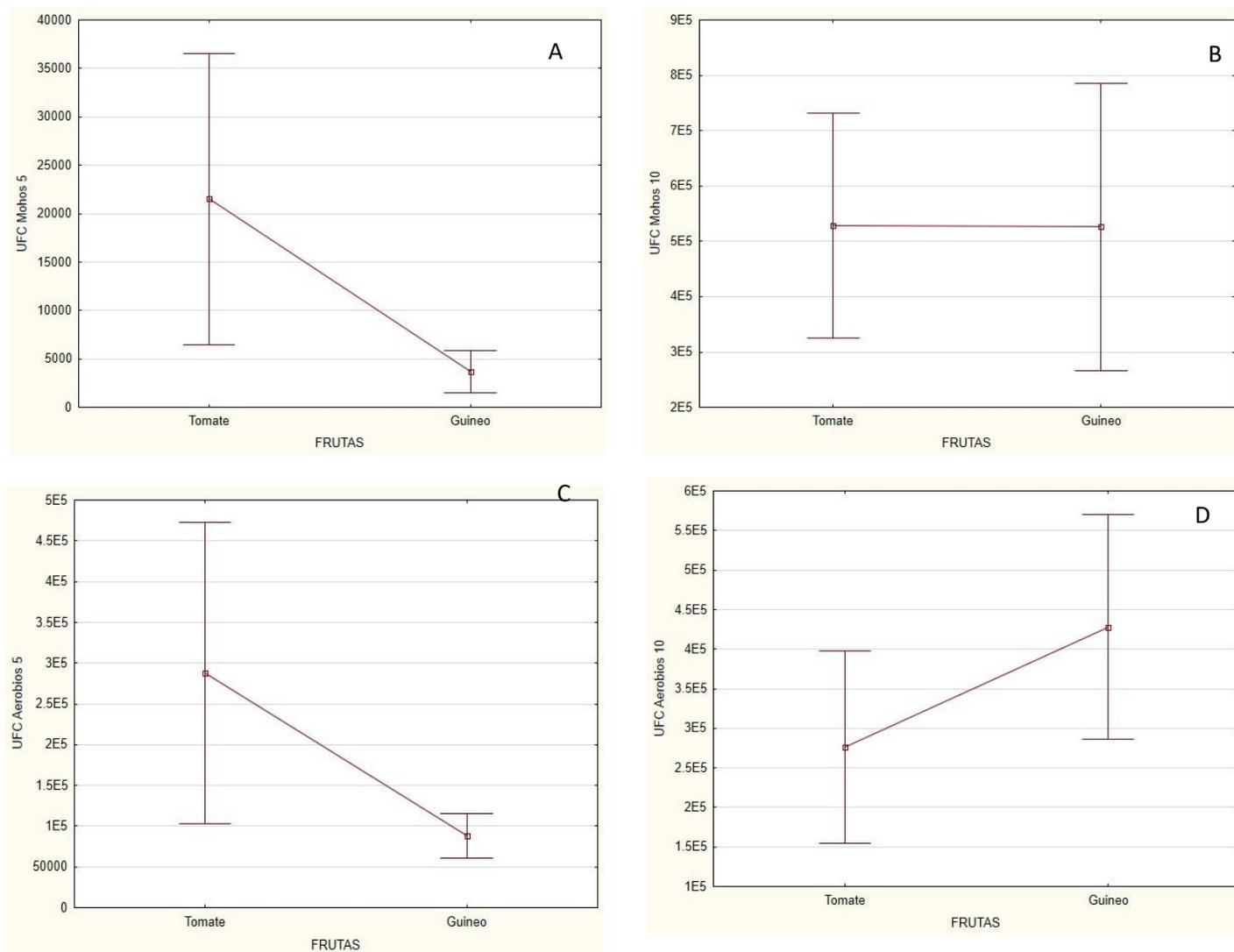
Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables de grados brix y pérdida de peso.



En la figura 6 se pudo observar, que en la variable grados Brix día 5 y grados Brix día 10 la media que presentó valores más altos fue guineo. Con respecto a pérdida de peso día 5 y pérdida de peso día 10 se pudo observar que el guineo tuvo mayor pérdida de peso.

Figura 7

Estudio del efecto de las frutas (Factor B) en las variables microbiológicas.



En la figura 7 se observa que: en la variable UFC de mohos día 5 el tomate predominó en relación al guineo, en cambio en las UFC de mohos día 10 el guineo presentó una media mayor, con respecto a la variable UFC de aerobios día 5 predominó el tomate, las UFC de aerobios del día 10 predominó el guineo.

Resultados del estudio para el acondicionamiento de bioconservación (Factor C)

Tabla 31

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor C en las variables físico-químicas.

	pH 5	pH 10	Acidez 5	Acidez 10
Refrigeración	4.95 b	4.90 a	0.256 b	0.254 b
Sin refrigeración	4.75 a	5.02 a	0.215 a	0.167 a
	Brix 5	Brix 10	P peso 0	P peso 5
Refrigeración	12.90 b	12.27 b	0.29 a	1.45 a
Sin refrigeración	12.13 a	11.57 a	3.47 b	9.77 b

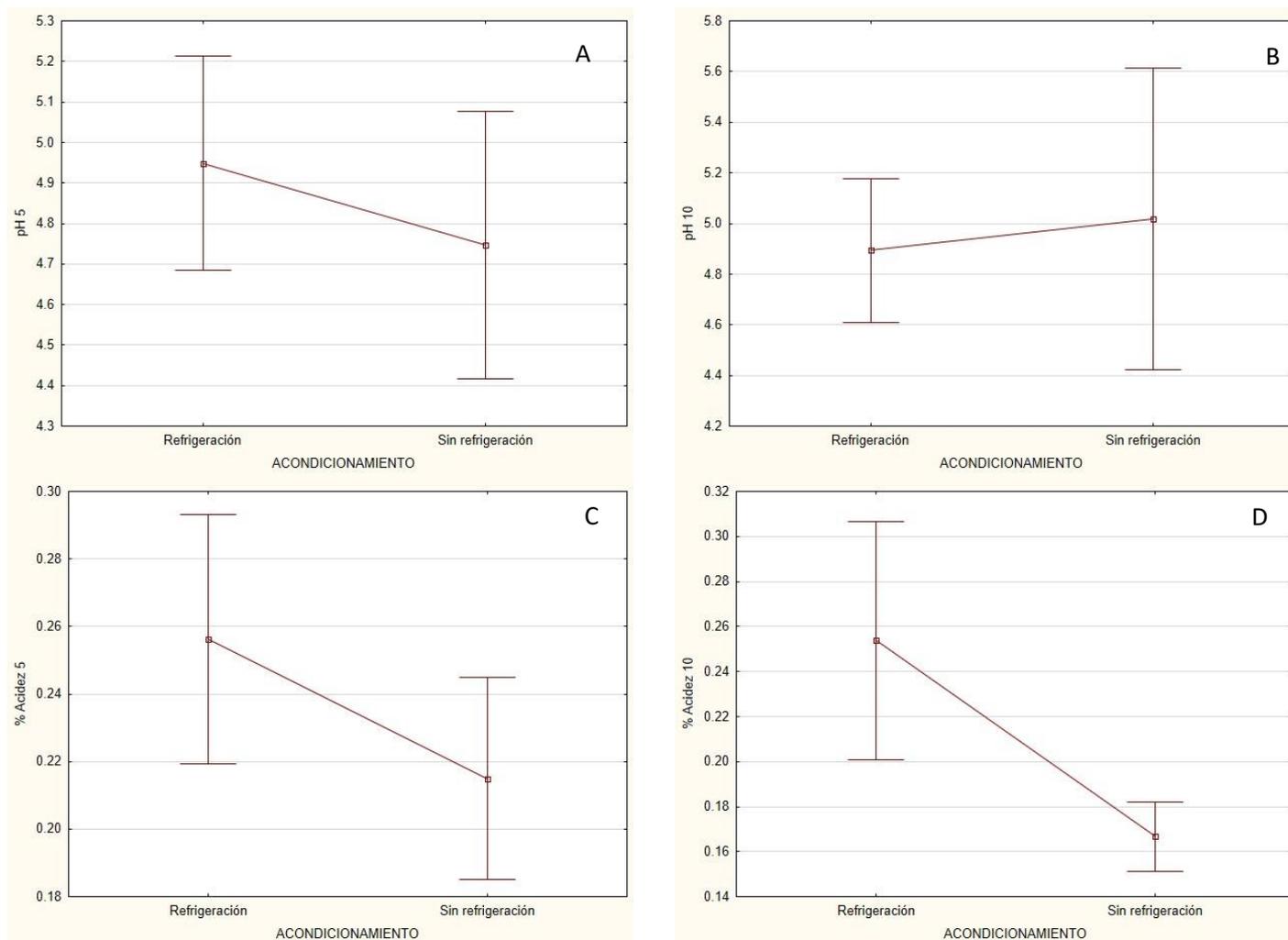
Tabla 32

Resultados del análisis de la prueba Tukey para el factor C en las variables microbiológicas.

	Mohos 5	Mohos 10	Aerobios 5	Aerobios 10
Refrigeración	5250.00 a	372875.0 a	115125.0 a	436000.0 b
Sin refrigeración	19937.50 b	681250.0 b	260250.0 b	268500.0 a

Figura 8

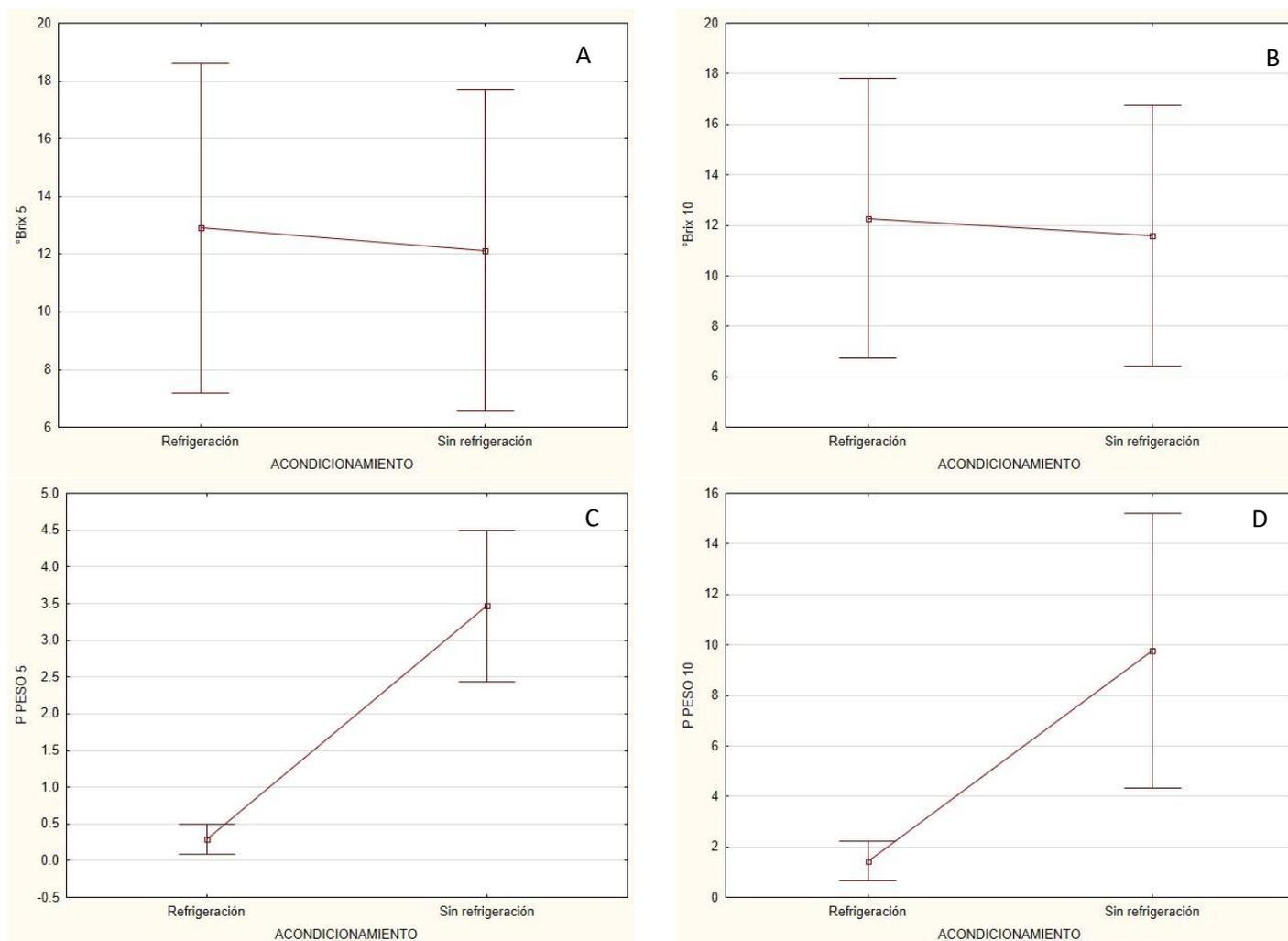
Estudio del efecto del acondicionamiento (Factor C) en las variables de pH y acidez.



En la figura 8 se pudo observar que: en la variable pH día 5 el nivel refrigeración ofreció mayor media, en pH día 10 no hubo diferencia por lo que las medias analizadas son iguales estadísticamente, respecto a la variable de acidez día 5 se ubicó diferencia entre los niveles por lo que refrigerar genera mayor cantidad de acidez, lo mismo que ocurre en acidez día 10.

Figura 9

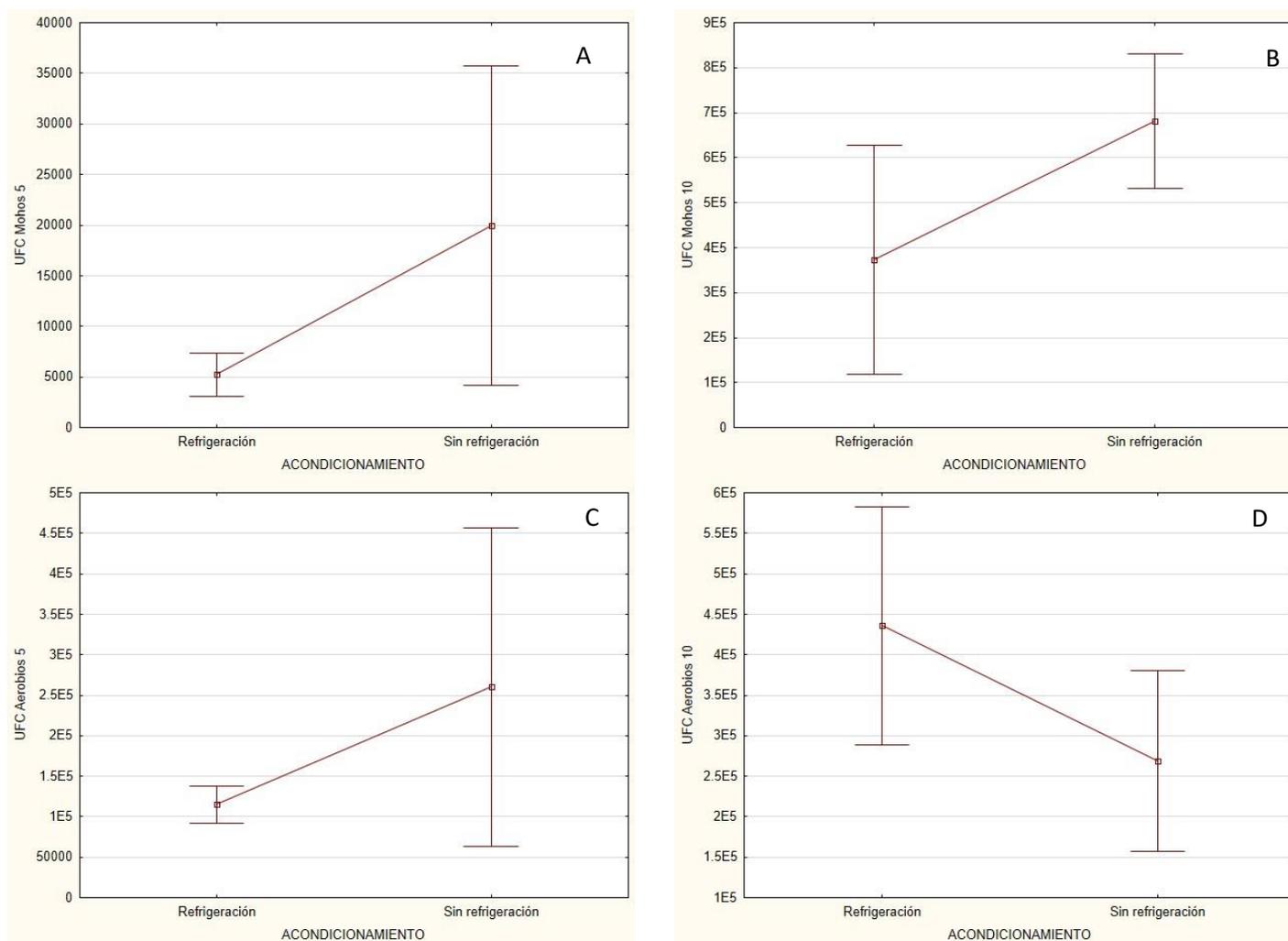
Estudio del efecto del acondicionamiento (Factor C) en las variables de grados brix y pérdida de peso.



En la figura 9 se observó qué: en la variable grados brix día 5 y grados brix día 10 refrigeración tuvo mayor media que sin refrigeración, respecto a la variable pérdida de peso día 5 y pérdida de peso día 10 la media sin refrigeración fue mayor.

Figura 10

Estudio del efecto del acondicionamiento (Factor C) en las variables microbiológicas.



En la figura 10 se observó que, en la variable UFC de mohos día 5 y UFC de mohos día 10 predominó la media sin refrigeración. En la variable UFC de aerobios día 5 predominó el tratamiento sin refrigeración, mientras que en UFC de aerobios día 10 predominó el tratamiento en refrigeración.

**Prueba de Tukey para las interacciones significativas en la
bioconservación**

Análisis de Tukey en la interacción A*B (Piña*Fruta)

Tabla 33

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables físico-químicas.*

	pH 5	pH 10	Acidez 5	Acidez 10
A0B0	4.51 a	4.61 a	0.190 a	0.185 a
A0B1	5.33 a	5.62 a	0.263 b	0.180 a
A1B0	4.39 a	4.28 a	0.245 b	0.281 b
A1B1	5.17 a	5.32 a	0.245 b	0.195 a
	Brix 5	Brix 10	P peso 5	P peso 10
A0B0	3.60 a	4.13 b	1.01 a	2.27 b
A0B1	21.23 b	19.48 c	2.31 c	5.07 c
A1B0	4.45 a	3.68 a	1.06 b	1.70 a
A1B1	20.77 c	20.43 d	3.13 d	13.40 d

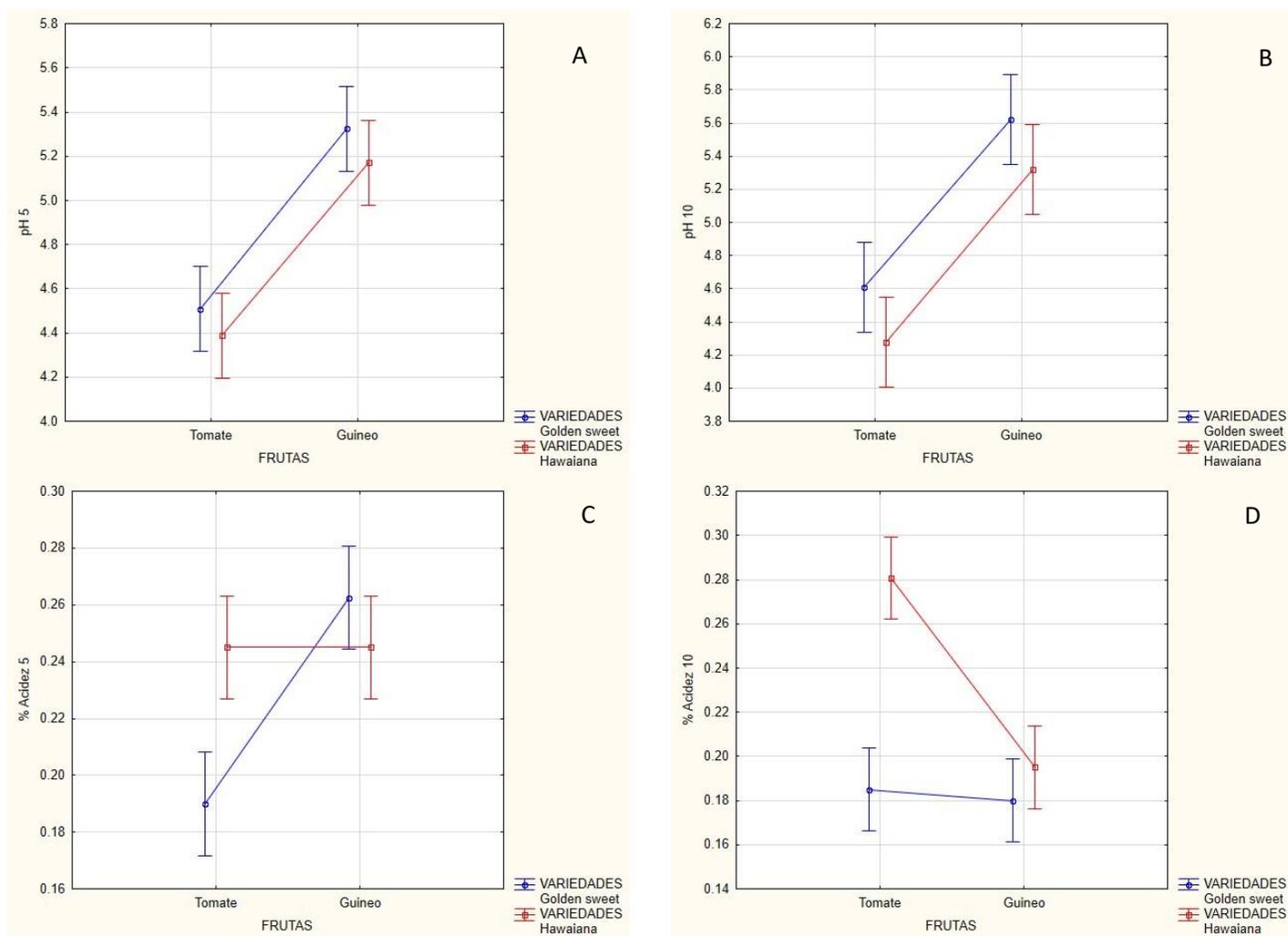
Tabla 34

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B en las variables microbiológicas.*

	Mohos 5	Mohos 10	Aerobios 5	Aerobios 10
A0B0	34000.00 c	764500.0 c	453250.0 c	221500.0 a
A0B1	6750.00 b	548250.0 b	67500.0 a	388000.0 a
A1B0	9000.00 d	292000.0 a	122000.0 b	331000.0 a
A1B1	625.00 a	503500.0 b	108000.0 b	468500.0 a

Figura 11

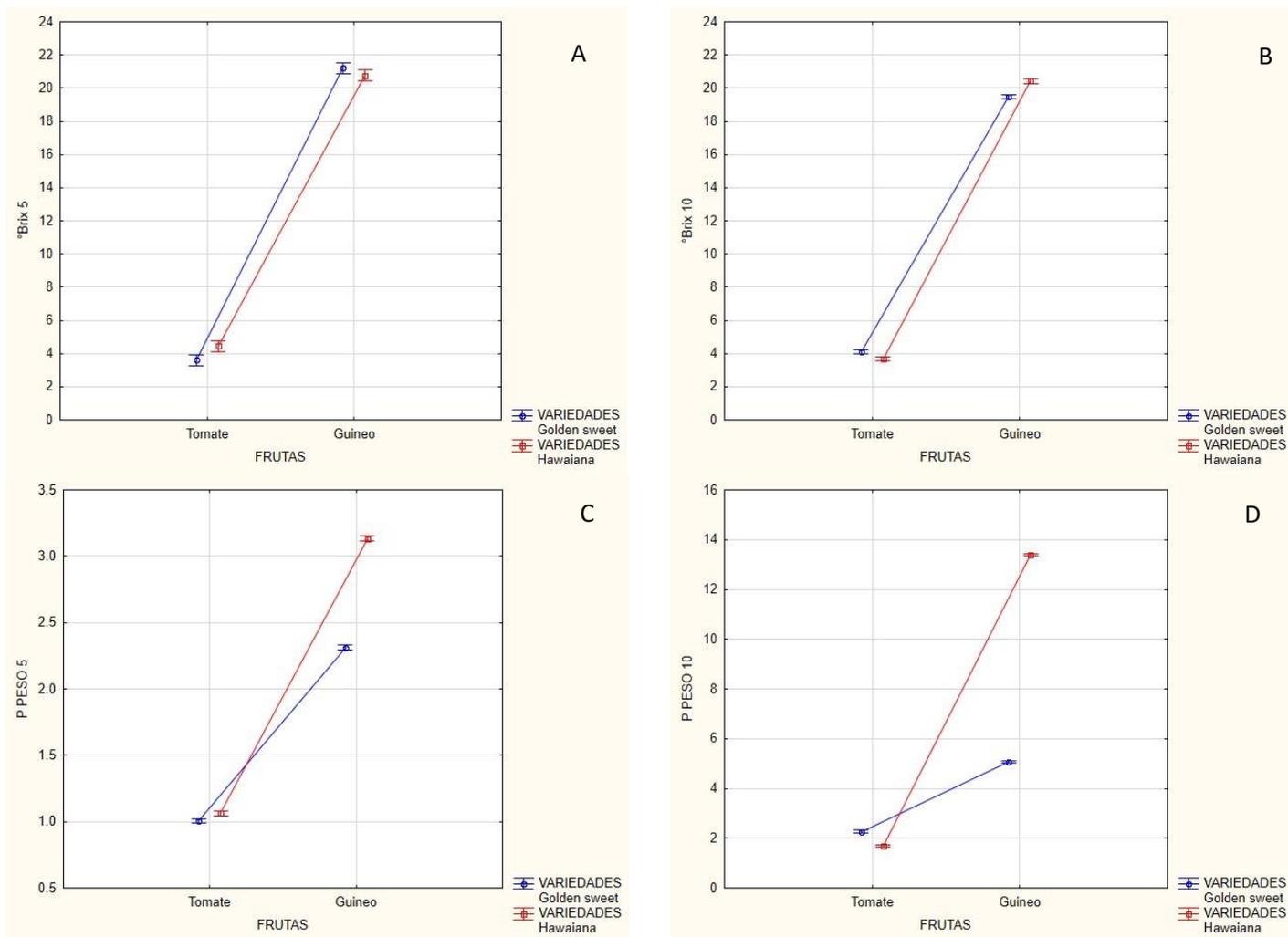
Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de pH y acidez.



En la figura 11 se pudo observar qué: en la variable pH día 5 y pH día 10 no hubo diferencia entre las medias. Respecto a la variable acidez día 5 se muestra que sí presenta diferencia, donde las medias con valores más altos son: A0B1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) con guineo), A1B0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con tomate), A1B1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con guineo), respecto a la variable acidez día 10 hubo diferencia donde A1B0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con tomate) fue la interacción que mayor media proporcionó, los otros tratamientos fueron los menores.

Figura 12

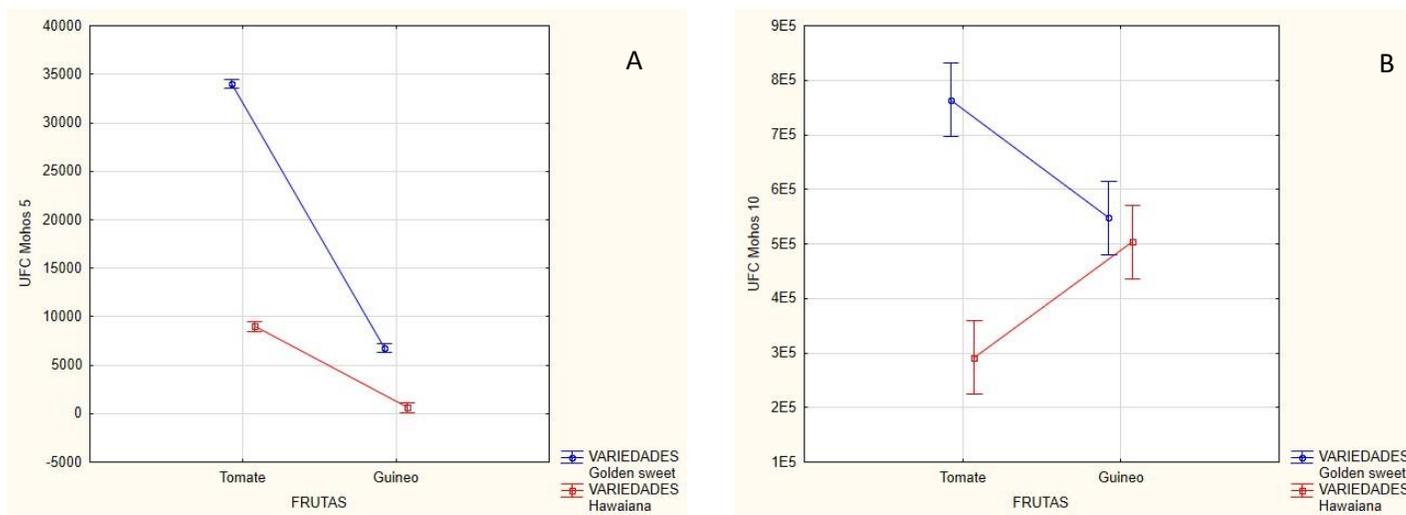
Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de grados brix y pérdida de peso.

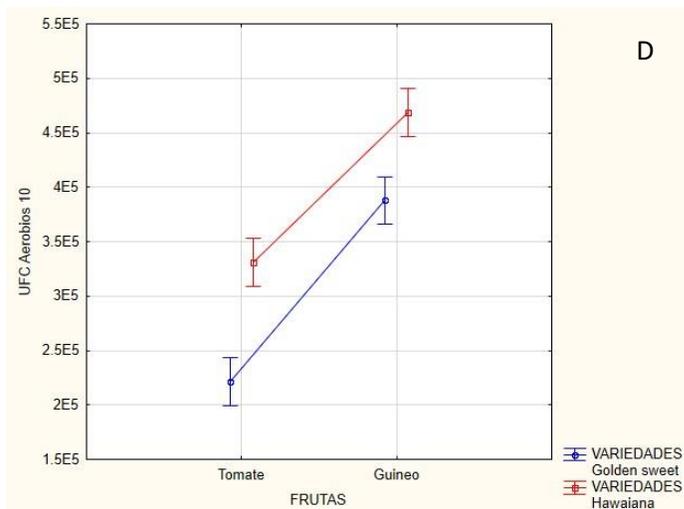
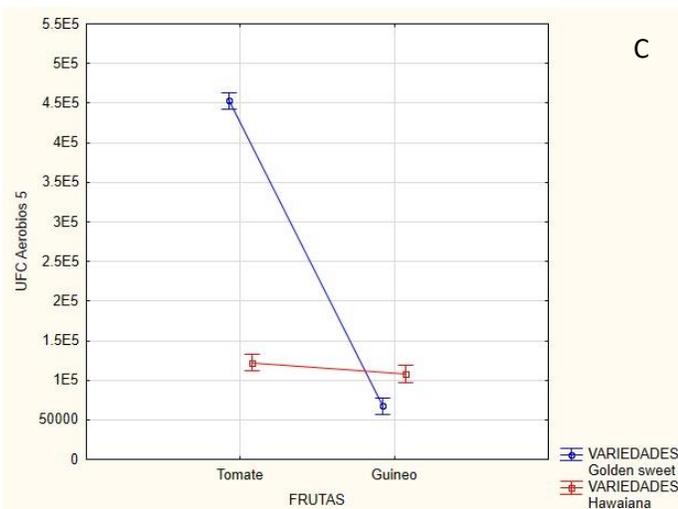


En la figura 12 se observa que: en la variable grados Brix día 5 aquella interacción que ofreció mayor media fue A1B1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con guineo) mientras que A0B0 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) con tomate) y A1B0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con tomate) presentaron menor media, respecto a la variable grados Brix día 10 la interacción que proporcionó mayor media fue A1B1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con guineo) mientras que A1B0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con tomate) proporcionó menor cantidad, respecto a la variable pérdida de peso día 5 la interacción A1B1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con guineo) presentó mayor pérdida de peso mientras que, A0B0 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) con tomate) tuvo menor pérdida de peso, respecto a pérdida de peso día 10 la interacción A1B1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) con guineo) tuvo una media con pérdida mayor,

Figura 13

*Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables microbiológicas.*





En la figura 13 se puede observar que en la variable UFC de mohos día 5 hubo gran diferencia entre las interacciones, predominando la interacción A0B0 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) y Tomate), por el contrario, la interacción A1B1 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) y Guineo) tuvo el menor contenido de UFC. En las UFC de mohos día 10 la interacción A0B0 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) y Tomate) también presentó mayor contenido, y la que presentó menor contenido fue la interacción A1B0 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) y Tomate). En las UFC de aerobios día 5 la interacción A0B1 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) y Guineo) fue la más baja y por el contrario la interacción A0B0 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) y Tomate) fue la que predominó. Por último, en las UFC de aerobios día 10, la interacción A1B1 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) y Guineo) predominó y la interacción inferior fue A0B0 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) y Tomate).

Análisis de Tukey en la interacción A*C (Piña*Acondicionamiento)

Tabla 35

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*C en las variables físico-químicas.*

	pH 5	pH 10	Acidez 5	Acidez 10
A0C0	5.02 a	4.82 a	0.235 a	0.210 b
A0C1	4.82 a	5.41 b	0.218 a	0.155 a
A1C0	4.88 a	4.97ab	0.278 b	0.298 c
A1C1	4.68 a	4.63 a	0.213 a	0.178 ab
	Brix 5	Brix 10	P peso 5	P peso 10
A0C0	12.85 a	12.48 c	0.15 a	0.94 a
A0C1	11.98 a	11.13 a	3.17 c	6.40 c
A1C0	12.95 a	12.07 b	0.44 b	1.95 b
A1C1	12.28 a	12.03 b	3.76 d	13.15 d

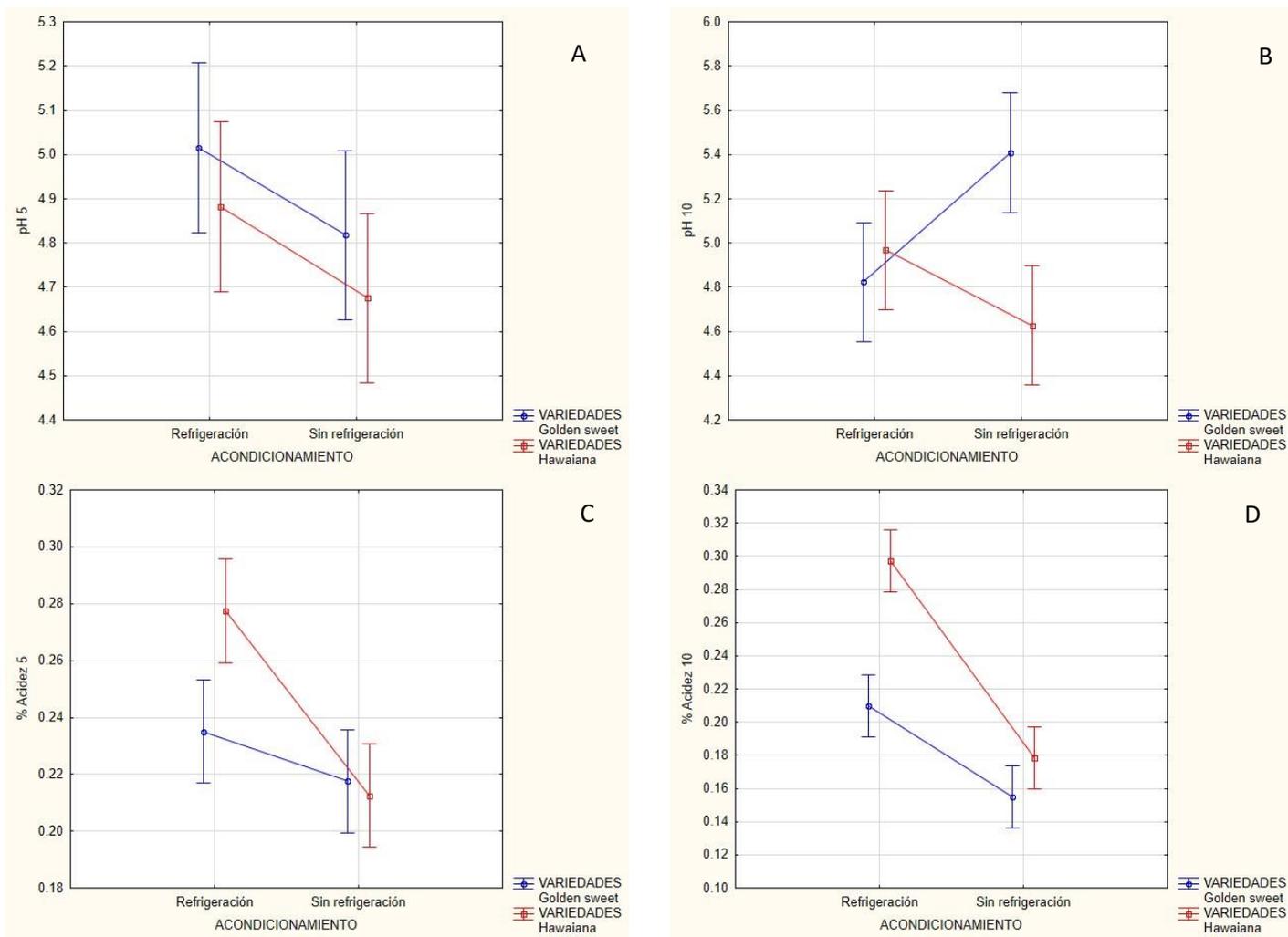
Tabla 36

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*C en las variables microbiológicas.*

	Mohos 5	Mohos 10	Aerobios 5	Aerobios 10
A0C0	7750.00 b	628250.0 b	107250.0 a	429500.0 c
A0C1	33000.00 c	684500.0 b	413500.0 b	180000.0 a
A1C0	2750.00 a	117500.0 a	123000.0 a	442500.0 c
A1C1	6875.00 b	678000.0 b	107000.0 a	357000.0 b

Figura 14

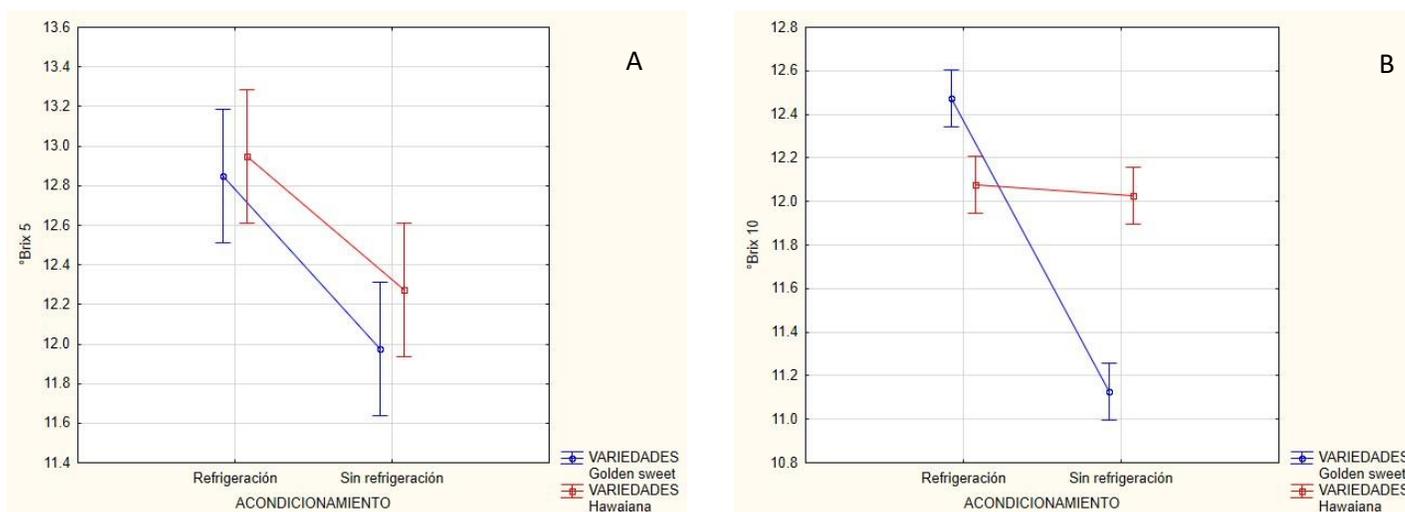
Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de pH y acidez.

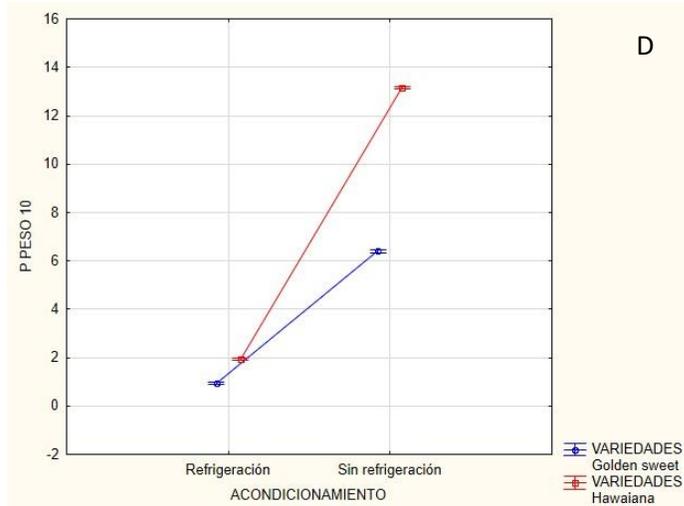
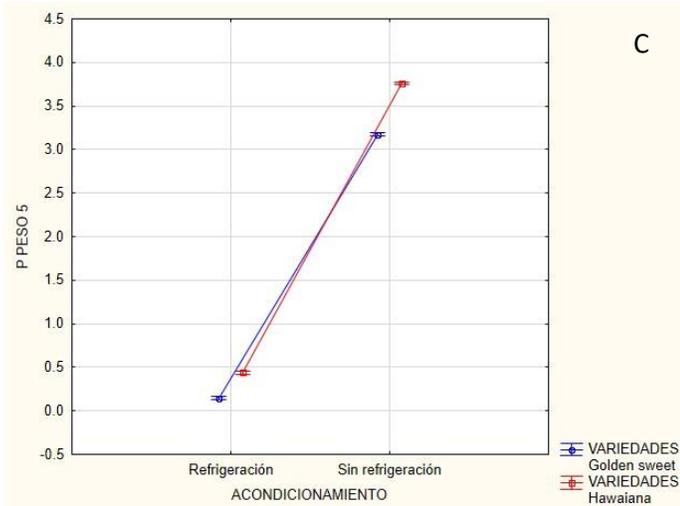


En la figura 14 la variable pH día 5 muestra que no existió diferencia entre las medias, en pH día 10 los tratamientos A0C1 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) sin refrigeración) y A1C0 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) con refrigeración) presentaron mayor media, en la variable acidez día 5 el tratamiento A1C0 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) con refrigeración) fue mayor mientras, que las otras interacciones fueron estadísticamente iguales, en la variable acidez día 10 la interacción A1C0 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) con refrigeración) proporcionó mayor acidez, mientras que las interacciones A0C1 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) sin refrigeración) y A1C1 (Hawaiana sin refrigerar) generó una media menor.

Figura 15

*Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de grados brix y pérdida de peso.*

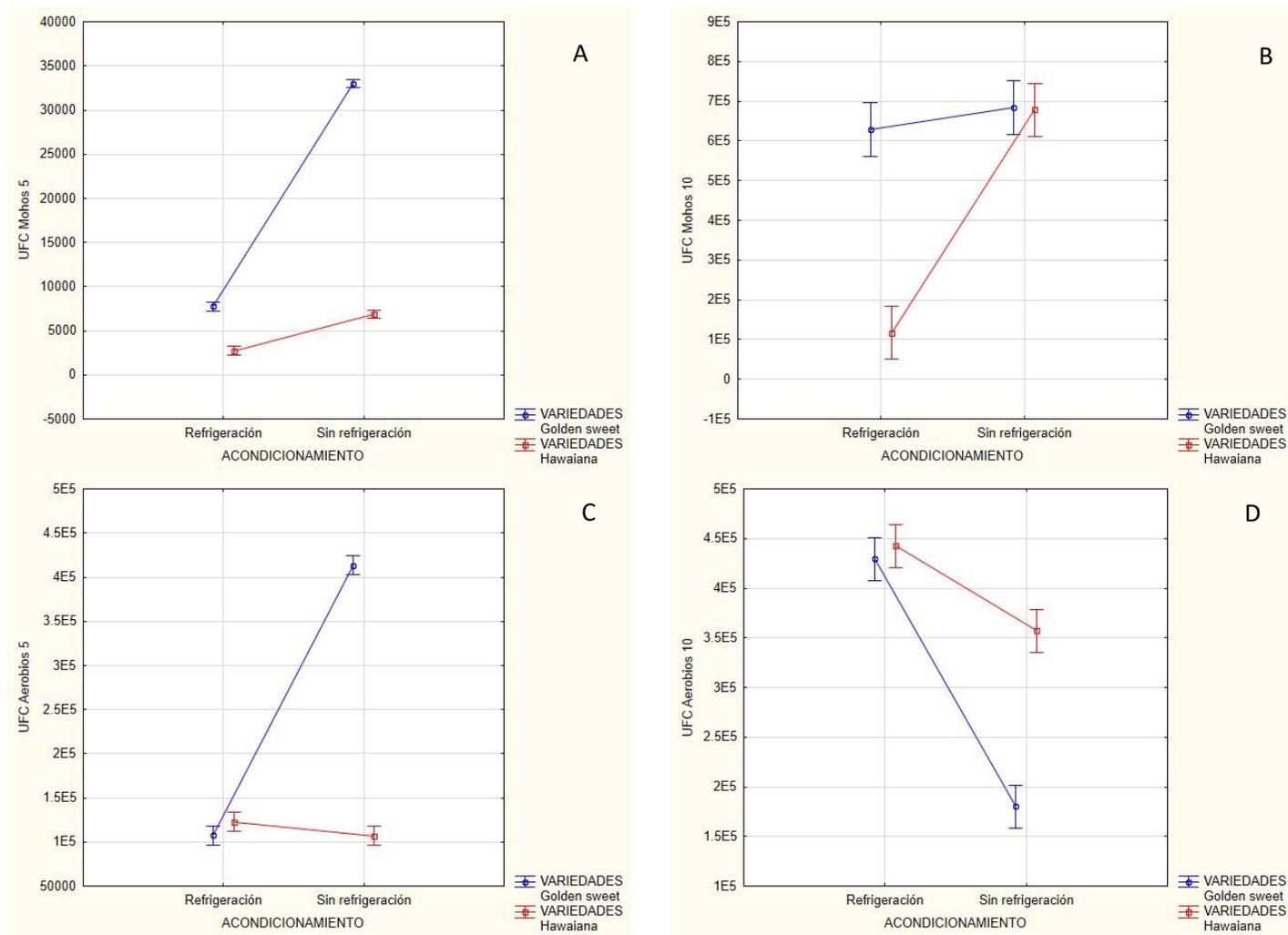




En la figura 15 se observa que: la variable grados brix día 5 no tubo diferencia, y en grados Brix día 10, A0C0 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) con refrigeración) proporcionó mayor media, mientras que A0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) sin refrigeración) fue el menor, respecto a la variable pérdida de peso día 5 y pérdida de peso día 10 se observó que la interacción A1C1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiiana) sin refrigeración) presentó mayor pérdida de peso, y A0C0 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) con refrigeración) presentó menor pérdida de peso.

Figura 16

Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables microbiológicas.



En la figura 16, se observa que: en la variable UFC de mohos día 5 la interacción A0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) sin refrigeración) fue la que predominó, y la interacción A1C0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiiana) en refrigeración) fue la que presentó menos UFC de mohos. En la variable UFC de mohos día 10 la interacción A1C0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiiana) y Refrigeración) tuvo menor presencia de UFC en comparación con las demás interacciones que son estadísticamente iguales. En la variable UFC de aerobios día 5 la interacción A0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) sin refrigeración) predominó con mayor contenido de UFC y las demás interacciones presentaron menor contenido de UFC. En la variable UFC de aerobios día 10 las interacciones en refrigeración presentaron mayor contenido de UFC y la que tuvo menor contenido fue la interacción A0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) sin refrigeración).

Análisis de Tukey en la interacción B*C (Fruta*Acondicionamiento)

Tabla 37

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B*C en las variables físico-químicas.*

	pH 5	pH 10	Acidez 5	Acidez 10
B0C0	4.57 a	4.57 a	0.260 b	0.297 c
B0C1	4.33 a	4.31 a	0.175 a	0.168 a
B1C0	5.33 a	5.22 b	0.253 b	0.210 b
B1C1	5.16 a	5.72 b	0.255 b	0.165 a
	Brix 5	Brix 10	P peso 5	P peso 10
B0C0	4.33 a	3.95 a	0.12 a	0.50 a
B0C1	3.73 a	3.85 a	1.95 c	3.47 c
B1C0	21.48 a	20.60 c	0.46 b	2.39 b
B1C1	20.52 a	19.30 b	4.99 d	16.08 d

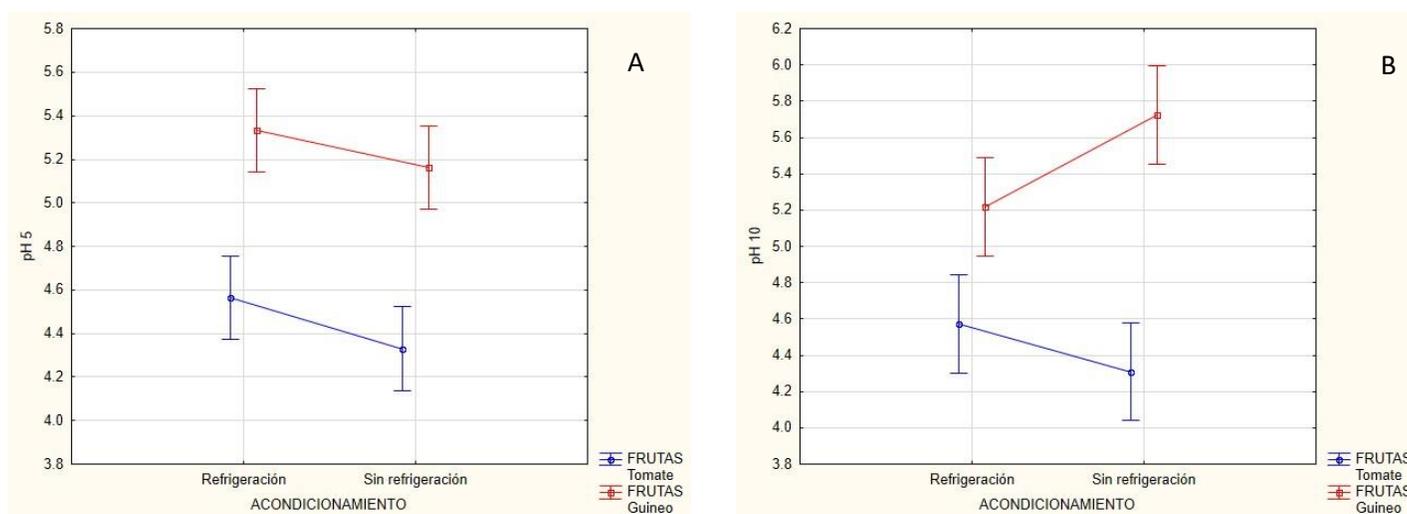
Tabla 38

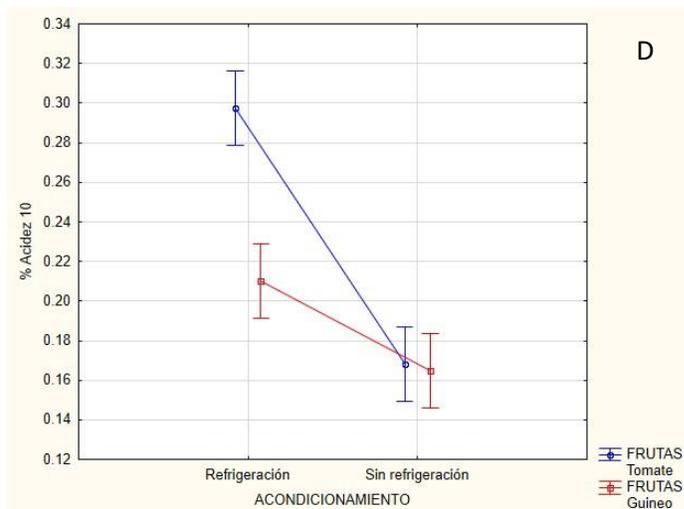
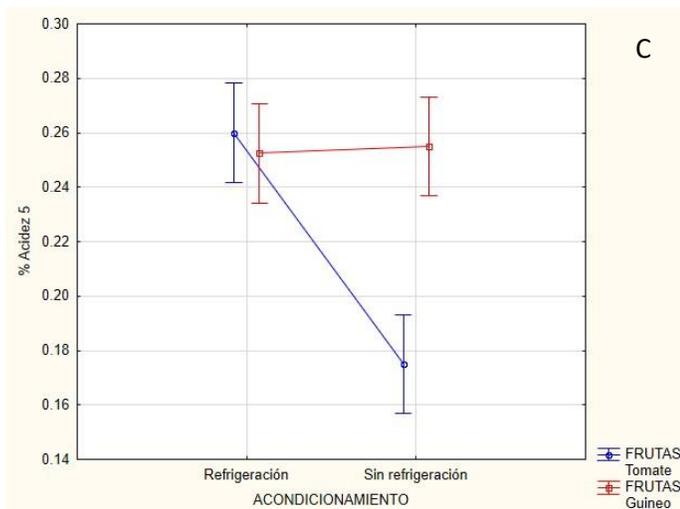
Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción B*C en las variables microbiológicas.

	Mohos 5	Mohos 10	Aerobios 5	Aerobios 10
B0C0	6500.00 b	594000.0 c	113500.0 b	256000.0 ab
B0C1	36500.00 c	462500.0 b	461750.0 c	296500.0 b
B1C0	4000.00 a	151750.0 a	116750.0 b	616000.0 c
B1C1	3375.00 a	900000.0 d	58750.0 a	240500.0 a

Figura 17

Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de pH y acidez.

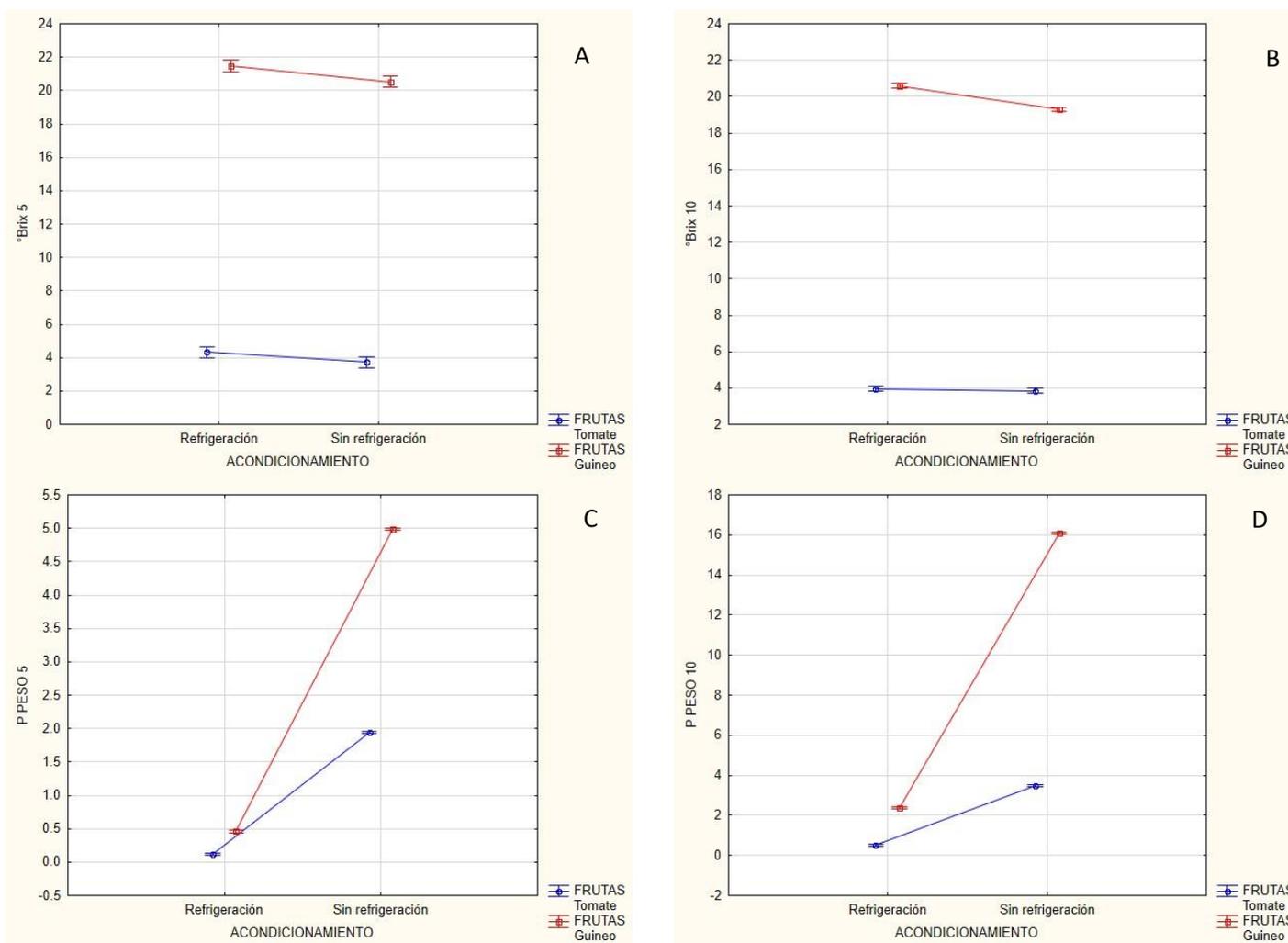




En la figura 17 se observó que: la variable pH día 5 no presentó diferencia en sus interacciones, y en pH día 10 las interacciones B1C0 (Guineo con refrigeración) y B1C1 (Guineo sin refrigeración) son las medias con mayor cantidad de pH, en la variable acidez día 5 B0C0 (Tomate con refrigeración), B1C0 (guineo con refrigeración), B1C1 (guineo sin refrigeración) presentaron las medias mayores, y en acidez día 10 las interacciones B0C0 (Tomate con refrigeración) y B1C0 (Guineo con refrigeración) presentaron las medias mayores y B0C1 (Tomate sin refrigeración) y B1C1 (Guineo sin refrigeración) presentaron las medias menores.

Figura 18

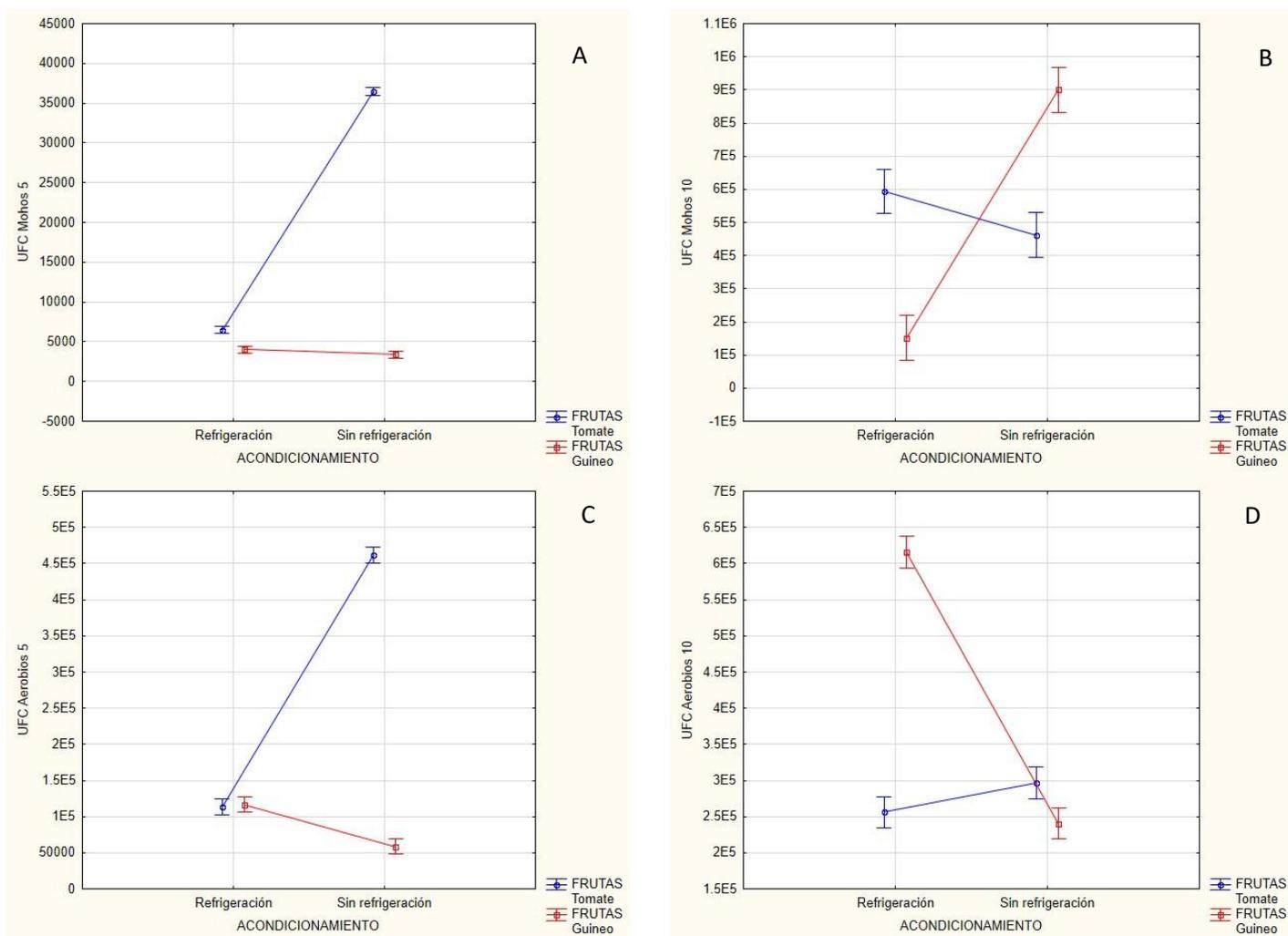
*Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables de grados brix y pérdida de peso.*



En la figura 18, la variable grados brix día 5 no tubo diferencia significativa, en la variable grados brix día 10 la media que proporcionó mayor media fue B1C0 (Guineo con refrigeración) la interacción que proporcionó menor media fue B0C1 (Tomate sin refrigeración), respecto a la variable de pérdida de peso del día 5 y pérdida de peso día 10 se observó que la interacción que mayor pérdida de peso tuvo fue B1C1 (Guineo sin refrigeración), y B0C0 (Tomate con refrigeración) presentó menor pérdida de peso.

Figura 19

Estudio del efecto de la interacción A*B en las variables microbiológicas.



En la figura 19, las variables UFC de mohos y de aerobios día 5 la interacción que predominó fue B0C1 (Guineo sin refrigeración) y la que tuvo menor media fue B1C1 (Guineo sin refrigeración), respecto a UFC de mohos día 10 la interacción que tuvo mayor media fue B1C1 (Guineo sin refrigeración) y la interacción con menor media fue B1C0 (Guineo con refrigeración). En UFC de aerobios día 10 la interacción que presentó mayor media fue B1C0 (Guineo en refrigeración) y las demás interacciones no presentan diferencias significativas.

Análisis de Tukey en la interacción A*B*C (Piña*Fruta*Acondicionamiento)

Tabla 39

*Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B*C en las variables físico-químicas.*

	pH 5	pH 10	Acidez 5	Acidez 10
A0B0C0	4.65 a	4.70 abc	0.190 ab	0.205 ab
A0B0C1	4.36 a	4.52 ab	0.190 ab	0.165 ab
A0B1C0	5.38 a	4.95 abc	0.280 cd	0.215 b
A0B1C1	5.28 a	6.29 d	0.245 bc	0.145 a
A1B0C0	4.47 a	4.45 ab	0.330 d	0.390 c
A1B0C1	4.30 a	4.10 a	0.160 a	0.171 ab
A1B1C0	5.29 a	5.48 cd	0.225 bc	0.205 ab
A1B1C1	5.05 a	5.15 bc	0.265 c	0.185 ab
	Brix 5	Brix 10	P peso 5	P peso 10
A0B0C0	3.50 a	4.15 b	0.19 b	0.49 a
A0B0C1	3.70 a	4.10 b	1.83 d	4.05 e
A0B1C0	22.20 c	20.80 d	0.11 a	1.40 b
A0B1C1	20.25 b	18.15 c	4.52 f	8.74 f
A1B0C0	5.15 a	3.75 ab	0.06 a	0.52 a
A1B0C1	3.75 a	3.60 a	2.07 e	2.88 c
A1B1C0	20.75 c	20.40 d	0.82 c	3.39 d
A1B1C1	20.80 c	20.45 d	5.45 g	23.41 g

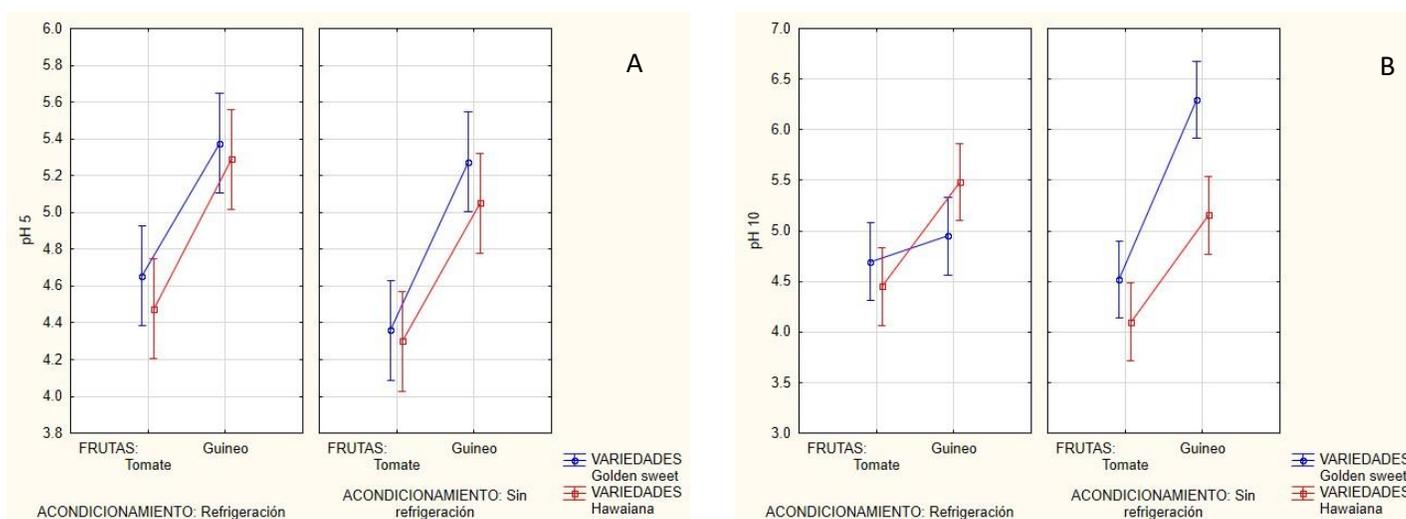
Tabla 40

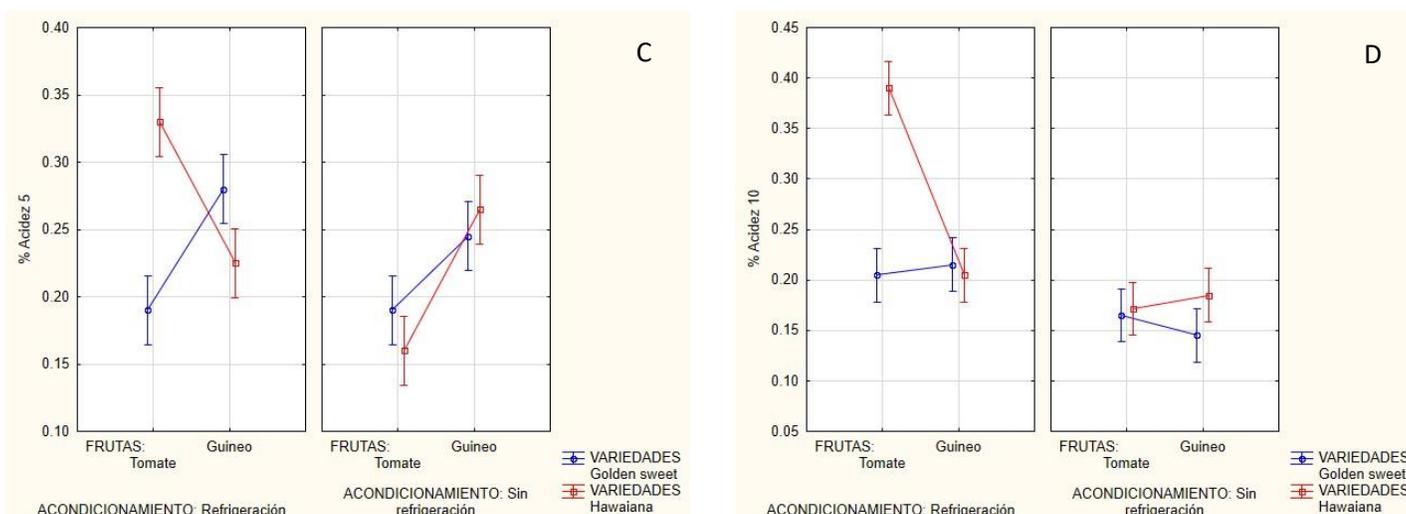
Resultados del análisis de la prueba Tukey para la interacción A*B*C en las variables microbiológicas.

	Mohos 5	Mohos 10	Aerobios 5	Aerobios 10
A0B0C0	7500.00 c	1012500 d	139000.0 b	375000.0 d
A0B0C1	60500.00 e	516500 c	767500.0 c	68000.0 a
A0B1C0	8000.00 c	244000 ab	75500.0 a	484000.0 e
A0B1C1	5500.00 b	852500 d	59500.0 a	292000.0 c
A1B0C0	5500.00 b	175500 a	88000.0 a	137000.0 ab
A1B0C1	12500.00 d	408500 bc	156000.0 b	525000.0 e
A1B1C0	0.00 a	59500 a	158000.0b	748000.0 f
A1B1C1	1250.00 a	947500 d	58000.0 a	189000.0 b

Figura 20

Estudio del efecto de la interacción A*B*C en las variables de pH y acidez.

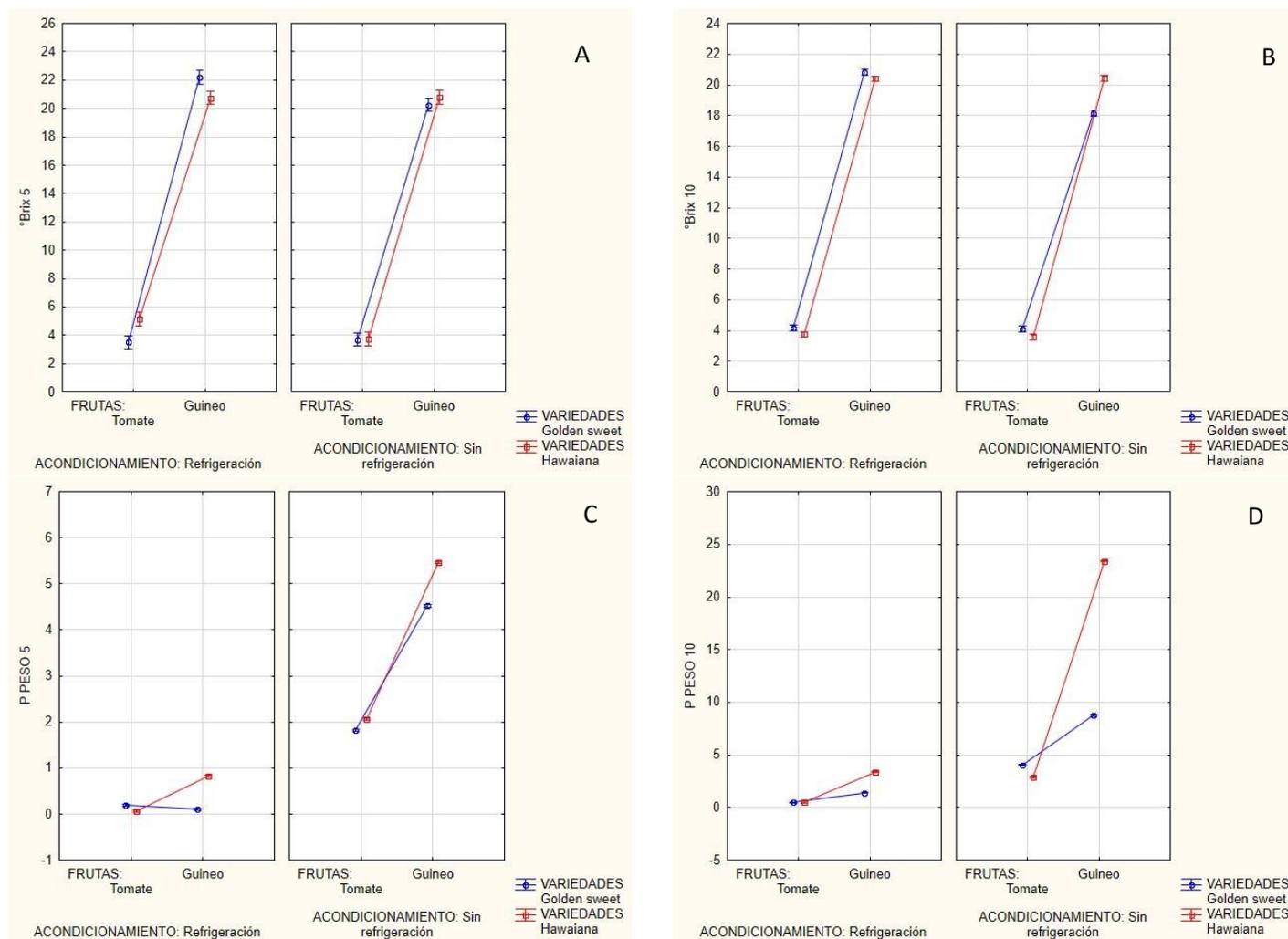




En la figura 20, en la variable pH día 5 ninguno interacción presentó diferencia significativa, respecto a la variable pH día 10 la interacción que ofrece la media más alta es A0B1C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – guineo – sin refrigeración) mientras que las interacciones que menos pH proporcionaron son A0B0C0 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – tomate – refrigeración), A0B0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – tomate – sin refrigeración), A0B1C0 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – guineo – refrigeración), A1B0C0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) – tomate – refrigeración), A1B0C1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) – tomate – sin refrigeración), la variable acidez día 5 acidez día 10 está representada por la interacción A1B0C0 (Hawaiana – tomate – refrigeración) siendo esta la media con la mayor acidez.

Figura 21

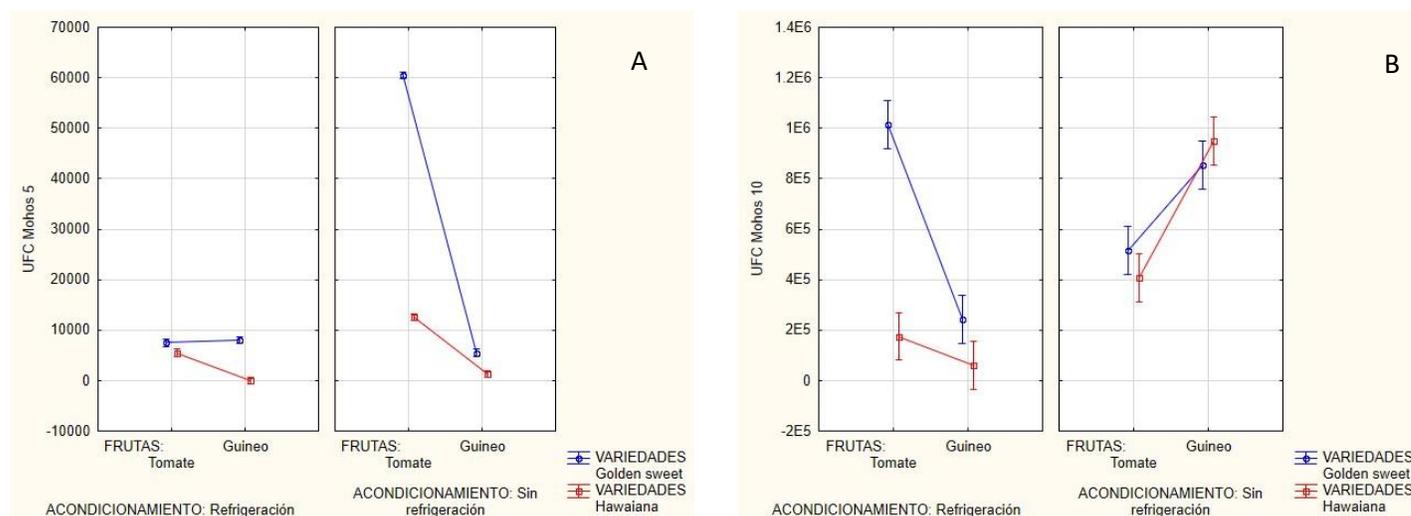
Estudio del efecto de la interacción A*B*C en las variables de grados brix y pérdida de peso.

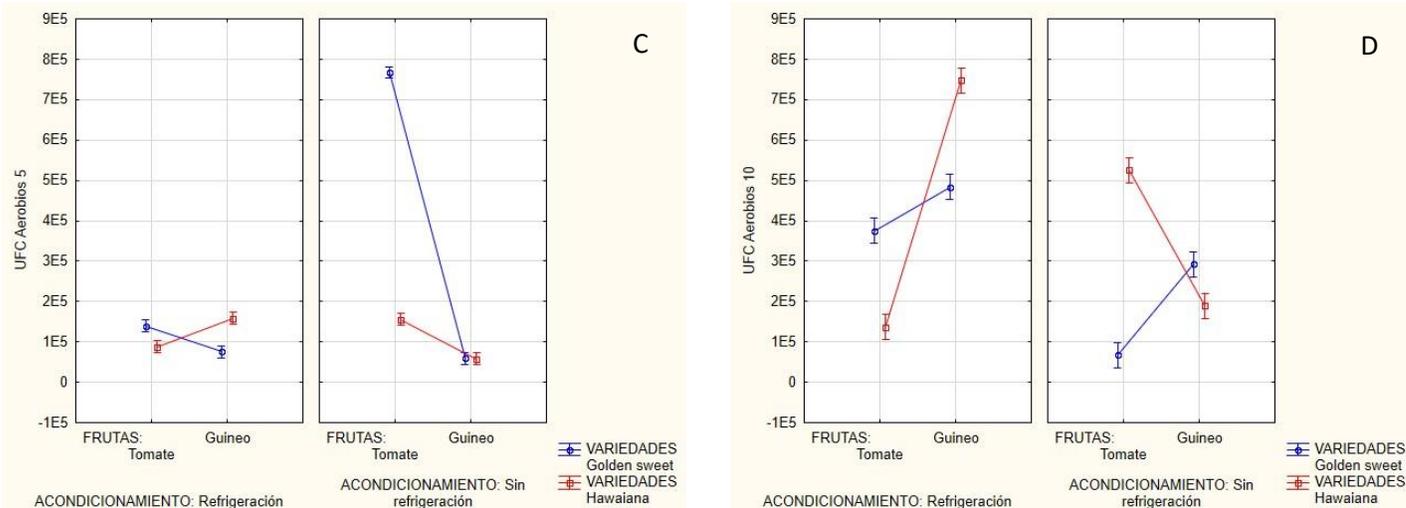


En la figura 21, en la variable de grados Brix día 5 las interacciones con niveles altos fueron A0B1C0 (*Lactobacillus brevis* (Golden sweet) – guineo – refrigeración), A1B1C0 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) – guineo – refrigeración) y A1B1C1 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) – guineo – sin refrigeración), respecto a la variable de grados brix día 10 las interacciones A1B1C0 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) – guineo – refrigeración) y A1B1C1 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) – guineo – sin refrigeración) son las interacciones con mayor media, en la variable pérdida de peso día 5 y pérdida de peso día 10 la interacción con mayor pérdida de peso fue A1B1C1 (*Lactobacillus plantarum* (Hawaiana) – guineo – sin refrigeración).

Figura 22

*Estudio del efecto de la interacción A*B*C en las variables microbiológicas.*





En la figura 22 se observa que: la interacción con mayor media de la variable UFC de mohos día 5 fue A0B0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – tomate – sin refrigeración), y la media con menor cantidad de UFC fue A1B1C0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) – guineo – refrigeración), en la variable de UFC de mohos día 10 la interacción mayor fue A0B0C0 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – tomate – refrigeración) y la media menor fue A1B1C0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) – guineo – refrigeración), en la variable UFC de aerobios día 5 la media mayor fue la interacción A0B0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – tomate – sin refrigeración) y la media menor fue la interacción A1B1C1 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) – guineo – sin refrigeración), y en la variable UFC de aerobios día 10 la media que predominó fue la interacción A1B1C0 (Lactobacillus plantarum (Hawaiana) – guineo – refrigeración) y la media menor fue la interacción A0B0C1 (Lactobacillus brevis (Golden sweet) – tomate – sin refrigeración).

Análisis de componentes principales

Tabla 41

Matriz de correlación de componentes principales.

Matriz de correlaciones												
	% Acidez 5	% Acidez 10	pH 5	pH 10	°Brix 5	°Brix 10	P PESO 5	P PESO 10	UFC Mohos 5	UFC Mohos 10	UFC Aerobios 5	UFC Aerobios 10
% Acidez 5	1.000	.644	.324	.139	.389	.334	-.051	.134	-.378	-.264	-.423	-.263
% Acidez 10	.644	1.000	-.241	-.327	-.251	-.291	-.516	-.326	-.242	-.447	-.245	-.203
pH 5	.324	-.241	1.000	.771	.873	.860	.194	.259	-.486	-.037	-.457	.391
pH 10	.139	-.327	.771	1.000	.697	.685	.450	.334	-.329	.256	-.299	.126
°Brix 5	.389	-.251	.873	.697	1.000	.995	.389	.479	-.493	-.057	-.465	.352
°Brix 10	.334	-.291	.860	.685	.995	1.000	.391	.500	-.474	-.029	-.433	.372
P PESO 5	-.051	-.516	.194	.450	.389	.391	1.000	.890	-.066	.579	-.100	-.300
P PESO 10	.134	-.326	.259	.334	.479	.500	.890	1.000	-.178	.515	-.174	-.292
UFC Mohos 5	-.378	-.242	-.486	-.329	-.493	-.474	-.066	-.178	1.000	-.005	.972	-.493
UFC Mohos 10	-.264	-.447	-.037	.256	-.057	-.029	.579	.515	-.005	1.000	-.065	-.417
UFC Aerobios 5	-.423	-.245	-.457	-.299	-.465	-.433	-.100	-.174	.972	-.065	1.000	-.389
UFC Aerobios 10	-.263	-.203	.391	.126	.352	.372	-.300	-.292	-.493	-.417	-.389	1.000

En la tabla 44 se puede observar cómo existe una correlación entre el pH del día 5 y el pH del día 10, los grados brix del día 5 y los grados brix del día 10, respecto a los grados brix del día 5 se analizó que este se correlaciona con los grados brix del día 10, la pérdida de peso del día 5 está relacionado con la pérdida de peso del día 10 y las UFC de mohos del día 5 se correlacionó con las UFC de aerobios del día 5.

Tabla 42*Matriz de componentes.*

Matriz de componente^a

	Componentes		
	1	2	3
% Acidez 5	.347	-.476	.699
% Acidez 10	-.262	-.701	.612
pH 5	.873	-.152	-.203
pH 10	.778	.181	-.112
°Brix 5	.939	-.068	-.092
°Brix 10	.931	-.032	-.131
P PESO 5	.509	.746	.238
P PESO 10	.568	.604	.378
UFC Mohos 5	-.664	.486	-.157
UFC Mohos 10	.157	.735	.227
UFC Aerobios 5	-.642	.452	-.240
UFC Aerobios 10	.328	-.484	-.729

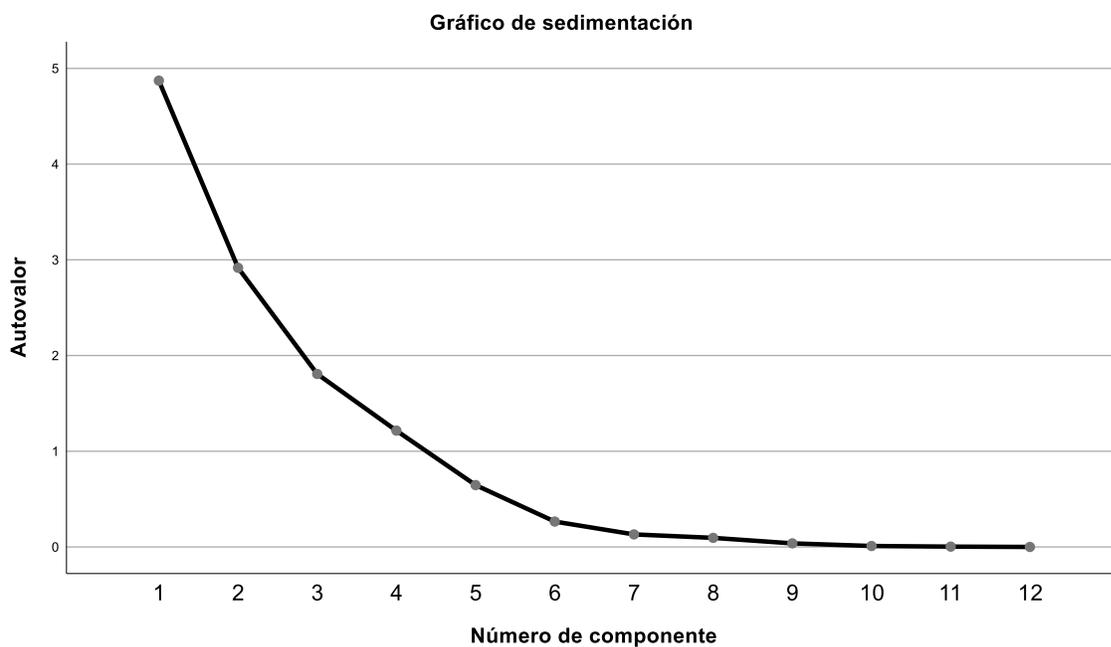
En la tabla 45 se puede observar como el componente 1 está representado por pH del día 10, el componente 2 con la pérdida de peso del día 5 y el componente 3 con las UFC de aerobios del día 10.

Tabla 43*Porcentajes de varianza total explicada.*

Varianza total explicada						
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	4.872	40.600	40.600	4.872	40.600	40.600
2	2.917	24.305	64.905	2.917	24.305	64.905
3	1.807	15.062	79.966	1.807	15.062	79.966
4	1.215	10.129	90.095			
5	.646	5.385	95.480			
6	.265	2.211	97.691			
7	.131	1.092	98.783			
8	.095	.792	99.575			
9	.037	.312	99.887			
10	.010	.083	99.970			
11	.003	.029	99.999			
12	9.695E-5	.001	100.000			

Figura 23

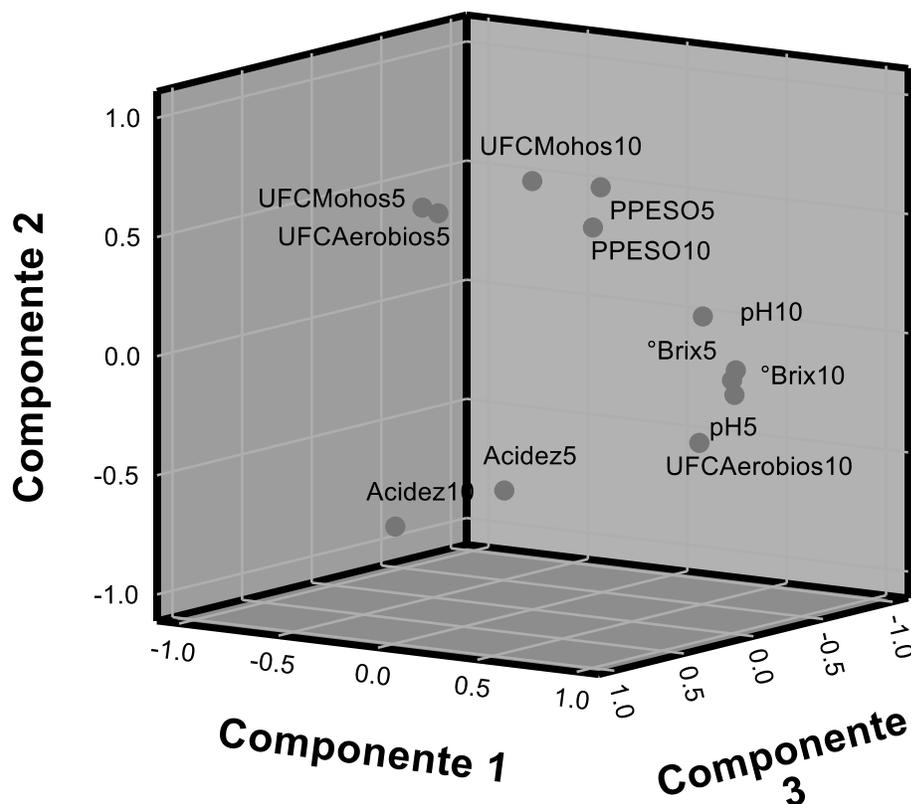
Gráfica de sedimentación.



Con el gráfico de sedimentación se pudo observar como se obtuvo 3 componentes de los cuales el primer componente estuvo representado por el 40.60% de los datos, el componente 2 ofreció al sistema 24.31%.

Figura 24

Gráfica de componentes principales.



En la figura 24 se presenta uno de componentes principales de 3 dimensiones el cual se pudo observar cómo los grados brix del día 5 con el pH del día 5 y los grados brix del día 10 al estar correlacionados se los agrupo en los componentes 1 y 2, las pérdidas de pesos del día 5 y 10 al estar correlacionados se los agrupo en el componente 2 y 1 mientras que las UFC de mohos al día 5 y de aerobios al día 5 se las agrupo en el componente 2 y 3.

Capítulo V

Discusión

Respecto a las variedades de mosto de piña (Factor A)

Las bacterias ácido lácticas (BAL) procedentes de la fermentación del mosto de piña han sido empleadas como un nuevo método de conservación de los alimentos frescos (I Gama), las BAL al contener bacteriocinas los cuales son péptidos antimicrobianos, actúan en contra de microorganismos no deseados, rigurosamente relacionados o directamente responsables del deterioro de los alimentos (Agudelo y otros, 2015).

El mosto de piña Golden sweet presentó una disminución de pH al instante de fermentarse de 3,97 a 3,75, mientras que el mosto de variedad Hawaiana se mantuvo en el mismo valor de pH 3,73 antes y después de la fermentación. Los valores de pH se asemejan con los datos obtenidos por (Martínez, 2015) piña Golden sweet 3,84 y piña Hawaiana 3,50 respectivamente. De ahí que regularmente, al disminuir el valor de pH de un producto, favorece el periodo de conservación (Hanna, 2014).

En cuanto a la acidez titulable, los mostos de piña frescos de las dos variedades presentaron valores entre 0,5% y 0,6%, mientras que al ser sometidos al proceso de fermentación muestran valores alrededor de 0,8% y 0,9%. En el mismo estudio realizado por (Martínez, 2015) se evidencia que, obtuvo resultados de 0,53% para la variedad Golden sweet y 0,87 para la variedad Hawaiana.

El contenido de sólidos solubles presentes en el mosto de piña Golden sweet fue de 16°Brix, mientras que la variedad Hawaiana presentó un valor de 14°Brix, datos que tienen similitud con los resultados obtenidos por (Martínez, 2015) quien obtuvo cantidades de 13,5 y 10,6°Brix respectivamente.

(Panchi, 2013) en su trabajo de investigación menciona que a medida que aumentan los °Brix, la densidad relativa también va a aumentar, información que se corrobora con la densidad de la piña, que tiene 16°Brix y presenta una densidad de 1,065 g/cm³, mientras que la variedad Hawaiana con 14°Brix, presenta una densidad de 1,055 g/cm³, esto para el mosto fresco. Por otro lado, al ser fermentados durante 72 horas, redujeron tanto los °Brix y como la densidad, teniendo así, la piña Golden sweet 7°Brix y una densidad de 1,010 g/cm³, y la piña Hawaiana 6°Brix y una densidad de 1,00 g/cm³.

En el conteo bacteriano, la piña Golden Sweet presentó mayor población de mohos en los días 5 y 10. Según (MUNDO HVACR, 2022) el contenido de humedad permite ya sea que la fruta tenga mejor apariencia o que se promueva la formación de mohos u otras características poco deseables. Con respecto a la piña Hawaiana esta tuvo mayor contenido de aerobios en el día 5 y menor contenido de aerobios en el día 10. Las bacterias *Lactobacillus*, tienen la capacidad de colonizar primero el fruto, especialmente *L. plantarum*, asegurando una alta capacidad antagonista contra hongos patógenos (López, 2021).

Respecto a las frutas bioconservadas (Factor B)

En el factor B se analizó la bioconservación de naranjilla y papaya, evaluando las distintas características físico-químicas y microbiológicas aplicadas.

Con respecto a la acidez, el guineo presentó una cantidad mayor a la del tomate, la cual disminuye de 0,312% a 0,254% en el día 5 y posteriormente reduce a 0,188% en el día 10. Valores que concuerdan con los datos de (ATAGO, s.f.) quien menciona que los plátanos y bananas tienen significativamente niveles de acidez bajos, normalmente entre 0.1 y 0.3%. Por otro lado, la acidez del tomate disminuyó de 0,275% a 0,218% en el día 5 y aumentó a 0,233% en el día 10, siendo resultados cercanos a los que menciona (ATAGO, s.f.), donde el nivel de acidez en tomates suele encontrarse entre 0,3 a 0,8 %.

En cuanto a la variable del pH, el tomate presentó un valor inferior al guineo, el cual aumenta de 4,41 del día 0 a 4,44 en el día 10. (García y otros, 2009) mencionan que el pH del tomate se sitúa normalmente entre 4,2 y 4,4; lo que asegura la estabilidad microbiológica durante el procesado en la elaboración de conservas. Lo mismo ocurre con el guineo, el cual también tuvo un aumento de 4,88 del día 0 a 5,47 en el día 10. Así como manifiesta (Decco, 2018) que el pH de una fruta se eleva cuando madura.

Los sólidos solubles del tomate tuvieron los valores de 4,04°Brix en el día 0 y de 3,90°Brix en el día 10, siendo valores inferiores a los que presenta el informe de (García y otros, 2009) quienes mencionan que la mayor parte de variedades de tomate contienen entre 4,5 y 5,5°Brix. En cuanto al guineo, este presentó 23,50°Brix al día 5, disminuyendo a 19,95°Brix en el día 10. Según (Millán & Ciro, 2011) el contenido de sólidos solubles varía entre los cultivares y entre los grados de madurez. En algunos bananos la caída o disminución de sólidos solubles totales puede ser debida a la conversión del azúcar de la pulpa en alcohol.

En la variable de pérdida de peso, el guineo tuvo mayor pérdida en comparación con el tomate, se observó una pérdida de peso significativa de 9,24% en el día 10. La pérdida de peso por evaporación disminuye a medida que la humedad relativa del aire aumenta en el almacenamiento (MUNDO HVCR, 2022).

En la variable de conteo bacteriano el tomate presentó mayor población bacteriana que el guineo, existen muchos factores que afectan el crecimiento bacteriano. Esos factores pueden estar relacionados con las características del alimento (intrínsecos) o con el ambiente en el cual dicho alimento se encuentra (extrínsecos) (OPS & OMS, s.f.).

Respecto al acondicionamiento de bioconservación (Factor C)

En el factor C se realizó un análisis del efecto del acondicionamiento en la bioconservación (refrigeración y sin refrigeración) en cada una de las distintas variables físico-químicas y microbiológicas.

Con lo que respecta a la bioconservación en refrigeración, se presentó una ligera disminución de acidez de 0,256% del día 5, a 0,254% en el día 10. Por consiguiente, en la bioconservación sin refrigeración disminuyó notablemente de 0,215% a 0,167% en los días 5 y 10 respectivamente. Es decir, que en los dos tipos de acondicionamiento ocurrió una disminución de acidez, según (Torres y otros, 2013) la acidez titulable disminuye en algunas frutas debido al efecto amortiguador del ácido cítrico.

En la variable pH, en la bioconservación en refrigeración, hubo una disminución de pH, de 4,95 a 4,90 en los días 5 y 10 respectivamente. En la bioconservación sin refrigeración, el pH aumentó de 4,75 en el día 5, a 5,02 en el día 10. Principio que se cumple con (EL CRISOL, 2019) donde indica que cuando la temperatura se encuentra por encima de los 25°C se reduce el pH y en los casos en que las soluciones están por debajo de los 25°C se eleva el pH.

En cuanto a las variables de sólidos solubles totales, se presentó una disminución con el pasar de los días en los dos tipos de acondicionamiento, en la bioconservación en refrigeración y sin refrigeración, corroborando con lo que indica (Carranza y otros, 2012) mientras el tiempo de conservación sea mayor, la pérdida de sólidos solubles también será mayor.

En la variable de pérdida de peso, se observó que en la bioconservación sin refrigeración hubo una mayor pérdida de peso, en comparación a la bioconservación en refrigeración que tuvo menor pérdida de peso. Estas pérdidas ocurren por el intercambio de masa entre el producto y el medio que lo rodea, mayormente por el diferencial de las presiones de vapor entre el producto y el ambiente a una temperatura dada (Quirós, 2016).

En lo que respecta a la variable del conteo bacteriano en el día 10, en la bioconservación en refrigeración se presentó mayor población microbiana, cuando las bacterias cuentan con nutrientes (comida), humedad y temperaturas favorables; crecen con rapidez aumentando su número (Blogia, 2011).

Respecto a la interacción A*B*C (Piña-Fruta-Acondicionamiento)

La bioconservación de tomate y guineo con bacterias ácido lácticas provenientes de la fermentación de mosto de piña en dos tipos de acondicionamiento presentó diferencias significativas en base a la fruta, esto se debe a que el tomate se destaca por ser poco ácido y por su gran cantidad en licopeno (El tomate: todos sus beneficios y características, 2018), mientras que el guineo tiene un sabor dulce y sin semillas (FAO, 2016).

Con respecto a la acidez titulable, la interacción de Hawaiana-Tomate-Refrigeración obtuvo el mayor porcentaje de acidez, presentando 0,330% en el día 5 y 0,390% en el día 10 de bioconservación. Por otro lado, interacción del guineo sin refrigeración presentó el menor porcentaje de acidez, teniendo valores de 0,160 0,171% en los días 5 y 10 respectivamente. (Torres y otros, 2013) menciona en su artículo que el aumento de la acidez titulable en el plátano, está relacionado con la degradación de almidón en azúcares reductores o su conversión en ácido pirúvico.

En la variable de pH, los valores más altos se presentaron en la interacción Golden sweet-Guineo-Refrigeración, cambiando de 5,38 en el día 5 a 4,95 en el día 10. Y el valor más bajo se presentó en la interacción Hawaiana-Tomate-Sin refrigeración, disminuyendo de 4,30 en el día 5 a 4,10 en el día 10. En la medida que el valor de pH de los alimentos disminuye se hacen más ácidos, y por lo tanto, los microorganismos presentan condiciones más difíciles para sobrevivir y crecer. Por lo tanto, la acidez se utiliza como un medio de conservación y una forma de mantener los alimentos seguros para el consumo (Blog, 2022).

En cuanto a los sólidos solubles, el tratamiento de Golden sweet-Guineo-Refrigeración presentó el valor más alto con 22,20°Brix en el día 5, disminuyendo a 4,15°Brix en el día 10. Según (Millán & Ciro, 2011) el contenido de sólidos solubles varía entre los cultivares y entre los grados de madurez. En algunos bananos la caída o disminución de sólidos solubles totales puede ser debida a la conversión del azúcar de la pulpa en alcohol. El valor más bajo lo presentó el tratamiento de Golden sweet-Tomate-Refrigeración, con 3,50°Brix en el día 5, aumentando a 4,15°Brix en el día 10. En la investigación de (López, 2021) menciona que el aumento de sólidos solubles es el resultado de la hidrólisis del almidón convirtiéndose en azúcares por el proceso de maduración y aumento de temperatura, cambiando el sabor.

En la variable de pérdida de peso, la interacción Hawaiana-Guineo-Sin refrigeración, presentó mayor pérdida de peso en los días de conservación. La interacción Hawaiana-Tomate-Refrigeración presentó menor pérdida de peso en los días de conservación. Determinando así que las frutas sometidas al proceso de refrigeración presentan menor pérdida de peso, siendo así que, el enfriamiento rápido evita pérdida de peso y marchitez (MUNDO HVACR, 2022).

Con respecto al conteo bacteriano, la interacción con mayor población fue la de Golden sweet-Tomate-Sin refrigeración, en comparación a la interacción Golden sweet-Guineo-Sin refrigeración que fue el tratamiento con menor población, en donde se observa que el aumento o disminución de las poblaciones bacterianas dependen de la fruta o verdura que se va a conservar.

Capítulo VI

Conclusiones

Factor A (Variedades)

En la caracterización físico-química del mosto de piña se presentó diferencias significativas en sus variables al estar fresco y fermentado, el pH disminuyó en fermentado al igual que los sólidos solubles, la acidez titulable y densidad aumentaron en las dos variedades.

La variedad Golden sweet con *Lactobacillus brevis*, tuvo menor pérdida de peso en los días de bioconservación, permitiendo que la vida útil de las frutas sea más prolongada y una mejor inhibición de población bacteriana, lo cual es de gran importancia para la conservación en los alimentos, evitando así que los hongos patógenos proliferen.

Así mismo, la variedad Golden sweet con *Lactobacillus brevis* presentó menor acidez y un mayor contenido de sólidos solubles en comparación a la variedad Hawaiana, es decir, que las variedades utilizadas para el aislamiento de bacterias ácido lácticas si influyen en la bioconservación de las frutas, al tener características físico-químicas diferentes.

Lactobacillus plantarum (Hawaiana), presenta mejor inhibición de mohos al día 5 y día 10, y en aerobios en el día 5, mientras que en el día 10 pierde su efecto, y *Lactobacillus brevis* (Golden sweet) presenta mejor inhibición de aerobios.

Factor B (Frutas)

La bioconservación del tomate presentó mejores características con respecto a los días de bioconservación en las variables físico-químicas, ya que hasta el día 10 el pH se mantuvo con el pasar de los días de conservación en 4,4 el contenido de sólidos solubles redujo mínimamente de 4,02 a 3,9 y la pérdida de peso fue menor que la del guineo, en cambio el guineo presentó mejor porcentaje en la variable de acidez ya que sólo presentó el 0,18% hasta finalizar la bioconservación.

En cuanto a las características microbiológicas el guineo presentó mayor población bacteriana. Es decir, que en la bioconservación con bacterias ácido lácticas si influye el tipo de fruta ya que presentan diferentes características físico-químicas y microbiológicas, en este caso el tomate se caracteriza por ser un poco ácido y el guineo por su sabor extra dulce.

Factor C (Acondicionamiento)

La bioconservación en refrigeración con bacterias ácido lácticas tiene menor influencia en las características físico-químicas, ya que no se producen cambios extremos, permitiendo así alargar la vida útil de los alimentos de I Gama en los que son aplicados, en comparación a la bioconservación sin refrigeración, en la cual se produce la mayor pérdida de peso de las frutas con el pasar de los días.

En el día 10 de bioconservación en refrigeración el pH fue de 4,90, la acidez de 0,25% y sólidos solubles 12,27°Brix, con una pérdida de peso del 1,45%. A la mitad de la bioconservación, la variable sin refrigeración presentó mayor cantidad de población bacteriana, en comparación con la bioconservación sin refrigeración y aumentando levemente hasta el final de la bioconservación.

Es decir, que el acondicionamiento proporcionado para la bioconservación si influye en las diferentes características físico-químicas y microbiológicas de las frutas.

Interacción A*B*C (Variedades-Frutas-Acondicionamiento)

El mejor tratamiento fue la interacción entre Golden sweet-Guineo-Refrigeración, la cual presentó mejores resultados en cuanto a sus características físico-químicas, presenta un valor de pH de 4,95, una acidez de 0,215%, 20,8°Brix y una pérdida de peso de 1,40%.

El tratamiento que presentó la menor pérdida de peso hasta el día 10 de bioconservación fue Golden sweet-Tomate-Refrigeración, con un 0,49%.

Respecto al conteo bacteriano, el tratamiento que presentó mayor número fue Golden sweet-Tomate-Sin refrigeración, esto se debe a que al no estar en refrigeración el crecimiento de los microorganismos es mayor.

Recomendaciones

Realizar el aislamiento de bacterias ácido lácticas (BAL) provenientes de la variedad de piña Golden sweet para la bioconservación de alimentos de I Gama, ya que presenta mejores resultados.

Utilizar la solución bacteriana en el tomate (*Solanum lycopersicum*), ya que presentó mejores resultados en cuanto a las características físico-químicas y microbiológicas. Presentando mejor inhibición de mohos y aerobios.

Emplear la bioconservación en refrigeración, ya que es la más apta y recomendada para alargar la vida útil de las frutas frescas.

Capítulo VII

Bibliografía

- Agudelo, N., Torres, M., Alvarez, C., & Vélez, L. (2015). *Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación en la industria de alimentos*. Medellín: Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- ATAGO. (s.f.). *infoagro.com*. infoagro.com:
https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=10561&_medidor_de_acidez_en_platanos_y_bananas_atago_pal_easy_acid6_tienda_on_line
- ATAGO. (s.f.). *infoagro.com*. infoagro.com:
https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=10564&_medidor_de_acidez_para_tomate_atago_pal_easy_acid3_tienda_on_line
- Blog. (2022). *gastronomiasolar.com*. gastronomiasolar.com: <https://gastronomiasolar.com/ph-alimentos/>
- Blogia. (16 de Febrero de 2011). <https://refrigeracionenalimentos.blogia.com/2011/021601-las-bacterias-y-la-refrigeracion.php>
- Carranza, J., Abel, B., Arévalo, A., & Jonathan, G. (2012). Efecto de la relación sólido/líquido y tiempo de residencia en la pérdida de sólidos solubles y eliminación de melanina por adsorción con carbón activado en jugo de manzana pardeado. *Dialnet*, 139-145.
- Centro Médico Vista del Jardín. (s.f.). *vistadeljardin.org*. vistadeljardin.org:
<https://vistadeljardin.org/PORTAL/site/beneficios-de-comer-guineo>
- Conabio. (13 de Agosto de 2009). *conabio.gob.mx*. conabio.gob.mx:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm>
- Corpei. (02 de Enero de 2019). *Corpei.org*. Corpei.org: <https://corpei.org/2019/01/02/frutas-exoticas-ecuatorianas-en-mercados-internacionales/>
- Decco. (28 de Agosto de 2018). *deccoiberica.es*. deccoiberica.es: <https://www.deccoiberica.es/procesos-cambio-maduracion-de-la-fruta/>
- EL CRISOL. (24 de Abril de 2019). *elcrisol.com.mx*. elcrisol.com.mx:
<https://elcrisol.com.mx/blog/post/que-efectos-tiene-la-temperatura-en-el-ph>
- El Universo. (26 de Enero de 2022). *eluniverso.com*. eluniverso.com:
<https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-se-posiciona-como-el-primer-pais-exportador-de-pina-en-america-del-sur-nota/>
- FAO. (26 de Octubre de 2016). *fao.org*. fao.org: <https://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/447827/>
- Frutas & Hortalizas. (s.f.). *frutas-hortalizas.com*. frutas-hortalizas.com: <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Tomate.html>

- Fundación Wikimedia, Inc. (s.f.). *es.wikipedia.org*. [es.wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/Banana](https://es.wikipedia.org/wiki/Banana)
- García, A., Contreras, A., Rodríguez, M., & Trujillo, N. (2009). *C aracterísticas físicas y químicas del tomate (Solanum lycopersicum L.) variedad pera*. Pamplona, Norte de Santander, Colombia: Universidad de Pamplona.
- Hanna, I. (14 de Julio de 2014). *HANNA instruments*. HANNA instruments: <http://www.hannaarg.com/blog/el-ph-en-los-alimentos-como-se-controla-y-cuales-son-sus-metodos/>
- Infoagro. (s.f.). *infoagro.com*. [infoagro.com:
https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/pina.htm](https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/pina.htm)
- Inovagro. (17 de Febrero de 2021). *inovagro.com*. [inovagro.com: https://inovagro.com/manejo-de-planta-de-pina-cayena-y-establecimiento/#:~:text=Cayena%20Lisa%20o%20Hawaiana,puede%20alcanzar%20hasta%203.5%20kg](https://inovagro.com/manejo-de-planta-de-pina-cayena-y-establecimiento/#:~:text=Cayena%20Lisa%20o%20Hawaiana,puede%20alcanzar%20hasta%203.5%20kg).
- Interempresas. (11 de Julio de 2013). *Interempresas.net*. [Interempresas.net:
https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/111810-El-uso-de-la-bioconservacion-en-frutas-y-hortalizas-minimamente-procesadas-\(IV-Gama\).html](https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/111810-El-uso-de-la-bioconservacion-en-frutas-y-hortalizas-minimamente-procesadas-(IV-Gama).html)
- La piña tropical. (30 de Julio de 2021). *lapiniatropical.blogspot.com*. [lapiniatropical.blogspot.com:
http://lapiniatropical.blogspot.com/2015/04/taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-la.html](http://lapiniatropical.blogspot.com/2015/04/taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-la.html)
- Leal, E. (s.f.). *monografias.com*. [monografias.com:
https://www.monografias.com/trabajos91/fermentacion-pina/fermentacion-pina](https://www.monografias.com/trabajos91/fermentacion-pina/fermentacion-pina)
- Libbys. (s.f.). *libbys.es*. [libbys.es: https://libbys.es/blog/habitos-saludables/la-pina-fruta-tropical-beneficiosa/4459](https://libbys.es/blog/habitos-saludables/la-pina-fruta-tropical-beneficiosa/4459)
- López, J. (2021). *Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en dos variedades de cacao (mucilago), Nacional y CCN-51, para la bioconservación de papaya (Carica papaya) y naranjilla (Solanum quitoense)*. Santo Domingo de los Tsáchilas: ESPE.
- Martínez, M. (2015). *Efecto de las condiciones de fermentación en la elaboración de un vino de piña (Ananas comosus [L.] Merrill)*. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Millán, L., & Ciro, H. (2011). *Caracterización mecánica y físico-química del banano tipo exportación (CAVENDISH VALERY)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (s.f.). *mag.go.cr*. [mag.go.cr:
http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658pina.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658pina.pdf)
- Miralles, F. (s.f.). *Cuerpomente*. [Cuerpomente: https://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/tomate](https://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/tomate)
- Mozombite, L. (2019). Caracterización botánica y evaluación preliminar del rendimiento en tres ecotipos de *Musa paradisiaca* L. (pág. 7). Tarapoto: UNSM Universidad Nacional de San Martín.

- MUNDO HVACR. (2022). *mundohvacr.com.mx*. mundohvacr.com.mx:
<https://www.mundohvacr.com.mx/2010/01/almacenamiento-y-refrigeracion-de-frutas/>
- MUNDO HVCR. (2022). *mundohvcr.com.mx*. mundohvcr.com.mx:
<https://www.mundohvacr.com.mx/2008/05/el-frio-en-la-conservacion-de-alimentos/>
- mycook.es*. (24 de Julio de 2018). mycook.es: <https://mycook.es/tomate-beneficios-caracteristicas>
- Nabor, A. (07 de Mayo de 2020). *eluniversal.com.mx*. eluniversal.com.mx:
<https://www.eluniversal.com.mx/menu/por-que-es-bueno-tomar-jugo-de-pina-todos-los-dias-beneficios-la-salud>
- OPS & OMS. (s.f.). *Organización Panamericana de la Salud*. Organización Panamericana de la Salud:
https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es
- PACIFIC FRUIT. (s.f.). *pacificfruitperu.com*. pacificfruitperu.com: <https://www.pacificfruitperu.com/pina-golden.php#:~:text=Su%20c%C3%A1scara%20es%20de%20color,Golden%2C%20Golden%20Sweet%20o%20MD2.>
- Palomino, C., & González, Y. (23 de Julio de 2014). Técnicas moleculares para la detección e identificación de patógenos en alimentos: ventajas y limitaciones. *SCIELO Perú*.
- Panchi, A. (2013). *Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA - XT2i*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Parra, R. (16 de Junio de 2010). *scielo.org.co*. scielo.org.co:
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf/>
- Pedraza, R., & Arenal, A. (2017). Lactobacillus pentosus en la alimentación animal. *researchgate*, 7-15.
https://www.researchgate.net/publication/312091886_Lactobacillus_pentosus_en_la_alimentacion_animal_Articulo_de_revisio
- Pinto, M. (16 de Mayo de 2014). *inamhi.gob.ec*. inamhi.gob.ec:
<https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/EI%20%20cultivo%20de%20la%20pi%C3%B1a%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Quirós, J. (2016). *Dinámica de la pérdida de peso en hortalizas de hoja durante el almacenamiento*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Rodríguez, C., Guzmán, A., Lara, M., Castillo, E., & Pedro, B. (2020). *Aislamiento e Identificación de Lactobacillus spp. (Lactobacillaceae) resistentes a Cd (II) y As(III) recuperados de fermento de cacao*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, E. (2019). Péptidos antimicrobianos, una alternativa prometedora para el tratamiento de enfermedades infecciosas. *Karger*, 15-21.
- Scouts Ecuador. (02 de Febrero de 2015). *scoutsecuador.org*. scoutsecuador.org:
<http://scoutsecuador.org/library/5.1%20Conservacion%20de%20alimentos%20y%20Recetas%20Oscillas.pdf>

- Sigifredo, B., & Stroppiano, C. (2012). *Análisis comparativo de la influencia de factores de estrés en levaduras industriales y levaduras de panificación*. Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Villa María, Departamento de química. Córdoba: Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química.
http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytal_frvm/CyTAL_2012/TF/TF031.pdf
- Tía, C. (30 de Octubre de 2017). *directoalpaladar.com*. [directoalpaladar.com](https://www.directoalpaladar.com/otros/las-gamas-alimentarias):
<https://www.directoalpaladar.com/otros/las-gamas-alimentarias>
- Toledo, M. (2022). <https://www.mt.com/es/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html>
- Torres, R., Montes, E., Pérez, O., & Andrade, R. (2013). Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. *SCIELO*, 51-56.
- Uday, V. (19 de Agosto de 2014). *slideshare*. slideshare: <https://pt.slideshare.net/VinicioUday/mapa-ubicacin-espe-santo-domingo>
- Vegas, U. (2012). *Agrobanco*. Agrobanco: https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/009-b-banano_ORGANICO.pdf