



**Estudio del efecto de la aplicación de bacterias ácido lácticas como agente
antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes**

Toalombo Paredes, Jessica Paola y Yuqui Andrango, Joselyn Beatriz

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

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

Dra. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee Ph.D.

25 de Agosto del 2023

Reporte de verificación de contenido



Tesis Toalombo & Yuqui.docx

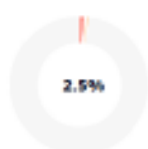
Scan details

Scan time:
August 25th, 2023 at 13:29 UTC

Total Pages:
107

Total Words:
26670

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.3%	354
Minor Changes	0.4%	97
Paraphrased	0.8%	220
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
 ● AI text
 ○ Human text



Verificado digitalmente por:
SUNGEY NAYNEE
SANCHEZ LLAGUNO

Dra. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee Ph.D.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Estudio del efecto de la aplicación de bacterias ácido lácticas como agente antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes" fue realizado por las señoritas: Toalombo Paredes, Jessica Paola y Yuqui Andrango, Joselyn Beatriz 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, 25 de Agosto del 2023



Dra. Sánchez Llaguno, Sungey Naynee Ph.D.

C. C. 1205348673



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Responsabilidad de Autoría

Nosotras, **Toalombo Paredes Jessica Paola** y **Yuqui Andrango Joselyn Beatriz** con cédulas de ciudadanía N.º 2350313298 y 2300006471, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Estudio del efecto de la aplicación de bacterias ácido lácticas como agente antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 25 de Agosto del 2023

Toalombo Paredes, Jessica Paola

C.C.: 2350313298

Yuqui Andrango, Joselyn Beatriz

C.C.: 2300006471



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Autorización de Publicación

Nosotras, **Toalombo Paredes Jessica Paola** y **Yuqui Andrango Joselyn Beatriz** con cédulas de ciudadanía n° 2350313298 y 2300006471, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Estudio del efecto de la aplicación de bacterias ácido lácticas como agente antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes"** en el Repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo, 25 de Agosto del 2023

Toalombo Paredes, Jessica Paola

C.C.: 2350313298

Yuqui Andrango, Joselyn Beatriz

C.C.: 2300006471

Dedicatoria

Mi trabajo de investigación lo dedico en primer lugar a Dios por darme la sabiduría y fortaleza en momentos difíciles durante el camino de mi carrera universitaria y poder así alcanzar este logro.

De igual manera y principalmente quiero dedicar mi trabajo a mis queridos padres, Silvana Paredes P. y Ernesto Toalombo L. quienes constituyen mi pilar fundamental en mi vida, que gracias a su amor, dedicación, apoyo incondicional y valores inculcados me han enseñado a no rendirme ante las dificultades y luchar siempre por mis sueños; siendo este uno de los primeros; convirtiéndome en una persona valiente, decida y con metas por cumplir.

A mi hermano Diego Toalombo P., quien me ha demostrado que nunca es tarde para alcanzar nuestros sueños y me ha acompañado en momentos de desvelo durante mis estudios enseñándome a perseverar por lo que me proponga.

A mis abuelitos Laura Paredes M., Ignacio Toalombo, María Laguna (+) y mi tío Hernan Paredes M. que gracias a su cariño y consejos me han animado a no desistir de mis objetivos.

Jessica Paola Toalombo Paredes.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación en primer lugar, a Dios que ha sido quien me ha dado la fuerza necesaria y me ha iluminado en aquellos momentos de debilidad durante este proceso académico para no rendirme y culminar con éxito este objetivo tan anhelado.

A mi lucerito Gerardo Y. (†), que desde el cielo me está cuidando y guiando en mis pasos para seguir cumplir mis sueños que algún día le conté.

A mis amados padres Beatriz Amalia Andrango y Fredy José Yuqui, quienes han sido mi motor fundamental en todo mi trayecto estudiantil, los que siempre han estado para apoyarme, aconsejarme y guiarme para convertirme en la persona que soy hoy en día. En los cuales muchos de mis logros alcanzados han sido gracias a ustedes dentro de ellos se incluye este.

A mis hermanos Diego Francisco y Fredy José, por todos aquellos momentos de nuestra vida juntos, por inspirarme, aconsejarme y apoyarme durante todo el proceso universitario para poder llegar al objetivo anhelado.

También quiero dedicarle a mi hermana de corazón Ericka Mishel, por su amistad incondicional, en donde creíste en mí desde el día uno, que empecé con esta etapa universitaria, en la que me has apoyado y aconsejado en mis momentos más grises, para no rendirme en mis metas.

Joselyn Beatriz Yuqui Andrango.

Agradecimiento

En el desarrollo de mi investigación quiero agradecer a mis padres, hermano, abuelita, tíos y demás familiares los cuales me apoyaron y depositaron su confianza en mí, logrando que cumpla mi meta universitaria de forma exitosa.

A mis docentes de la Universidad quienes gracias a sus conocimientos y experiencias profesionales impartidas me han enseñado que lo valioso de un profesional es compartir los conocimientos adquiridos para el bien de la sociedad.

A mi tutora Dra. Sungey Sánchez quien gracias a su paciencia y conocimientos impartidos nos permitió el desarrollo de este trabajo de integración.

A mi amiga y compañera de tesis Joselyn Yuqui gracias a su paciencia, perseverancia y apoyo en toda ocasión; además de compartir amenos momentos risas, malas noches, consejos; permitiéndonos así culminar de forma exitosa nuestro trabajo de integración curricular.

A los docentes que nos apoyaron en el desarrollo del trabajo de investigación, Dr. Juan Neira en lo referente al diseño experimental, la Ing. Katty Medina por su paciencia y conocimiento en la fase de laboratorio, al Ing. Jhoan Plua por su aporte en el uso y manejo de los programas estadísticos.

De igual forma, también quiero agradecer a personas que durante el inicio de mi carrera hasta el final de la misma se convirtieron en grandes amigos, los cuales me han apoyado y aconsejado en distintas situaciones siendo así Josimar B.; Erika M.; Tatiana O.; Joselyn Y.; Digna Z.; con quienes compartí momentos de alegría, logros, aventuras, viajes, trabajo en equipo además de bromas las cuales siempre recordaré

Jessica Paola Toalombo Paredes.

Agradecimiento

A los docentes de la renombrada Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, quienes me brindaron todos los saberes y lecciones esenciales para convertirme en una profesional destacada.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi tutora, la Dra. Sungey Naynee Sánchez Llaguno, PhD y al Dr. Juan Alejandro Neira Mosquera PhD, quienes, a lo largo de todo el desarrollo, tanto mi compañera como yo recibimos valiosos consejos por parte de ellos. Su orientación y apoyo han sido fundamentales para el logro exitoso de este proyecto de investigación.

A la Ing. Katty Medina, por su valiosa asistencia y respaldo durante la etapa de experimentación en el laboratorio.

Al Ing. Jhoan Alfredo Pluas Montiel por proporcionarnos las indicaciones requeridas en cada uno de los softwares estadísticos.

A mis tías, Yajaira, Yadira, y a todos los miembros de mi familia que me motivaron constantemente y me dieron la fuerza para seguir adelante y no rendirme.

A mis amigos, Jamileth S, Alisson A, Erika M, Josimar B, Jhon T, que han sido un gran apoyo a lo largo de la carrera, además de compartir momentos de risas y bromas oportunas. Pero en especial a Digna Z, Johana A, Jackson R, Tatiana O, Jennifer B, y mi compañera de tesis Jessica T, en el cual a lo largo de este camino he compartido muchos momentos inolvidables con ustedes, durante todo este largo trayecto, os extrañare mucho.

Joselyn Beatriz Yuqui Andrango.

Índice de Contenido

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Índice de Contenido.....	10
Índice de Tablas	18
Índice de Figuras.....	22
Resumen.....	27
Abstract	28
Capítulo I	29
Introducción.....	29
Objetivos	32

Objetivo General.....	32
Objetivos Específicos.....	32
Hipótesis	33
Hipótesis factor A (Tipos de carnes)	33
Hipótesis factor B (Tipos de bacterias)	33
Hipótesis factor C (Concentraciones de BAL)	33
Hipótesis interacción A x B x C	34
Capítulo II.....	35
Revisión de Literatura.....	35
Generalidades	35
La Carne.....	35
Factores que afectan la calidad de la carne.....	36
Patógenos asociados a diferentes tipos de carne	37
El análisis sensorial	38
La carne de res	39
La Carne de Pollo.....	40
La Carne de Paiche.....	41
La Bioconservación	43

Las Bacterias Ácido Lácticas	43
Las bacteriocinas	44
Capítulo III	45
Materiales y Métodos	45
Ubicación del lugar de la investigación	45
Ubicación política.....	45
Ubicación ecológica	45
Ubicación geográfica	46
Materiales.....	47
Replicación de BAL en caldo MRS	47
Siembra de BAL en petrifilm	47
Obtención de bioconservante	48
Determinación de absorbancia	48
Empacado y aplicación de bioconservante	49
Determinación de pH	49
Determinación de humedad	49
Determinación de acidez	50
Determinación de ceniza	50

Determinación de proteína.....	50
Determinación de grasa.....	51
Análisis microbiológicos.....	52
Métodos	52
Incubación y siembra de BAL en caldo MRS	52
Siembra en petrifilm.....	53
Centrifugación de BAL para la obtención de bioconservante	54
Determinación de absorbancia	54
Empacado y aplicación de bioconservante	54
Diseño Experimental	55
Tratamientos a comparar.....	55
Tipo de diseño	56
Repeticiones.....	56
Características de las unidades experimentales	57
Análisis Estadístico.....	57
Coeficiente de variación.....	57
Análisis funcional.....	58
Variables a medir	58

Pruebas físico químicas.....	58
Pruebas microbiológicas.....	63
Capítulo IV	64
Resultados	64
Variables físico-químicas.....	64
Análisis de varianza para la variable pH al día 4.....	64
Análisis de varianza para la variable acidez al día 4	65
Análisis de varianza para la variable humedad al día 4.....	65
Análisis de varianza para la variable ceniza al día 4	66
Análisis de varianza para la variable proteína al día 4	67
Análisis de varianza para la variable grasa al día 4	68
Resultados del Tipo de Carne (Factor A).....	68
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 4 (Factor A: Tipo carne).	68
Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B).....	71
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 4 (Factor B: Tipo de bacterias).	71
Resultados de las concentraciones (Factor C)	74

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).....	74
Resultados de la interacción (A*B*C)	75
Análisis de varianza para la variable pH al día 8.....	79
Análisis de varianza para la variable acidez al día 8	80
Análisis de varianza para la variable humedad al día 8.....	81
Análisis de varianza para la variable ceniza al día 8	81
Resultados del Tipo de Carne (Factor A).....	82
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipo carne).....	82
Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B).....	84
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor B: Tipo de bacterias).	84
Resultados de las concentraciones (Factor C)	86
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor C: Concentraciones).....	86
Resultados de la interacción (A*B*C)	88
Análisis de varianza para la variable pH al día 12.....	90
Análisis de varianza para la variable acidez al día 12	91

Análisis de varianza para la variable humedad al día 12.....	91
Análisis de varianza para la variable ceniza al día 12	92
Resultados del Tipo de Carne (Factor A).....	93
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipo carne).....	93
Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B).....	95
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor B: Tipo de bacterias).	95
Resultados de las concentraciones (Factor C)	97
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor C: Concentraciones).....	97
Resultados del gráfico de superficie para la variable pH de la interacción (A*B)	99
Resultados de la interacción (A*B*C)	99
Análisis de varianza para la variable pH al día 16	102
Análisis de varianza para la variable acidez al día 16	103
Análisis de varianza para la variable humedad al día 16.....	103
Análisis de varianza para la variable ceniza al día 16	104
Análisis de varianza para la variable proteína al día 16	105
Análisis de varianza para la variable grasa al día 16	106

Resultados del Tipo de Carne (Factor A).....	106
Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipo carne).....	106
Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B).....	109
Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 16 (Factor B: Tipo de bacterias).	109
Resultados de las concentraciones (Factor C)	111
Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).....	111
Resultados del gráfico de superficie para la interacción (A*B).....	114
Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 16 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).	116
Resultados de los análisis físicoquímicos, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.	120
Resultados de la matriz de correlación de los componentes principales	133
Resultados de los análisis microbiológicos	137
Capítulo V	139
Discusión.....	139
Tipos de carne (Factor A)	139

Tipos de bacterias (Factor B)	141
Concentraciones (Factor C).....	143
Interacción (A x B x C).....	144
Capítulo VI	147
Conclusiones.....	147
Tipos de carnes (Factor A)	147
Tipos de bacterias (Factor B)	147
Concentraciones (Factor C).....	148
Interacción A x B x C	148
Recomendaciones.....	149
Bibliografía	150

Índice de Tablas

Tabla 1 Porcentaje de aporte de nutrientes promedio por cada 100 g de carne de res.	39
Tabla 2 Porcentaje de aporte de nutrientes promedio por cada 100 g de piezas de pollo.	41
Tabla 3 Composición fisicoquímica del paiche (Arapaima gigas).	42

Tabla 4	Recursos necesarios para la replicación de BAL en caldo MRS.....	47
Tabla 5	Recursos necesarios para siembra de BAL en petrifilm.....	47
Tabla 6	Recursos necesarios para la obtención de solución bioconservante mediante centrifugación	48
Tabla 7	Recursos necesarios para la determinación de absorbancia	48
Tabla 8	Recursos necesarios para la determinación de absorbancia	49
Tabla 9	Recursos necesarios para la determinación de pH.....	49
Tabla 10	Recursos necesarios para la determinación de humedad	49
Tabla 11	Recursos necesarios para la determinación de acidez	50
Tabla 12	Recursos necesarios para la determinación de ceniza	50
Tabla 13	Recursos necesarios para la determinación de proteína	50
Tabla 14	Recursos necesarios para la determinación de grasa	51
Tabla 15	Recursos necesarios para la determinación de los análisis microbiológicos.	52
Tabla 16	Descripción de los factores a probar	55
Tabla 17	Descripción de los tratamientos a comparar.....	55
Tabla 18	Esquema del análisis de varianza	57
Tabla 19	Análisis de varianza para la variable pH al día 4	64
Tabla 20	Análisis de varianza para la variable acidez al día 4.....	65
Tabla 21	Análisis de varianza para la variable humedad al día 4	65

Tabla 22	Análisis de varianza para la variable ceniza al día 4.....	66
Tabla 23	Análisis de varianza para la variable proteína al día 4.....	67
Tabla 24	Análisis de varianza para la variable grasa al día 4	68
Tabla 25	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor A: Tipo carne).....	68
Tabla 26	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor B: Tipo de bacterias).	71
Tabla 27	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).....	74
Tabla 28	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).....	76
Tabla 29	Análisis de varianza para la variable pH al día 8	79
Tabla 30	Análisis de varianza para la variable acidez al día 8.....	80
Tabla 31	Análisis de varianza para la variable humedad al día 8	81
Tabla 32	Análisis de varianza para la variable ceniza al día 8.....	81
Tabla 33	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipo carne).....	82
Tabla 34	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor B: Tipo de bacterias).	84

Tabla 35 Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 8 (Factor C: Concentraciones).....	86
---	----

Tabla 36 Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 8 para la interacción tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).	88
---	----

Tabla 37 Análisis de varianza para la variable pH al día 12	90
--	----

Tabla 38 Análisis de varianza para la variable acidez al día 12.....	91
---	----

Tabla 39 Análisis de varianza para la variable humedad al día 12	91
---	----

Tabla 40 Análisis de varianza para la variable ceniza al día 12.....	92
---	----

Tabla 41 Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipo carne).....	93
---	----

Tabla 42 Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 12 (Factor B: Tipo de bacterias).	95
---	----

Tabla 43 Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 12 (Factor C: Concentraciones).....	97
--	----

Tabla 44 Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis físicoquímicos del día 12 para la interacción tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).	100
--	-----

Tabla 45 Análisis de varianza para la variable pH al día 16	102
--	-----

Tabla 46 Análisis de varianza para la variable acidez al día 16.....	103
---	-----

Tabla 47 Análisis de varianza para la variable humedad al día 16	103
---	-----

Tabla 48	Análisis de varianza para la variable ceniza al día 16.....	104
Tabla 49	Análisis de varianza para la variable proteína al día 16.....	105
Tabla 50	Análisis de varianza para la variable grasa al día 16	106
Tabla 51	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipo carne).....	106
Tabla 52	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor B: Tipo de bacterias).	109
Tabla 53	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).....	111
Tabla 54	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).....	116
Tabla 55	Matriz de correlación de los componentes principales.....	133
Tabla 56	Resultados de los análisis microbiológicos	137

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Factores que limitan la calidad de la carne durante el proceso de producción.</i>	36
Figura 2	Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación.	46
Figura 3.	Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor A: Tipo carne).....	69

Figura 4. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor A: Tipos de bacterias).72

Figura 5. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).....74

Figura 6. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones ($A*B*C$).77

Figura 7. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipo carne).....83

Figura 8. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipos de bacterias).85

Figura 9. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor C: Concentraciones).....87

Figura 10. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones ($A*B*C$).88

Figura 11. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipo carne).....94

Figura 12. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipos de bacterias).96

Figura 13. Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor C: Concentraciones).....97

Figura 14. Superficie de respuesta para la variable pH.....	99
Figura 15. Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).....	101
Figura 16. Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipo carne).....	107
Figura 17. Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipos de bacterias).	110
Figura 18. Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).....	112
Figura 19. Superficie de respuesta para la variable ceniza	114
Figura 20. Superficie de respuesta para la variable proteína	115
Figura 21. Superficie de respuesta para la variable grasa	116
Figura 22. Prueba de significación de Tukey ($p<0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).....	118
Figura 23. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + <i>L. reuteri</i> + 2,3x10 ⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....	120
Figura 24. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + <i>L. reuteri</i> + 1,5x10 ⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....	121

Figura 25. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + *L. plantarum* + 2,3x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....122

Figura 26. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + *L. plantarum* + 1,5x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....123

Figura 27. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. reuteri* + 2,3x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....124

Figura 28. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. reuteri* + 1,5x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....125

Figura 29. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. plantarum* + 2,3x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....126

Figura 30. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. plantarum* + 1,5x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....127

Figura 31. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. reuteri* + 2,3x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....128

Figura 32. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. reuteri* + 1,5x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....129

Figura 33. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. plantarum* + 2,3x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....130

Figura 34. Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. plantarum* + 1,5x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.....131

Figura 35. Gráfico de sedimentación134

Figura 36. Componentes en espacio rotado135

Figura 37. Dendograma para los tratamientos en estudio.....136

Resumen

El presente estudio de investigación tuvo como principal objetivo el estudio del efecto de la aplicación de bacterias ácido lácticas como agente antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo, parroquia Luz de América; para el desarrollo de la investigación se estableció un diseño experimental trifactorial: Tipos de carne (res, paiche y pollo); tipos de bacterias (*Limosilactobacillus reuteri* y *Lactobacillus plantarum*) y Concentraciones ($2,3 \times 10^9$ UFC/mL y $1,5 \times 10^9$ UFC/mL) conducido por un DBCA con 12 tratamientos con tres repeticiones por tratamiento con un total de 36 unidades experimentales, las cuales fueron empacadas al vacío dentro de las cuales las variables de estudio fueron pH, acidez, humedad, ceniza, proteína, grasa a los 4, 8, 12 y 16 días luego del empacado mientras que los análisis microbiológicos se realizaron en base a los tratamientos más significativos. Para determinar si hubo diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ($< 0,05$). De acuerdo con los resultados de los análisis fisicoquímicos se determinó que las bacterias ácido lácticas con sus respectivas concentraciones influyen en la bioconservación de las carnes obteniendo rangos de: 5,06-6,58 en pH; acidez 0,13% a 0,18%; en humedad 23,65% a 28,85%; ceniza 1,02% a 1,28%; proteína 16,82% a 24,55%; en grasa 3,49% a 8,64%; en cuanto a los tipos de bacterias *L. reuteri* y *L. plantarum* tuvieron influencia directa en pH, acidez y humedad; en cuanto a las concentraciones demostraron efecto sobre la acidez, humedad, grasa y proteína; finalmente respecto a la interacción A*B*C los valores de pH, se encontraron en los rangos establecidos por la norma INEN; mientras que a nivel microbiológico el paiche + *L. reuteri*+ $2,3 \times 10^9$ UFC/mL presentó bajos niveles de organismos patógenos.

Palabras clave: bacterias ácido lácticas, bioconservación, antimicrobiano

Abstract

The main objective of this research study was to study the effect of applying lactic acid bacteria as an antimicrobial agent in the preservation of different types of meat. The research was carried out in the bromatology laboratory of the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo Campus, Luz de América parish; For the development of the research, a three-factor experimental design was established: Types of meat (beef, paiche and chicken); types of bacteria (*Limosilactobacillus reuteri* and *Lactobacillus plantarum*) and concentrations ($2,3 \times 10^9$ UFC/mL y $1,5 \times 10^9$ UFC/mL) conducted by a DBCA with 12 treatments with three repetitions per treatment with a total of 36 experimental units, which were vacuum packed within which the study variables were pH, acidity, humidity, ash, protein, fat at 4, 8, 12 and 16 days after packing while the microbiological analyzes were performed based on the most significant treatments . To determine if there were significant differences between the treatments, the Tukey test (<0.05) was applied. According to the results of the physicochemical analyzes, it was determined that lactic acid bacteria with their respective concentrations influence the biopreservation of meats, obtaining ranges of: 5.06-6.58 in pH; acidity 0.13% to 0.18%; in humidity 23.65% to 28.85%; ash 1.02% to 1.28%; protein 16.82% to 24.55%; in fat 3.49% to 8.64%; Regarding the types of bacteria *L. reuteri* and *L. plantarum* had a direct influence on pH, acidity and humidity; Regarding the concentrations, they demonstrated an effect on acidity, humidity, fat and protein; Finally, regarding the A*B*C interaction, the pH values were within the ranges established by the INEN standard; while at the microbiological level the paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL presented low levels of pathogenic organisms.

Keywords: lactic acid bacteria, biopreservation, antimicrobial

Capítulo I

Introducción

El consumo de los diferentes tipos de carne se basa en su aspecto sensorial, pero principalmente en el aporte nutritivo para el ser humano como aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas, ácidos grasos, proteínas, etc., los cuales proporcionan los nutrientes necesarios que permiten el desarrollo y mantenimiento de los tejidos humanos; (Signorini, 2007) por ello el consumo de carne en el Ecuador se destaca que una persona consume alrededor de 28kg de carne de pollo al año (CONAVE, 2021); un consumo per cápita de 11,5 kilogramos de res (The Inca Trail, 2021) y el consumo de pescado per cápita de 7,7 kilogramos al año (González, y otros, 2022).

Sin embargo, para que estos productos de origen animal sean aptos para el consumo humano se debe tener en cuenta su perfil microbiológico ya que este constituye una fuente importante para el desarrollo y proliferación de organismos patógenos causantes de intoxicaciones e incluso del deterioro y reducción de la vida útil del producto final, esto debido a sus características biológicas y químicas; siendo las principales fuentes de contaminación cruzada el estado sanitario del animal, piel, materia fecal, vísceras, microbiota de su cavidad oral; procesos de faenamiento, manipulación y transporte; dado que el crecimiento microbiano se da gracias a diversos factores extrínsecos (humedad, temperatura, tensión de oxígeno) e intrínsecos (nutrientes, pH, potencial redox, actividad de agua), (Signorini, 2007).

Por ello es importante el desarrollo e implementación de métodos que permitan prolongar la vida útil, además de mantener las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de los productos cárnicos frescos; con el objetivo de inhibir la acción de microorganismos, enzimas, agua, luz, calor, aire; dentro de los métodos de conservación cabe señalar que estos pueden ser físicos siendo el más utilizado la

refrigeración, además de la congelación, pasteurización, esterilización, desecación, etc.; y químicos como curado, ahumado, salazón, azucarado, acidificación, y adición de aditivos conservantes (Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos, 2003).

A pesar de los distintos métodos de conservación de carnes frescas, la demanda de los consumidores por alimentos mínimamente procesados mediante la reducción del uso de aditivos y preservantes químicos (cloruro de sodio, nitratos, nitritos, fosfatos, etc.) (Díaz Cañón & Salgado Gasca, 2022) causantes de problemas de salud al consumidor; razón por la cual se ha implementado como alternativa el empleo de bioconservantes cuyo principal objetivo constituye en conservar las propiedades organolépticas además de extender su vida útil y proporcionar un producto inocuo para el consumidor.

Tal es el caso del uso de bacterias ácido lácticas caracterizadas por ser Gram positivas en forma de cocos o bacilo, no móviles y no productoras de esporas, entre los que se destacan cuatro grupos principales: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus* (Díaz Cañón & Salgado Gasca, 2022). De acuerdo, a su metabolismo las BAL se diferencian en homofermentadoras (producen ácido láctico como único producto de fermentación) y heterofermentadoras (producen ácido acético, etanol y CO₂); motivo por el cual dentro del mecanismo de acción de las BAL que crecen en carnes frescas influyen en el crecimiento de organismos patógenos a través de la competencia por nutrientes, oxígeno, adhesión al sustrato y principalmente por la producción de sustancias tales como: ácido láctico, diacetilo, ácido acético, reuterina, bacteriocinas, peróxido de hidrógeno y otras sustancias de bajo peso molecular (Signorini, 2007).

El ácido láctico principal metabolito de las bacterias ácido lácticas homofermentativas y de mayor distribución en la naturaleza (Signorini, 2007), empleado como agente desinfectante y preservante en carnes ya que reduce la población de

microorganismos patógenos generando por ende tasas bajas de crecimiento (Signorini Porchieto, 2002).

Objetivos

Objetivo General

Estudiar el efecto de la aplicación de bacterias ácido lácticas como agente antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes.

Objetivos Específicos

Evaluar el efecto de las bacterias ácido lácticas (*Limosilactobacillus reuteri*, *Lactobacillus plantarum*) y sus concentraciones, en la conservación de distintos tipos de carnes: res, paiche, pollo.

Determinar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos las características de diferentes tipos de conservación en carnes, después de la aplicación del bioconservante.

Analizar la eficacia de las distintas bacterias ácido lácticas como efecto bioconservante en distintos tipos de carnes.

Hipótesis

Diseño A x B x C

Hipótesis factor A (Tipos de carnes)

Ho: Los diferentes tipos de carnes no influyen en su conservación con bacterias ácido lácticas como agente antimicrobiano.

Ha: Los diferentes tipos de carnes influyen en su conservación con bacterias ácido lácticas como agente antimicrobiano.

Hipótesis factor B (Tipos de bacterias)

Ho: Los tipos de bacterias ácido lácticas no influyen como agente antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes.

Ha: Los tipos de bacterias ácido lácticas influyen como agente antimicrobiano en la conservación de distintos tipos de carnes

Hipótesis factor C (Concentraciones de BAL)

Ho: La aplicación de diferentes concentraciones de bacterias ácido lácticas no influyen como agente antimicrobiano en la bioconservación de distintos tipos de carnes.

Ha: La aplicación de diferentes concentraciones de bacterias ácido lácticas influyen como agente antimicrobiano en la bioconservación de distintos tipos de carnes.

Hipótesis interacción A x B x C

Ho: El efecto de las interacciones entre tipos de carne, tipos de bacterias y concentraciones de bacterias ácido lácticas no influyen en la bioconservación de carnes.

Ha: El efecto de las interacciones entre tipos de carne, tipos de bacterias y concentraciones de bacterias ácido lácticas influyen en la bioconservación de carnes.

Capítulo II

Revisión de Literatura

Generalidades

La calidad de la carne y los productos cárnicos se encuentra determinada por factores inherentes a la especie animal, higiene en los procesos ante y postmorten; debido a que esta proporciona el medio adecuado para el crecimiento y proliferación de microorganismos patógenos los cuales se ven influenciados por su composición y propiedades tales como pH, temperatura, agua disponible, presión osmótica, composición atmosférica, etc (Carolina, 2001).

Los organismos patógenos que alteran su calidad pueden llegar por dos vías: endógena, es decir por alguna infección cuando el animal se encuentra vivo; y exógena o postmorten siendo esta la más importante dado que afecta sus propiedades organolépticas causando su deterioro físico químico como la presencia de olores desagradables, cambio de sabor, pérdida del color, alteración de su textura, entre otros; los cuales están relacionados con la producción de metabolitos microbianos indeseados y el consumo microbiano de lípidos, proteínas y azúcares; siendo la causa principal de intoxicaciones por hongos o bacterias (Carolina, 2001).

La Carne

El término carne hace referencia al músculo esquelético y cualquier tejido conjuntivo o grasa adherida, excepto los huesos y la médula ósea (Bantawa, Rai, Subba, & Khanal, 2018). La carne y sus derivados son ricos en nutrientes para los seres humanos debido a su alto contenido de grupos de vitamina B, proteínas, aminoácidos esenciales y minerales.

El consumo de carne ha ido en aumento desde la década de 1960, pero especialmente desde la década de 1980 hasta la actualidad. Tal y como se muestra en el estudio de Katare y otros (2020) quienes reportaron un incremento en el consumo de este producto de hasta 500 % (1992 – 2016). En consecuencia, actualmente, los productos cárnicos constituyen la principal fuente de proteínas (28 g de proteína/persona/día), lo que representa el 30 % del consumo total de calorías (Bonnet, Bouamra-Z, Réquillart, & Treich, 2020).

Factores que afectan la calidad de la carne

La calidad de la carne hace referencia de todas las características que provocan diferencias entre las muestras de un producto y que influyen en la apreciación del producto por parte de los consumidores finales. Así, el usuario final define la calidad en función de las características preferidas o valoradas (Sosnicki & Knap, 2022). Conforme a los factores que afectan la vida útil de la carne son los siguientes:

Figura 1

Factores que limitan la calidad de la carne durante el proceso de producción.



Nota. Adaptado de Conejo (2019).

La calidad organoléptica de la carne está mediada por la composición química, jugosidad, textura, pH y color. No obstante, estos dependen de otros factores que se distinguen en los grupos intrínsecos y extrínsecos. En los primeros, se encuentran la especie, raza, sexo, la aptitud productiva, entre otros. Mientras que los factores extrínsecos son aquellos ajenos al animal, es decir aquellos como: el transporte, el sistema de producción, alimentación, entre otros (Horcada & Polvillo, 2010).

Patógenos asociados a diferentes tipos de carne

La carne generalmente se considera estéril antes del sacrificio, (Zhu, y otros, 2022) no obstante, en fresco está siempre expuesta a la acción de muchas especies de microorganismos, provocando el deterioro de su calidad sensorial y limitando su utilidad, tanto culinaria como tecnológica. Además, puede constituirse en el hábitat para microorganismos saprofitos y patógenos (Szymanski, Zielinska, Okon, & Lepecka, 2023), debido a su pH, los nutrientes que alberga y la actividad del agua que posee (Kaveh, Bagher, Abedi, Javad, & Conte, 2023). Lo que la hace susceptible al deterioro de su calidad, amenazando también la seguridad de los consumidores (Szymanski, Zielinska, Okon, & Lepecka, 2023).

Por lo tanto, la calidad microbiológica de la carne es importante tanto para los consumidores y desde el punto de vista de la seguridad (Szymanski, Zielinska, Okon, & Lepecka, 2023). Conforme a Zhu y otros (2022), luego del sacrificio la calidad está sujeta a factores como el procesamiento, distribución y condiciones de almacenamiento; además, puede ocurrir una contaminación cruzada debido a una mala desinfección de los equipos de sacrificio o la higiene del personal, así como también por los factores ambientales.

Los patógenos bacterianos transmitidos por los alimentos más importantes asociados con la carne son *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*,

Campylobacter jejuni, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Yersinia enterocolitica* y *Aeromonas hydrophila*. Entre ellas, especies de *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* y productoras de verocitotoxina. *E. coli* O157 es un importante problema de salud pública. Además, las especies de *Pseudomonas* están asociadas con el deterioro de la carne, lo que provoca malos olores, malos sabores, decoloración y producción de gas. Del mismo modo, las especies de *Vibrio* son la principal causa de gastroenteritis, infección de heridas y septicemia en humanos (Bantawa, Rai, Subba, & Khanal, 2018).

El tracto gastrointestinal de las aves alberga muchas bacterias, incluidas algunas que pueden ser potencialmente peligrosas para el consumidor, como *Campylobacter spp.* o *Salmonella* (Rouger, Tresse, & Zagorec, 2017); puesto que se han hallado niveles significativos en cuanto a la correlación entre poblaciones de *Campylobacter* en el ciego y la canal (Pacholewicz, Swart, Wagenaar, Lipman, & Havelaar, 2016).

En carnes frías y empacadas con presencia de aire, se han hallado poblaciones predominantes de *Pseudomonas spp.*, *Bacillus spp.*, *Crudo Typhimurium spp.*, *Schwartzella spp.* y *Aeromonas spp* (Odeyemi, Alegbeleye, Strateva, & Stratev, 2020). Por otra parte, en el estudio de Rouger y otros (2017) se identificaron a las principales *Pseudomonas* comunes en la carne de aves de corral, estas fueron *Pseudomonas fragilis*, *Pseudomonas lundengensis* y *Pseudomonas fluorescens* y *Pseudomonas aeruginosa* produjeron baba en la carne y sus productos durante el almacenamiento en frío.

El análisis sensorial

El análisis sensorial es una especialidad científica utilizada para evaluar, estudiar y explicar la respuesta de las particularidades de los alimentos que son observadas e interpretadas por los panelistas utilizando sus sentidos de la vista, el

olfato, el gusto, el tacto y el oído (Ruiz, Herrero, Pintado, & Delgado, 2021). Las características que se analizan a través de esta metodología son, el olor, la ternura (desorganización de la carne con la masticación), la jugosidad (sequedad de la carne durante el proceso de masticación), el flavor (propiedades olfativas y gustativas), y el color de la carne (Horcada & Polvillo, 2010).

La carne de res

A nivel mundial, la producción de carne de ganado se ha más que duplicado desde 1961, aumentando de 28 millones de toneladas por año a 68 millones de toneladas en 2014. Por lo cual, se estima que entre los años 2000 y 2050, estas cantidades se incrementen entre 1 500 millones a 2 600 millones (Nalon, Contiero, Gottardo, & Cozzi, 2021). En Ecuador se ha estimado una producción de carne de res de 200000 toneladas por año, con un consumo per cápita de 11,5 kilogramos de carne (The Inca Trail, 2021).

Tabla 1

Porcentaje de aporte de nutrientes promedio por cada 100 g de carne de res.

Parámetros	Cantidad
Proteína (%)	27,23
Agua (g)	64,83
Grasas (%)	7,63
Colesterol (mg)	78
Vitamina B12 (mg)	1,61
Niacina (mg)	5,23
Vitamina K (µg)	1,3

Parámetros	Cantidad
Vitamina E (mg)	0,37
Magnesio (mg)	18
Sodio (mg)	222
Fósforo (mg)	172
Sodio (mg)	36
Zinc (mg)	4,74
Calcio (mg)	6

Nota. Obtenido de: (Yucel & Taskin, 2018).

La Carne de Pollo

La carne de aves de corral a nivel mundial se ha incrementado de forma constante; sin embargo, entre los productos avícolas, la carne de pollo procesada es la más consumida con un 75% de la carne de ave en todo el mundo (Zhu, y otros, 2022). En Ecuador, solo durante el año 2020 los planteles avícolas produjeron 494 mil toneladas de carne de pollo (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador, 2021); el consumo de pollo per cápita en el país es de alrededor de 30 kg anuales (Gutiérrez, 2020).

El pollo posee una carne con un alto contenido proteico y un bajo contenido de grasa, especialmente en la parte de la pechuga; en estas últimas predominan las grasas insaturadas como el ácido oleico, ácido linoleico y ácido linolénico que son beneficiosas para regular el colesterol a nivel hemático (Yucel & Taskin, 2018). A continuación, se describe el contenido nutricional de la carne de pollo (Tabla 2):

Tabla 2

Porcentaje de aporte de nutrientes promedio por cada 100 g de piezas de pollo.

Parámetros	Cantidad
Proteína (%)	54
Agua (g)	65,26
Grasas (%)	3,57
Colesterol (mg)	85
Vitamina A (%) ER*	0,75
Niacina B3 mg (%)	49
Vitamina B6 mg (%)	17
Vitamina B12 mg (%)	13
Hierro mg (%)	4,29
Calcio (mg)	15
Magnesio (mg)	29
Fósforo (mg)	228
Zinc (mg)	1
Potasio mg (%)	4

Nota. ER* = Equivalente de Retinol. Fuente: (Fondo Nacional Avícola, 2018); (Yucel & Taskin, 2018).

La Carne de Paiche

El paiche o pirarucu (*Arapaima gigas*) es el pez de agua dulce más grande de América; su origen tiene raíces en las amazonas. Se caracteriza por tener una tasa de

crecimiento bastante acelerada junto con una conversión alimenticia efectiva (Du, y otros, 2019). Puede alcanzar una longitud de tres metros y pesar más de 200 kg y vivir más de 15 a 20 años (Pires, y otros, 2019), además tiene la particularidad de emerger puesto que necesita respirar en un intervalo aproximado de 20 minutos ya que posee branquias. En Ecuador, la producción de paiche tiene fines comerciales y se da en las provincias de la amazonia (Reinoso, 2021).

La carne de paiche por lo general se vende en seco o salado, ya que así puede conservarse durante más tiempo (Delgado, 2018). Posee un elevado valor nutricional debido a su alto contenido de proteína, la cual puede superar de forma fácil a los peces marinos. En cuanto a la reducida cantidad de grasa, se puede aseverar que posee mayor calidad frente a las especies de carne blanca, lo que a su vez le confiere a este producto de excelente sabor (Guerrero, 2022). No obstante, su carne es altamente perecedera (Pino, y otros, 2020).

Tabla 3

Composición fisicoquímica del paiche (*Arapaima gigas*).

Parámetros	Cantidad
Proteína (%)	36,5
Energía (cal)	1,47
Grasas (%)	1,6
Carbohidratos (%)	2,4
Sales minerales (%)	24,5

Nota. Fuente: (Reinoso, 2021).

La Bioconservación

La bioconservación, es considerada un método biológico para la conservación de alimentos con el uso de microorganismos y sus metabolitos. Los microorganismos utilizados con fines de conservación natural deben cumplir una serie de requisitos, incluida la seguridad de uso, la producción de metabolitos no tóxicos, el mantenimiento de una alta actividad durante el almacenamiento y la ausencia de un impacto negativo en las propiedades sensoriales del producto (Zapasnik, Sokolowska, & Bryla, 2022).

Las Bacterias Ácido Lácticas

Las bacterias del ácido láctico (LAB) son presentes en varios ecosistemas, incluidas las plantas, los alimentos fermentados y el cuerpo humano (Fidan, y otros, 2022). Estas bacterias grampositivas utilizan los carbohidratos como única o principal fuente de carbono (Wang, y otros, 2021). Durante el proceso de crecimiento y fermentación, producen una serie de metabolitos con acción antimicrobiana, entre los que se encuentran el peróxido de hidrógeno, el ácido láctico, el ácido acético y sustancias de bajo peso molecular. (diacetilo, ácidos grasos, reuterina, reuteriicina), compuestos antifúngicos (fenil lactato, propionato, hidroxifenil lactato) y bacteriocinas (Zapasnik, Sokolowska, & Bryla, 2022).

Generalmente son cocos o bacilos, y tienen una gran tolerancia al pH bajo (Wang, y otros, 2021). Además, no forman esporas y no respiran, pero son aerotolerantes y producen ácido láctico como uno de los productos clave de la fermentación (Avivi, y otros, 2020). Adicional a ello, este tipo de bacterias no pueden formar catalasa (Zapasnik, Sokolowska, & Bryla, 2022).

Aunque las bacterias del ácido láctico incluyen más de 60 géneros, los géneros frecuentes en la fermentación de alimentos son: *Lactobacillus*, *Lactococcus*,

Leuconostoc, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* y *Weissella*. No obstante, recientemente se ha propuesto la fusión de *Lactobacillaceae* y *Leuconostocaceae* en una sola familia *Lactobacillaceae* (Wang, y otros, 2021).

Las bacteriocinas

Son principalmente sustancias proteicas generalmente termoestables que presentan propiedades antimicrobianas (Zapasnik, Sokolowska, & Bryla, 2022) Casi todas las bacteriocinas son moléculas catiónicas pequeñas con características hidrofóbicas o anfifílicas (Darbandi y otros, 2021). Se supone que el efecto de las bacteriocinas se basa en la unión de los residuos de fosfato presentes en las membranas celulares de las células diana, creando poros y activando la autolisina que degrada las paredes celulares bacterianas (Zapasnik, Sokolowska, & Bryla, 2022).

Álvarez-Sieiro et al. (2016) propuso la clasificación de las bacteriocinas producidas por LAB en base a tres clases principales. La clase I incluye péptidos modificados, estables al calor y de bajo peso molecular que consisten en aminoácidos inusuales como la lantionina. La clase II agrupa a las bacteriocinas termoestables de bajo peso molecular no modificadas. Mientras que, la última clase es el único grupo de sustancias termolábiles y de alto peso molecular. Estas se liberan extracelularmente y pueden tener efectos bactericidas o bacteriostáticos en especies estrechamente relacionadas con la cepa productora o afectar a otros géneros, filos o incluso dominios (Hernández-González y otros, 2021)

Además, la influencia de los factores ambientales promueve la secreción de bacteriocinas, incluida la densidad de células bacterianas, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de ácido acético y péptidos de señalización (moléculas peptídicas estimulantes de la competencia) (Hernández-González y otros, 2021).

Capítulo III

Materiales y Métodos

Ubicación del lugar de la investigación

Ubicación política

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

Ubicación ecológica

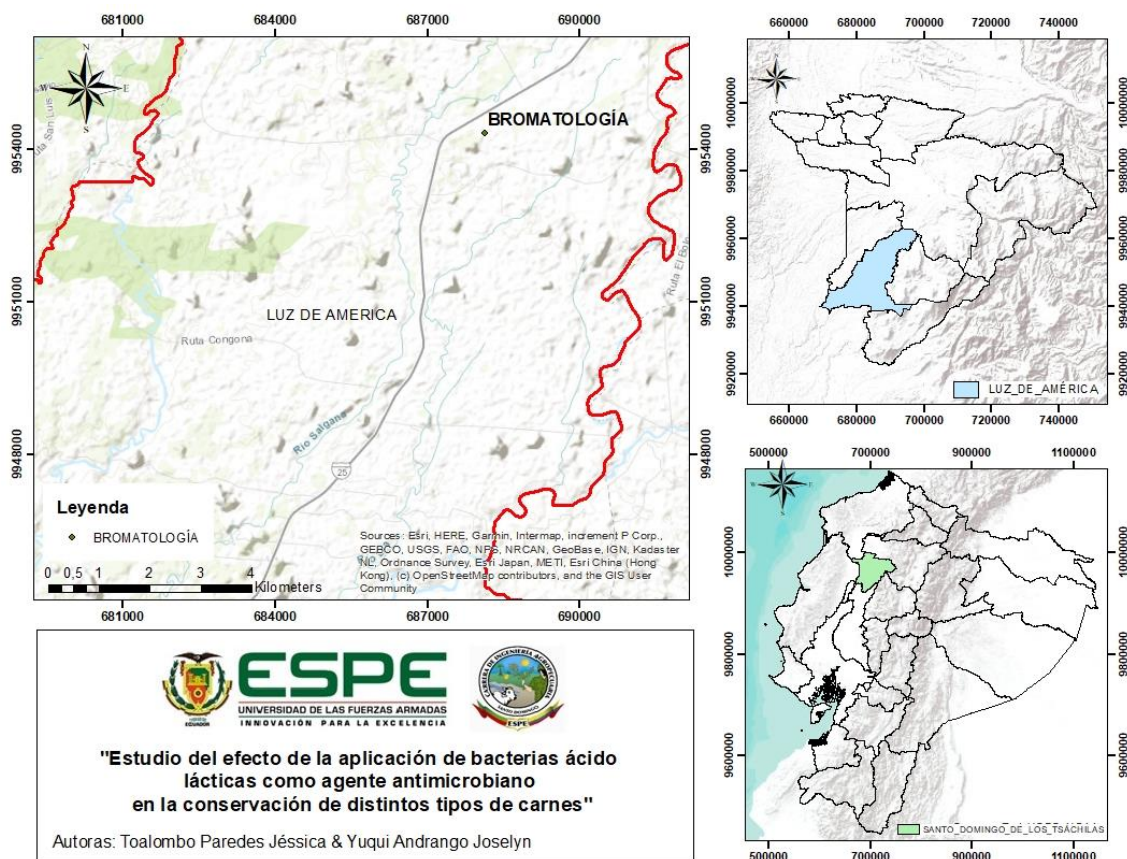
Zona de vida	:	Bosque Húmedo Tropical
Altitud	:	224 msnm
Temperatura media	:	24°C
Precipitación	:	2860 mm
Humedad relativa	:	85%
Heliofanía	:	680 Horas luz/año
Suelos	:	Franco – Arenoso

Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología, en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Extensión Santo Domingo, ubicada en el Km 24 vía Santo Domingo-Quevedo; coordenadas UTM: 688148.169E y 9954332.039N

Figura 2

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación.



Autoras: Toalombo, J; Yuqui, J. 2023

Materiales

Replicación de BAL en caldo MRS

Tabla 4

Recursos necesarios para la replicación de BAL en caldo MRS.

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Estufa	Matraces de 500mL	Caldo MRS	<i>Limosilactobacillus reuteri</i>
Balanza	Agitador magnético	Agua destilada	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Placa calentadora	Asas		
Autoclave	Algodón		
Cámara de flujo laminar	Parafilm		
	Mecheros		

Siembra de BAL en petrifilm

Tabla 5

Recursos necesarios para siembra de BAL en petrifilm

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Estufa	Tupos de ensayo	Agua de peptona	Caldo MRS de <i>L. reuteri</i> y <i>L. plantarum</i>
Balanza	Pipeta	Agua destilada	
Autoclave	Petrifilm para aerobios		
Cámara de flujo laminar	Mecheros		

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Vortex	Micropipeta		

Obtención de bioconservante

Tabla 6

Recursos necesarios para la obtención de solución bioconservante mediante centrifugación

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Autoclave	Tubos de ensayo	Agua destilada	Caldo MRS de <i>L. reuteri</i> y <i>L. plantarum</i>
Centrífuga	Pipeta	Ácido cítrico	
Balanza	Vaso de precipitación	Citrato de sodio	
	Varilla de agitación		
	Frasco ámbar		

Determinación de absorbancia

Tabla 7

Recursos necesarios para la determinación de absorbancia

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Espectrofotómetro	Cuarzos	Agua destilada	Caldo MRS de <i>L. reuteri</i> y <i>L. plantarum</i>
			Centrifugado de <i>L. reuteri</i> y <i>L. plantarum</i>

Empacado y aplicación de bioconservante**Tabla 8**

Recursos necesarios para la determinación de absorbancia

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Empacadora	Fundas	Agua destilada	Carne de res, paiche y pollo
Balanza	Tijeras		Bioconservante
Autoclave	Papel aluminio		
Cámara de flujo laminar	Cuchillo		

Determinación de pH**Tabla 9**

Recursos necesarios para la determinación de pH

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza	Vaso de precipitación de 250mL	Agua destilada	Carne de res, paiche y pollo
Licuadaora	Lienzo		
Potenciómetro			

Determinación de humedad**Tabla 10**

Recursos necesarios para la determinación de humedad

Equipos	Insumos	Muestra
Balanza	Cajas Petri	Carne de res, paiche y pollo
Estufa		

Determinación de acidez**Tabla 11**

Recursos necesarios para la determinación de acidez

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza	Vaso de precipitación de 250mL	Agua destilada	Carne de res, paiche y pollo
Potenciómetro	Matraz de 250mL	Hidróxido de sodio 0,01N	
Equipo de titulación	Pipeta Pasteur	Fenolftaleína	
Licuada			

Determinación de ceniza**Tabla 12**

Recursos necesarios para la determinación de ceniza

Equipos	Insumos	Muestra
Balanza	Crisoles	Carne de res, paiche y pollo
Estufa		
Mufla		

Determinación de proteína**Tabla 13**

Recursos necesarios para la determinación de proteína

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Balanza	Mortero	Ácido sulfúrico concentrado 96%	Carne seca de res, paiche y pollo

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Unidad digestora	Tubos de destilación	Solución de hidróxido de sodio al 35%	
Sorbona o colector/extractor de humos	Matraces	Tabletas catalizadoras	
Unidad de destilación	Pipeta Pasteur	Solución de ácido bórico al 2%	
Equipo de titulación	Vasos de precipitación	Solución de ácido clorhídrico 0.1N Indicador Kjeldahl	

Determinación de grasa

Tabla 14

Recursos necesarios para la determinación de grasa

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestras
Extractor de grasa	Mortero	Éter de petróleo	Carne seca de res, paiche y pollo
Balanza	Dedales		
Estufa	Algodón		
Desecador	Papel filtro		
	Probeta		
	Vasos beaker		

Análisis microbiológicos

Tabla 15

Recursos necesarios para la determinación de los análisis microbiológicos

Equipos	Insumos	Reactivos	Muestra
Vortex	Petrifilm 3M para aerobios, ácido		
	lácticas, mohos y levaduras, <i>E. coli</i>	Agua de	Carne de res,
	Salmonella, enterobacterias, coliformes totales	peptona	paiche y pollo
Cámara de flujo laminar	Tubos de ensayo	Agua destilada	
Autoclave	Micropipeta		
Balanza	Mecheros		
Estufa	Pipeta		

Métodos

Incubación y siembra de BAL en caldo MRS

En primer lugar, se tomaron dos muestras de bacterias ácido lácticas (*L. reuteri* y *L. plantarum*) se colocaron en la estufa a 38°C; posteriormente se pesó 27,58g de Caldo MRS y se agregó en 500mL de agua destilada previamente caliente homogeneizando la solución, cubriéndola con algodón.

A continuación, se procedió a colocar los matraces, y las asas (envueltas en papel aluminio) en la autoclave a 121°C por 15min.

Posteriormente se enfriaron los matraces para sembrar las bacterias en el caldo: para ello se introdujo el matraz, las asas, mecheros, *L. reuteri*, etc. en la cámara de flujo laminar; se retiró cuidadosamente el tapón de algodón del matraz y con la ayuda de una asa previamente calentada y enfriada se introdujo el asa en el tubo contenido a la bacteria y se inoculó en el caldo MRS; dicho proceso se repitió en tres ocasiones.

Finalmente, una vez que se inocularon cada una de las bacterias en los respectivos matraces se rotularon e incubaron a 38°C por 24 horas.

Nota. El proceso se realizó para cada una de las bacterias.

Siembra en petrifilm

Para realizar la siembra en petrifilm, en primer lugar, se comprobó el crecimiento bacteriano mediante visualización de un precipitado blanco al fondo de los matraces incubados.

Luego se preparó el agua de peptona; para ello se pesó 15g de agua de peptona y se agregó en 100mL de agua destilada previamente caliente formando una solución homogénea; posteriormente se dispensó 9mL de agua de peptona en 10 tubos de ensayo y se llevó a la autoclave por 15min a 121°C.

A continuación, se procedió a enfriar los tubos de ensayo para realizar las respectivas diluciones; por ello dentro de la cámara de flujo laminar y con la ayuda de una micropipeta se tomó 1mL del caldo MRS de *L. reuteri* y se agregó al primer tubo de ensayo (10^{-1}) luego se agitó y de esa solución se tomó 1mL y se colocó en el siguiente (10^{-2}) y se agitó, finalmente de la solución anterior se tomó 1mL y se colocó en el tercer tubo de ensayo (10^{-3}) y se agitó.

Posteriormente del tercer tubo se tomó 1mL y se sembró en un petrifilm de aerobios para luego incubar a 38°C por 48 horas.

Nota. El proceso se realizó para cada una de las bacterias.

Centrifugación de BAL para la obtención de bioconservante

Se preparó una solución tampón de ácido cítrico-citrato de sodio pH: 3,8; 0,1M; para ello en un vaso de precipitación se agregó 24,40g de ácido cítrico en 1270mL de agua destilada y en otro vaso 18,34g de citrato de sodio en 730mL de agua destilada hasta formar una solución homogénea; para posteriormente mezclar las dos soluciones preparadas anteriormente y conservarla.

A continuación, se llevó 50 tubos de ensayo a la autoclave a 121°C por 15min; posteriormente se dispensó 10mL del Caldo MRS de *L. reuteri* en cada tubo ensayo tapándolos respectivamente y llevarlos a la centrífuga a 10000 rpm por 15min; luego se procedió a retirar la parte líquida y adicionar 5mL de la solución tampón preparada anteriormente por tres ocasiones; finalmente en la tercera centrifugada se conservó la parte líquida y el sedimento para colocarla en un recipiente ámbar y refrigerarla.

Nota. El proceso se realizó para cada una de las bacterias.

Determinación de absorbancia

Para determinar la absorbancia se agregó alrededor de 2mL del Caldo MRS de *L. reuteri* y *L. plantarum* en los respectivos cuarzos para posteriormente colocar uno a uno en el espectrofotómetro; de igual forma se realizó para la solución sobrante del tercer centrifugado de cada una de las bacterias.

Empacado y aplicación de bioconservante

Para el empaqueo de las carnes se procedió a esterilizar las fundas y el cuchillo en la autoclave; de igual forma se esterilizó la empacadora en la cámara de flujo laminar. A continuación, se pesó 50g de cada una de las carnes (res, paiche y pollo) colocándolas sobre papel aluminio a las cuales posteriormente se roció con el bioconservante de diferente concentración respectivamente para finalmente empacar al vacío y llevar las muestras al cuarto frío a 4°C.

Diseño Experimental

Tabla 16

Descripción de los factores a probar

Factores	Simbología	Niveles
Tipos de carnes (A)	a ₀	Res
	a ₁	Paiche
	a ₂	Pollo
Tipos de bacterias (B)	b ₀	<i>Limosilactobacillus reuteri</i>
	b ₁	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Concentraciones (C)	C ₀	2,3x10 ⁹ UFC/mL
	C ₁	1,5x10 ⁹ UFC/mL

Tratamientos a comparar

Tabla 17

Descripción de los tratamientos a comparar.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	a ₀ b ₀ c ₀	Res + <i>Limosilactobacillus reuteri</i> + 2,3x10 ⁹ UFC/mL
T2	a ₀ b ₀ c ₁	Res + <i>Limosilactobacillus reuteri</i> + 1,5x10 ⁹ UFC/mL

Tratamiento	Código	Descripción
T3	a ₀ b ₁ c ₀	Res + <i>Lactobacillus plantarum</i> + 2,3x10 ⁹ UFC/mL
T4	a ₀ b ₁ c ₁	Res + <i>Lactobacillus plantarum</i> + 1,5x10 ⁹ UFC/mL
T5	a ₁ b ₀ c ₀	Paiche + <i>Limosilactobacillus reuteri</i> + 2,3x10 ⁹ UFC/mL
T6	a ₁ b ₀ c ₁	Paiche + <i>Limosilactobacillus reuteri</i> + 1,5x10 ⁹ UFC/mL
T7	a ₁ b ₁ c ₀	Paiche + <i>Lactobacillus plantarum</i> + 2,3x10 ⁹ UFC/mL
T8	a ₁ b ₁ c ₁	Paiche + <i>Lactobacillus plantarum</i> + 1,5x10 ⁹ UFC/mL
T9	a ₂ b ₀ c ₀	Pollo + <i>Limosilactobacillus reuteri</i> + 2,3x10 ⁹ UFC/mL
T10	a ₂ b ₀ c ₁	Pollo + <i>Limosilactobacillus reuteri</i> + 1,5x10 ⁹ UFC/mL
T11	a ₂ b ₁ c ₀	Pollo + <i>Lactobacillus plantarum</i> + 2,3x10 ⁹ UFC/mL
T12	a ₂ b ₁ c ₁	Pollo + <i>Lactobacillus plantarum</i> + 1,5x10 ⁹ UFC/mL

Tipo de diseño

Para este estudio se estableció un diseño experimental trifactorial (3x2x2) conducido en DBCA en el cual se consideró tres niveles en A (Tipos de carnes), dos niveles en B (Tipos de bacterias) y dos niveles en C (Concentraciones).

Repeticiones

Para este diseño del experimento se realizó con 3 repeticiones por cada tratamiento, con un total de 36 unidades experimentales.

Características de las unidades experimentales

La unidad experimental consta de 200g de materia prima (tipos de carnes) dividida en 4 lotes de 50g, para cada repetición en cada uno de los tratamientos.

Análisis Estadístico

Tabla 18

Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación		Grados de libertad
Réplicas	$r - 1$	2
Tipos de carnes (A)	$A - 1$	2
Tipos de bacterias (B)	$B - 1$	1
Concentración de bacterias (C)	$C - 1$	1
Interacción A x B	$(A - 1) (B - 1)$	2
Interacción A x C	$(A - 1) (C - 1)$	2
Interacción B x C	$(B - 1) (C - 1)$	1
Interacción A x B x C	$(A - 1) (B - 1) (C - 1)$	2
Error	$(r-1) [(A*B*C) - 1]$	22
Total	$n-1$	35

Coeficiente de variación

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{X} \times 100$$

Dónde:

CV : Coeficiente de variación

CMe : Cuadrado medio del error experimental

X : Media general del experimento

Análisis funcional

Para las diferencias de los resultados de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de significancia de Tukey ($p < 0,05$), para identificar grupos independientes a fin de tomar decisiones.

Variables a medir

Pruebas físico químicas

Determinación de pH. Se pesó 10g de cada una de las muestras a analizar, posteriormente se licuó junto con 100mL de agua destilada y con la ayuda de un lienzo se filtró la muestra con el objetivo de separar el tejido conectivo de las mismas.

A continuación, con la ayuda del potenciómetro se determinó el pH de la muestra contenida en un vaso de precipitación.

Determinación de humedad. En primer lugar, se registró el peso vacío de cada una de las cajas Petri; y luego el peso junto con la muestra a analizar (alrededor de 10g de muestra).

Posteriormente, se colocaron las muestras en la estufa a 100°C por 24hrs.

Finalmente, se enfriaron las cajas Petri y registró el peso de las muestras después del secado.

Para la determinación de humedad se aplicó la siguiente ecuación:

$$H = \frac{W_f}{W_i} * 100$$

Donde:

H = Humedad en porcentaje de masa

W_f = Peso final de la muestra después del secado en gramos

W_i = Peso inicial de la muestra antes del secado en gramos

Determinación de acidez. Se pesó 10g de cada una de las muestras; las cuales posteriormente fueron licuadas junto con 200mL de agua destilada y filtradas eliminando así el tejido conectivo presente.

A continuación, con la ayuda de una probeta se tomó 25mL de la muestra y se agregó en un matraz aforando con 75mL de agua destilada y 5 gotas de fenolftaleína.

Finalmente, se llevó a titulación con hidróxido de sodio 0,1N y se registró el volumen de hidróxido consumido. De igual forma se realizó un blanco.

La acidez titulable se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{V * N * Meq * F}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

Donde:

A = Porcentaje de acidez

V = Volumen de NaOH consumido en la titulación

N = normalidad del NaOH (0,1 N)

Meq = Ácido láctico (0,01)

F = Factor de dilución (0,09)

Determinación de ceniza. En primer lugar, se secaron los crisoles a 100°C por 30min; a continuación, se registró su peso respectivamente.

Luego se pesó alrededor de 2g de cada una de las muestras y se calentaron por varios minutos hasta obtener una muestra quemada; las cuales fueron llevadas a la mufla a 600°C por 3hrs hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón.

Finalmente, se enfriaron los crisoles y se registró cada uno de los pesos.

El contenido de ceniza se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100$$

Donde:

C = Porcentaje de ceniza

W_0 = Peso de la muestra en gramos

W_1 = Peso del crisol vacío

W_2 = Peso del crisol más la muestra calcinada

Determinación de grasa. Se pesó 2g de muestra triturada las cuales se colocaron en el papel filtro y posteriormente en los dedales cubriéndolos con algodón respectivamente, a continuación, se llevaron los dedales al extractor de grasa.

Luego se agregó 50mL de éter de petróleo en cada vaso del extractor de grasa; seguido se prendió y calibró la máquina y se sumergió los dedales en el éter de petróleo bajando la palanca e iniciando a contabilizar los procesos a 90° por 60min; a continuación, se accionó la palanca hasta W por 90min y finalmente hasta R y se cerró la válvula por 15min.

Finalmente se retiró los vasos del extractor de grasa y se colocaron en la estufa por 30min a 100°C para posteriormente enfriarlos y pesarlos.

El contenido de grasa se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$G = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100$$

Donde:

C = Porcentaje de grasa

W_0 = Peso de la muestra en gramos

W_1 = Peso del vaso beaker vacío

W_2 = Peso del vaso beaker más la grasa

Determinación de proteína. Para la digestión, se pesó aproximadamente 0,3g de la muestra triturada y se la colocó en cada microtubo digestor y se agregó una tableta catalizadora y 5mL de ácido sulfúrico concentrado; a continuación, se colocaron los tubos de digestión con las muestras en el block-digestor con el colector de humos a una temperatura de 420°C por alrededor de 40min obteniendo un líquido de color verde o azul transparente dependiendo el catalizador utilizado. Finalmente se dejó enfriar la muestra a temperatura ambiente.

Destilación. Se agregó 10mL de agua destilada en cada micro-tubo una vez que estos estuviesen fríos; mientras que un matraz se adicionó 50mL de ácido bórico al 2%, posteriormente se llevó al destilador Kjeldahl el microtubo y el matraz; y se accionó el sistema agregando 30mL de hidróxido de sodio al 40% cuidando que exista un flujo normal de agua; recogiendo aproximadamente 200mL del destilado.

Titulación. Del destilado recogido en el matraz se adicionó 4 gotas de indicador (en un vaso de precipitación se colocó 0,5mL de solución de rojo de metilo y 0,5mL de solución de verde de bromocresol); y se procedió a titular con ácido clorhídrico 0,1N utilizando un agitador mecánico para finalmente registrar el volumen de ácido consumido.

El contenido de proteína bruta se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$PB = \frac{(VHCl - Vb) * 1,401 * NHCl * F}{g \text{ muestra}}$$

Donde:

PB = Porcentaje de proteína bruta

$VHCl$ = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

Vb = Volumen del blanco (0,3mL)

1,401 = Peso atómico del nitrógeno

$NHCl$ = Normalidad del ácido clorhídrico (0,1 N)

F = Factor de conversión (6,25)

Y en cuanto al porcentaje del contenido de proteína en muestra seca se realizó la siguiente relación con el contenido de humedad:

$$P = \frac{PB * H}{100}$$

Donde:

P = Porcentaje de proteína

PB = Porcentaje de proteína bruta

H = Porcentaje de humedad

Pruebas microbiológicas

Se preparó 500mL de solución de agua de peptona (7,5g de agua de peptona en 500mL de agua destilada) y a continuación se dispensó 18mL en 5 tubos de ensayo y 9mL en los tubos restantes para posteriormente llevar a esterilizar en autoclave y posterior enfriamiento respectivamente.

Luego se agregó 2g de muestra (T1, T3, T5, T9 y T11) en los 18mL de agua de peptona (representando la solución 10^{-1}) de la cual se tomó 1mL y se preparó las diluciones hasta 10^{-6} de la cual se tomó 1mL y se sembró en petrifilm de aerobios, mohos y levaduras, 10^{-3} para ácido lácticas; mientras que de la solución 10^{-1} se tomó 1mL y se sembró en petrifilm de enterobacterias, Salmonella, *E. coli*, y coliformes totales. Los petrifilm de mohos y levaduras se conservaron a temperatura ambiente por 72hrs; mientras que los demás petrifilm se incubaron en la estufa a 38°C por 48hrs; finalmente transcurrido el tiempo necesario se realizó el conteo de las colonias presentes en los petrifilm con la ayuda del contador de colonias; para posterior determinación de UFC/mL mediante la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{UFC}{mL}\right) = \frac{n * f}{v}$$

Donde:

n = número de colonias por placa

f = factor de dilución

v = volumen inoculado en la placa

Capítulo IV

Resultados

Variables físico-químicas

Análisis de varianza para la variable pH al día 4

Tabla 19

Análisis de varianza para la variable pH al día 4

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	9,85602	2	4,92801	495,31	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,087025	1	0,087025	8,75	0,0073
C: Concentración	0,00966944	1	0,00966944	0,97	0,3349
D: Réplicas	0,0127167	2	0,00635833	0,64	0,5373
AB	0,358817	2	0,179408	18,03	0,0000
AC	0,135839	2	0,0679194	6,83	0,0049
BC	0,00966944	1	0,00966944	0,97	0,3349
ABC	0,0254389	2	0,0127194	1,28	0,2984
Error Experimental	0,218883	22	0,00994924		
TOTAL	10,7141	35			

En la Tabla 19 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipo de bacterias (Factor B), en las interacciones A*B y A*C, por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones B*C, A*B*C.

Análisis de varianza para la variable acidez al día 4

Tabla 20

Análisis de varianza para la variable acidez al día 4

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	2,90866	2	1,45433	139,67	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,00316406	1	0,00316406	0,30	0,5870
C: Concentración	0,0153141	1	0,0153141	1,47	0,2381
D: Réplicas	0,000759375	2	0,000379688	0,04	0,9643
AB	0,108084	2	0,0540422	5,19	0,0142
AC	0,0306281	2	0,0153141	1,47	0,2515
BC	0,00316406	1	0,00316406	0,30	0,5870
ABC	0,106566	2	0,0532828	5,12	0,0150
Error Experimental	0,229078	22	0,0104126		
TOTAL	3,40542	35			

En la tabla 20, se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A) y en las interacciones A*B, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones A*C, B*C.

Análisis de varianza para la variable humedad al día 4

Tabla 21

Análisis de varianza para la variable humedad al día 4

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	133,449	2	66,7243	30,89	0,0000
B: Tipos de bacterias	13,8551	1	13,8551	6,41	0,0190
C: Concentración	6,87095	1	6,87095	3,18	0,0883

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
D: Réplicas	0,137562	2	0,068781	0,03	0,9687
AB	20,7241	2	10,362	4,80	0,0187
AC	24,6608	2	12,3304	5,71	0,0101
BC	5,79245	1	5,79245	2,68	0,1158
ABC	24,0116	2	12,0058	5,56	0,0111
Error Experimental	47,5264	22	2,16029		
TOTAL	277,028	35			

En la Tabla 21, se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B) y en las interacciones A*B, A*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones B*C.

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 4

Tabla 22

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 4

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	0,385969	2	0,192984	7,27	0,0038
B: Tipos de bacterias	0,255025	1	0,255025	9,61	0,0052
C: Concentración	0,000245444	1	0,000245444	0,01	0,9242
D: Réplicas	0,0590044	2	0,0295022	1,11	0,3467
AB	0,0331202	2	0,0165601	0,62	0,5449
AC	0,0711751	2	0,0355875	1,34	0,2821
BC	0,297025	1	0,297025	11,20	0,0029
ABC	0,884465	2	0,442233	16,67	0,0000
Error Experimental	0,58369	22	0,0265313		

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
TOTAL	2,56972	35			

En la tabla 22 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipo B (Factor B) y en las interacciones B*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones A*B, A*C.

Análisis de varianza para la variable proteína al día 4

Tabla 23

Análisis de varianza para la variable proteína al día 4

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	158,749	2	79,3746	855883,96	0,0000
B: Tipos de bacterias	46,3421	1	46,3421	499699,23	0,0000
C: Concentración	1,5897	1	1,5897	17141,50	0,0000
D: Réplicas	0,000343056	2	0,000171528	1,85	0,1809
AB	127,841	2	63,9205	689245,03	0,0000
AC	161,984	2	80,9919	873322,79	0,0000
BC	88,0313	1	88,0313	949227,97	0,0000
ABC	1,29588	2	0,64794	6986,63	0,0000
Error Experimental	0,00204028	22	0,0000927399		
TOTAL	585,835	35			

En la tabla 23 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B), Concentración (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C. Por otro lado, las Réplicas (Factor D) no mostraron diferencia significativa.

Análisis de varianza para la variable grasa al día 4

Tabla 24

Análisis de varianza para la variable grasa al día 4

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	160,439	2	80,2194	150696,70	0,0000
B: Tipos de bacterias	206,305	1	206,305	387556,53	0,0000
C: Concentración	9,02001	1	9,02001	16944,61	0,0000
D: Réplicas	0,000955556	2	0,000477778	0,90	0,4220
AB	375,947	2	187,974	353119,48	0,0000
AC	252,53	2	126,265	237195,80	0,0000
BC	56,35	1	56,35	105856,82	0,0000
ABC	191,843	2	95,9217	180194,50	0,0000
Error Experimental	0,0117111	22	0,000532323		
TOTAL	1252,45	35			

En la tabla 24 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Réplicas (Factor D) demostrando normalidad.

Resultados del Tipo de Carne (Factor A)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor A: Tipo carne).

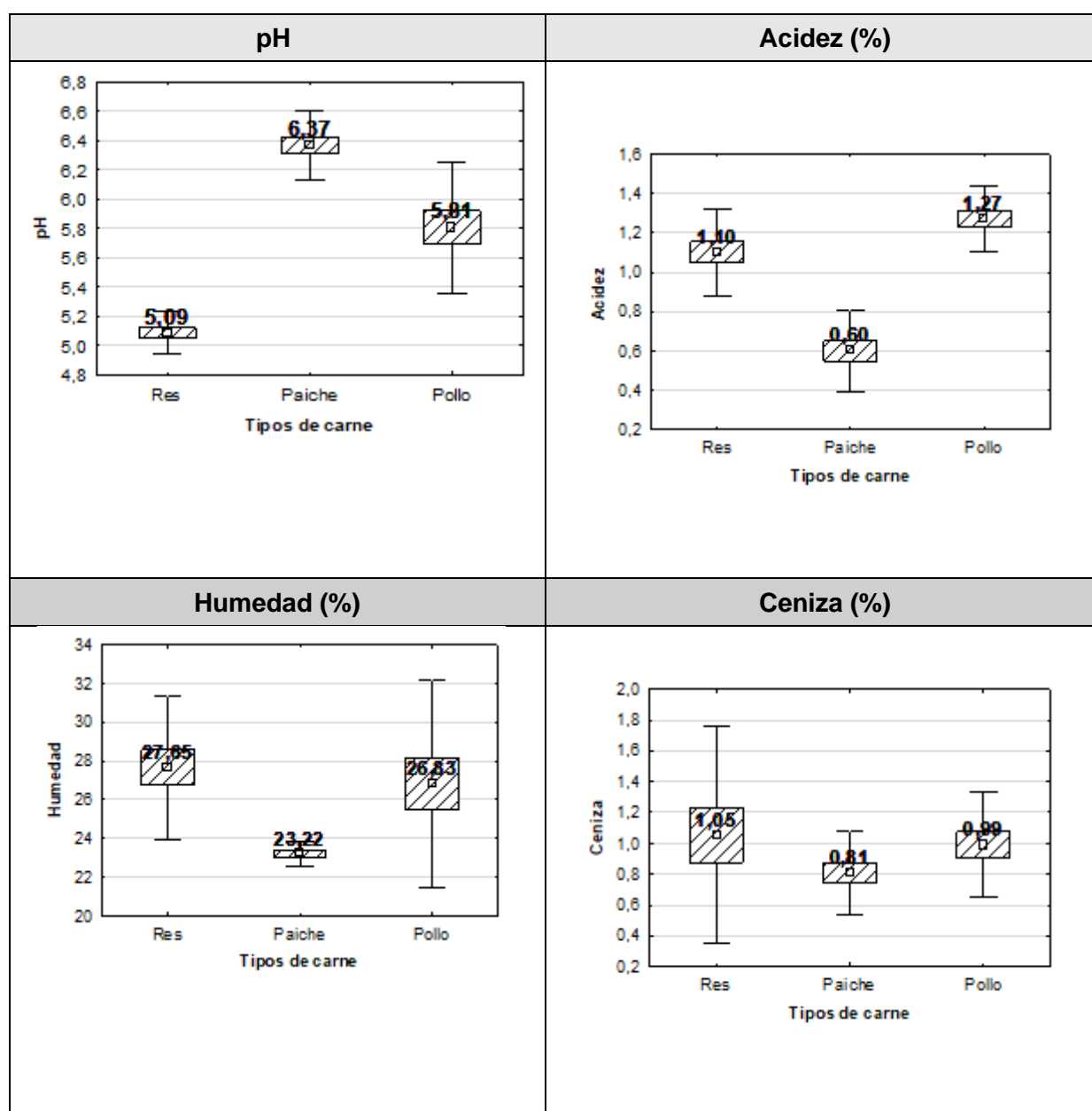
Tabla 25

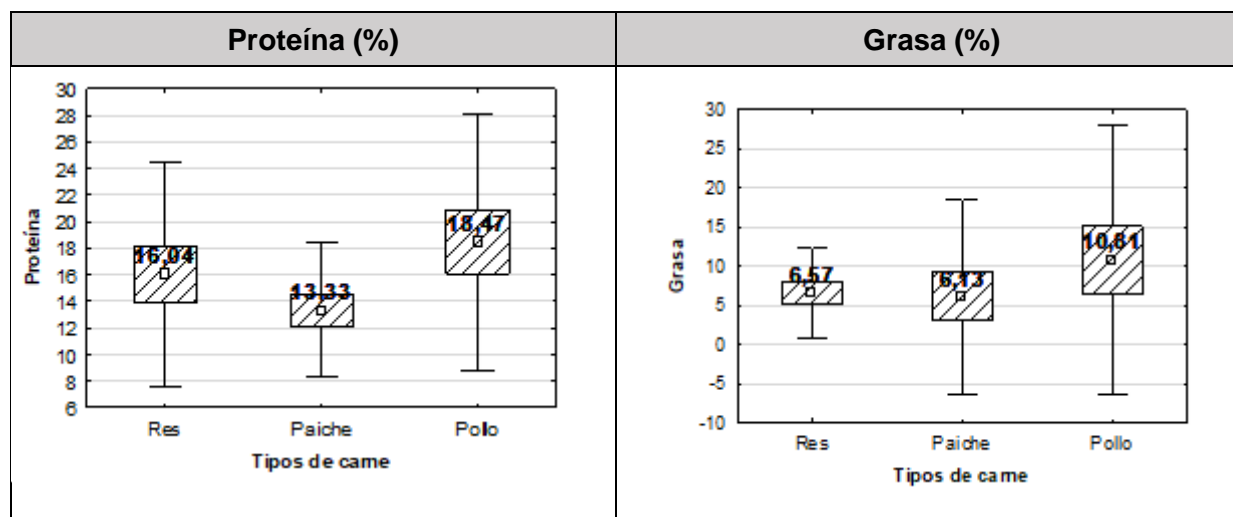
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor A: Tipo carne).

Tipos de carne	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
Res	5,09 ^A	1,10 ^B	27,65 ^B	1,05 ^B	16,04 ^B	6,57 ^B
Paiche	6,37 ^C	0,60 ^A	23,22 ^A	0,81 ^A	13,33 ^A	6,13 ^A
Pollo	5,81 ^B	1,27 ^C	26,83 ^B	0,99 ^B	18,47 ^C	10,81 ^C

Figura 3.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor A: Tipo carne).





La figura 3, presenta las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 4, para el factor A (Tipo de carne).

Para el pH, se determinó la formación de tres grupos independientes donde el grupo A correspondiente a res presentó una media de 5,09; el grupo B relacionado a pollo mostró un valor de 5,81, el grupo C perteneciente a paiche presento una media de 6,37.

En acidez se formaron tres grupos independientes donde el grupo A relacionado a paiche representó una media de 0,60%; el grupo B correspondiente a res presentó una media de 1,10% y el grupo C perteneciente a pollo presentó 1,27%.

En cambio, en la humedad se mostraron dos grupos, en donde el grupo A perteneciente a paiche obtuvo una media de 23,22%; en cambio el grupo B correspondiente a res y pollo obtuvieron una media de 27,65%; 26,83% respectivamente.

En la ceniza se formó dos grupos, lo cual el grupo A correspondiente a paiche representó una media de 0,81%; en cambio el grupo B que constó de res y pollo tuvieron una media de 1,05%, 0,99% respectivamente.

Para la proteína se mostraron tres grupos independientes en los cuales el grupo A relacionado al paiche representó una media de 13,33%; el grupo B perteneciente a res mostró una media de 16,04%; para lo cual el grupo C correspondiente al pollo representó una media de 18,47%.

En grasa se formaron tres grupos en el cual el grupo A relacionado al paiche mostró una media de 6,13%; el grupo B perteneciente a res mostró una media de 6,57% y el grupo C que representa al pollo nos indicó una media de 10,81%.

Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor B: Tipo de bacterias).

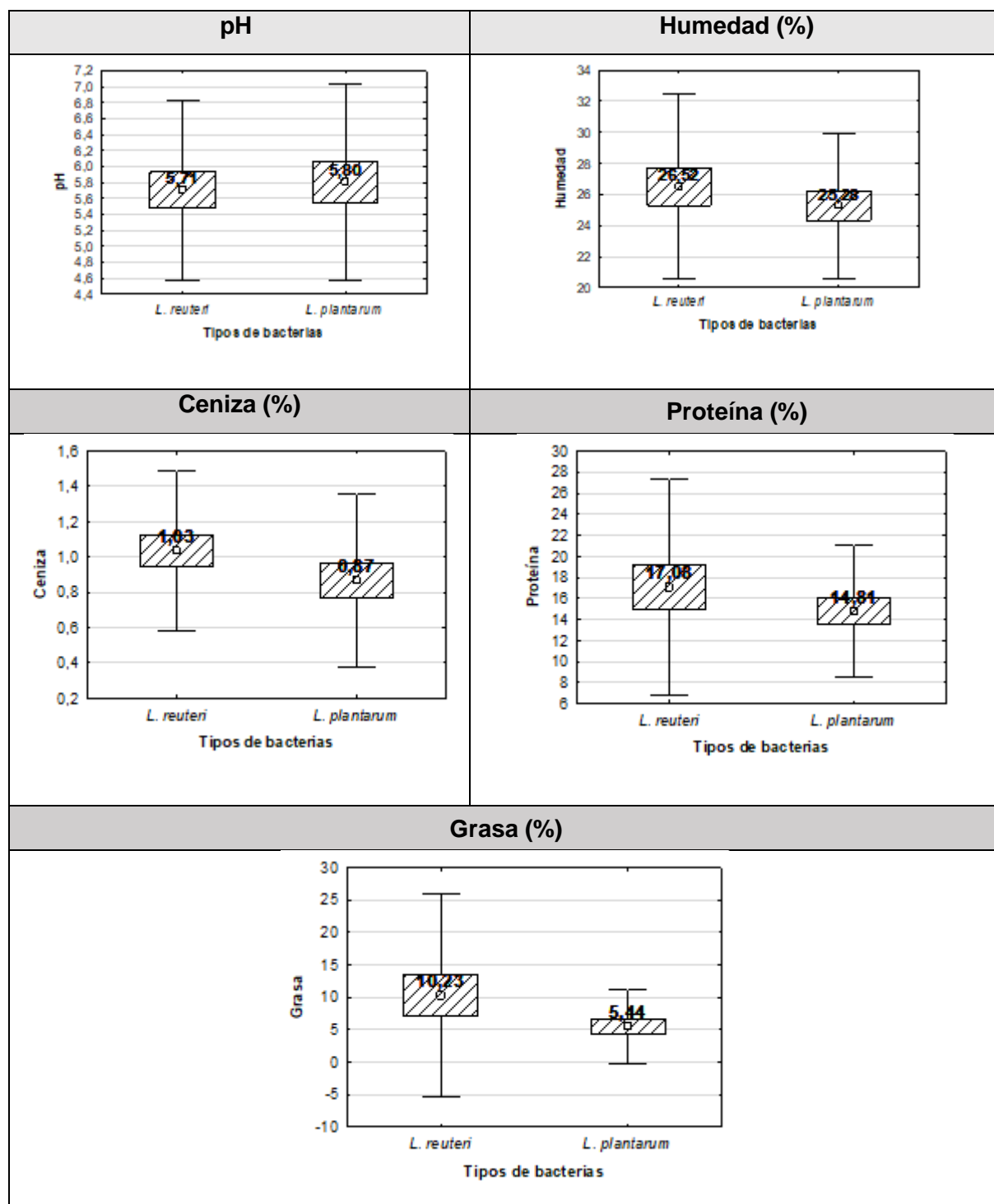
Tabla 26

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor B: Tipo de bacterias).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
<i>L. reuteri</i>	5,71 ^A	0,98 ^A	26,52 ^B	1,03 ^B	17,08 ^B	10,23 ^B
<i>L. plantarum</i>	5,80 ^B	1,00 ^A	25,28 ^A	0,87 ^A	14,81 ^A	5,44 ^A

Figura 4.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor B: Tipos de bacterias).



La figura 4 representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 4, para el factor B (Tipo de bacterias).

Para el pH, se determinó la formación de dos grupos independientes donde el grupo A correspondiente a la bacteria *L. reuteri* presentó una media de 5,71; en cambio en el grupo B relacionado a *L. plantarum* mostró un valor de 5,80.

En acidez se formaron dos grupos homogéneos, en donde el grupo A corresponde a *L. reuteri*, *L. plantarum* presentaron una media de 0,98% y 1,00% respectivamente.

En cambio, en la humedad se mostraron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la bacteria *L. plantarum* presentó una media de 25,28%; en cambio en el grupo B relacionado a *L. reuteri* mostró un valor de 25,28%.

En la ceniza se formó dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la bacteria *L. plantarum* presentó una media de 0,87%; en cambio en el grupo B relacionado a *L. reuteri* mostró un valor de 1,03%.

Para la proteína se mostraron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la bacteria *L. plantarum* presentó una media de 14,81%; en cambio en el grupo B perteneciente a *L. reuteri* mostró un valor de 17,08%.

En grasa se formaron dos grupos independientes, el grupo A perteneciente a la bacteria *L. plantarum* presentó una media de 5,44%; en cambio en el grupo B perteneciente a *L. reuteri* mostró un valor de 10,23%.

Resultados de las concentraciones (Factor C)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).

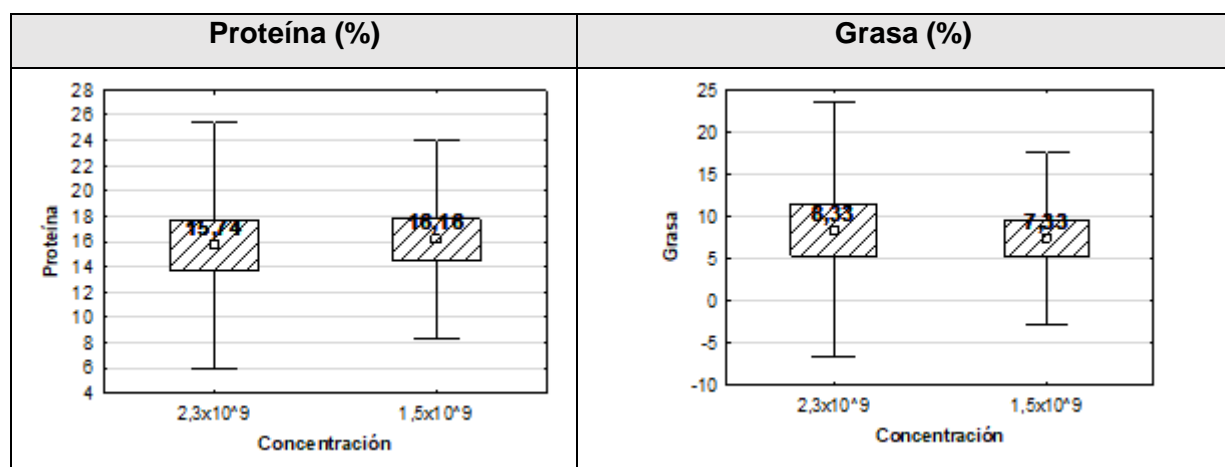
Tabla 27

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,77 ^A	1,01 ^A	26,33 ^A	0,95 ^A	15,74 ^A	8,34 ^B
1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,74 ^A	0,97 ^A	25,46 ^A	0,95 ^A	16,16 ^B	7,33 ^A

Figura 5.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).



La figura 5, representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 4, para el factor C (Concentraciones).

Para el pH, se determinó la formación de un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 5,77 y 5,74 respectivamente.

En acidez se formaron un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones a $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 1,01% y 0,97% respectivamente.

En cambio, en la humedad se mostraron la formación de un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 26,33% y 25,46% respectivamente.

En la ceniza se formó de un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 0,95% y 0,95% respectivamente.

Para la proteína se mostraron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL presentó una media de 15,74%; en cambio en el grupo B perteneciente a la concentración $1,5 \times 10^9$ UFC/mL mostró un valor de 16,16%.

En grasa se formaron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la concentración $1,5 \times 10^9$ UFC/mL presentó una media de 7,33%; en cambio en el grupo B perteneciente a la concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL mostro un valor de 8,34%.

Resultados de la interacción (A*B*C)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).

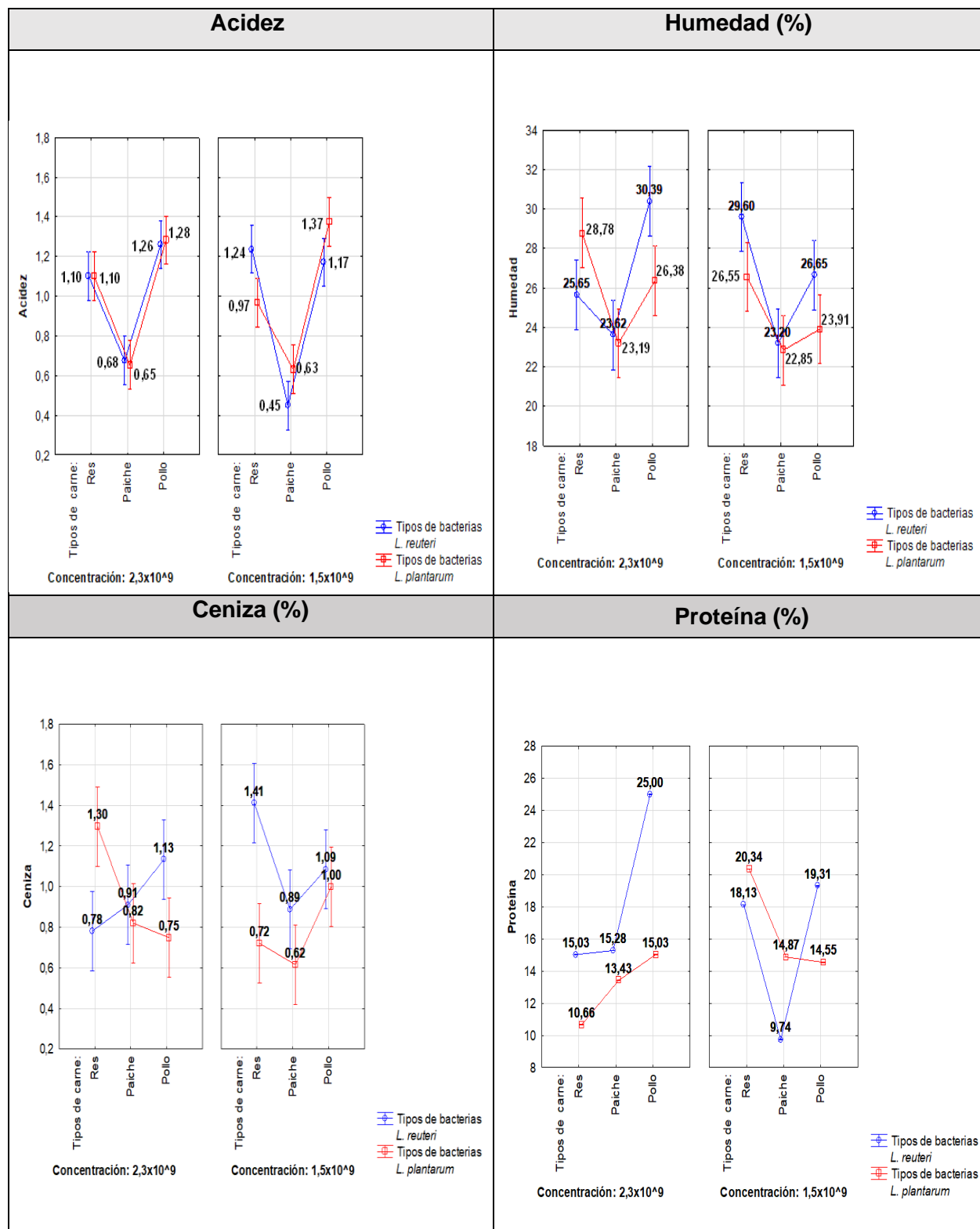
Tabla 28

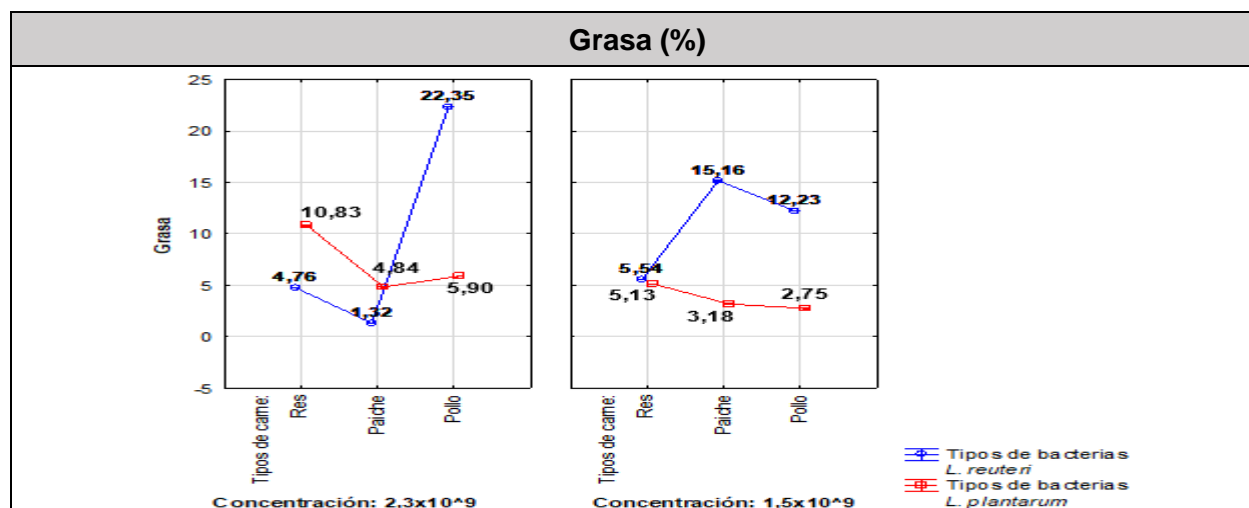
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 (Factor C: Concentraciones).

Tipos de Tipo de		Concentración	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
carne	bacteria							
Res	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,17 ^A	1,10 ^{CD}	25,65 ^{AB}	0,78 ^{AB}	15,03 ^F	4,76 ^D
Res	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,08 ^A	1,24 ^{CD}	29,60 ^{BC}	1,41 ^D	18,13 ^H	5,54 ^G
Res	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,00 ^A	1,10 ^{CD}	28,78 ^{BC}	1,30 ^{CD}	10,66 ^B	10,83 ^I
Res	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,11 ^A	0,97 ^{BC}	26,55 ^{ABC}	0,72 ^{AB}	20,34 ^J	5,13 ^F
Paiche	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	6,46 ^F	0,68 ^{AB}	23,62 ^A	0,91 ^{ABC}	15,28 ^G	1,32 ^A
Paiche	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,29 ^{EF}	0,45 ^A	23,20 ^A	0,89 ^{ABC}	9,75 ^A	15,16 ^K
Paiche	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	6,48 ^F	0,65 ^A	23,19 ^A	0,82 ^{ABC}	13,43 ^C	4,84 ^E
Paiche	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,25 ^{EF}	0,63 ^A	22,85 ^A	0,62 ^A	14,87 ^E	3,18 ^C
Pollo	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,59 ^B	1,26 ^{CD}	30,39 ^C	1,13 ^{BCD}	25,00 ^K	22,35 ^L
Pollo	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,65 ^{BC}	1,17 ^{CD}	26,65 ^{ABC}	1,09 ^{ABCD}	19,31 ^I	12,23 ^J
Pollo	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,94 ^{CD}	1,28 ^D	26,38 ^{ABC}	0,75 ^{AB}	15,03 ^F	5,90 ^H
Pollo	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,06 ^D	1,37 ^D	23,91 ^A	1,00 ^{ABCD}	14,55 ^D	2,75 ^B

Figura 6.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 4 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).





La figura 6 presenta las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 4, para la Interacción (A*B*C).

En el caso de la acidez, el grupo A conformado por las interacciones Paiche + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (0,45%), Paiche + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (0,65%), indicaron valores significativamente menores en comparación al resto, por otra parte, el grupo D representado por las interacciones Pollo + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (1,28%), Pollo + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (1,37%), indicaron mayores valores.

En la humedad, el grupo A conformado por las interacciones Paiche + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (22,85%), Paiche + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (23,19%), indicaron valores significativamente menores en comparación al resto, por otra parte, el grupo C conformado por las interacciones Pollo + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (30,39%), Res + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (29,60%), indicando mayores valores.

En la ceniza, el grupo A conformado por las interacciones Paiche + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (0,62%), Pollo + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (0,75%), indicaron valores significativamente menores en comparación al resto, por otro lado, el grupo D

Res + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (1,41%), Pollo + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (1,30%), los cuales nos indicaron valores significativos mayores.

En cambio, la proteína, se conformó por el grupo B y D por las interacciones Res + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (10,66%), Pollo + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (14,55) indicando valores significativamente menores en comparación del resto, por otra parte, el grupo K y J por las interacciones Pollo + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (25,00%), Res + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (20,34%) respectivamente, indicando valores mayores significativos.

Por último la grasa, se conformó por el grupo B y E por las interacciones Pollo + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (2,75%), Paiche + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (4,84%) indicando valores menores significativos en comparación al resto, por otro lado, el grupo K y L por las interacciones Paiche + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (15,16%), Pollo + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (22,35%) respectivamente, indicando valores significativos mayores.

Análisis de varianza para la variable pH al día 8

Tabla 29

Análisis de varianza para la variable pH al día 8

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	14,7067	2	7,35334	316513,52	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,0004	1	0,0004	17,22	0,0004
C: Concentración	0,04	1	0,04	1721,74	0,0000
D: Réplicas	0,000155556	2	0,0000777778	3,35	0,0538
AB	0,1118	2	0,0559	2406,13	0,0000
AC	0,0962	2	0,0481	2070,39	0,0000

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
BC	0,0821778	1	0,0821778	3537,22	0,0000
ABC	0,0757556	2	0,0378778	1630,39	0,0000
Error Experimental	0,000511111	22	0,0000232323		
TOTAL	15,1137	35			

En la tabla 29 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipo de bacterias (Factor B), Concentración (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Réplicas (Factor D).

Análisis de varianza para la variable acidez al día 8

Tabla 30

Análisis de varianza para la variable acidez al día 8

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	0,0753401	2	0,0376701	361,11	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,000612563	1	0,000612563	5,87	0,0241
C: Concentración	0,000126563	1	0,000126563	1,21	0,2826
D: Réplicas	0,0000135	2	0,00000675	0,06	0,9375
AB	0,000982125	2	0,000491063	4,71	0,0199
AC	0,00292613	2	0,00146306	14,02	0,0001
BC	0,0000050625	1	0,0000050625	0,05	0,8277
ABC	0,00134663	2	0,000673313	6,45	0,0062
Error Experimental	0,002295	22	0,000104318		
TOTAL	0,0836477	35			

En la tabla 30 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipo B (Factor B) y en las interacciones A*B, A*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia

diferencia significativa en Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones B*C.

Análisis de varianza para la variable humedad al día 8

Tabla 31

Análisis de varianza para la variable humedad al día 8

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	94,6279	2	47,314	43,57	0,0000
B: Tipos de bacterias	8,03439	1	8,03439	7,40	0,0125
C: Concentración	0,929296	1	0,929296	0,86	0,3650
D: Réplicas	6,95742	2	3,47871	3,20	0,0601
AB	5,62842	2	2,81421	2,59	0,0976
AC	0,755901	2	0,377951	0,35	0,7099
BC	0,32547	1	0,32547	0,30	0,5896
ABC	4,82803	2	2,41402	2,22	0,1321
Error Experimental	23,8919	22	1,08599		
TOTAL	145,979	35			

En la tabla 31, se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B) y en las interacciones A*B, A*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones B*C.

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 8

Tabla 32

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 8

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	0,866049	2	0,433024	26,74	0,0000

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
B: Tipos de bacterias	0,0219534	1	0,0219534	1,36	0,2568
C: Concentración	0,0607623	1	0,0607623	3,75	0,0657
D: Réplicas	0,0506921	2	0,025346	1,57	0,2314
AB	0,248626	2	0,124313	7,68	0,0030
AC	0,208916	2	0,104458	6,45	0,0062
BC	0,210222	1	0,210222	12,98	0,0016
ABC	0,263901	2	0,131951	8,15	0,0022
Error Experimental	0,356251	22	0,0161932		
TOTAL	2,28737	35			

En la tabla 32 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en los tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D).

Resultados del Tipo de Carne (Factor A)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipo carne).

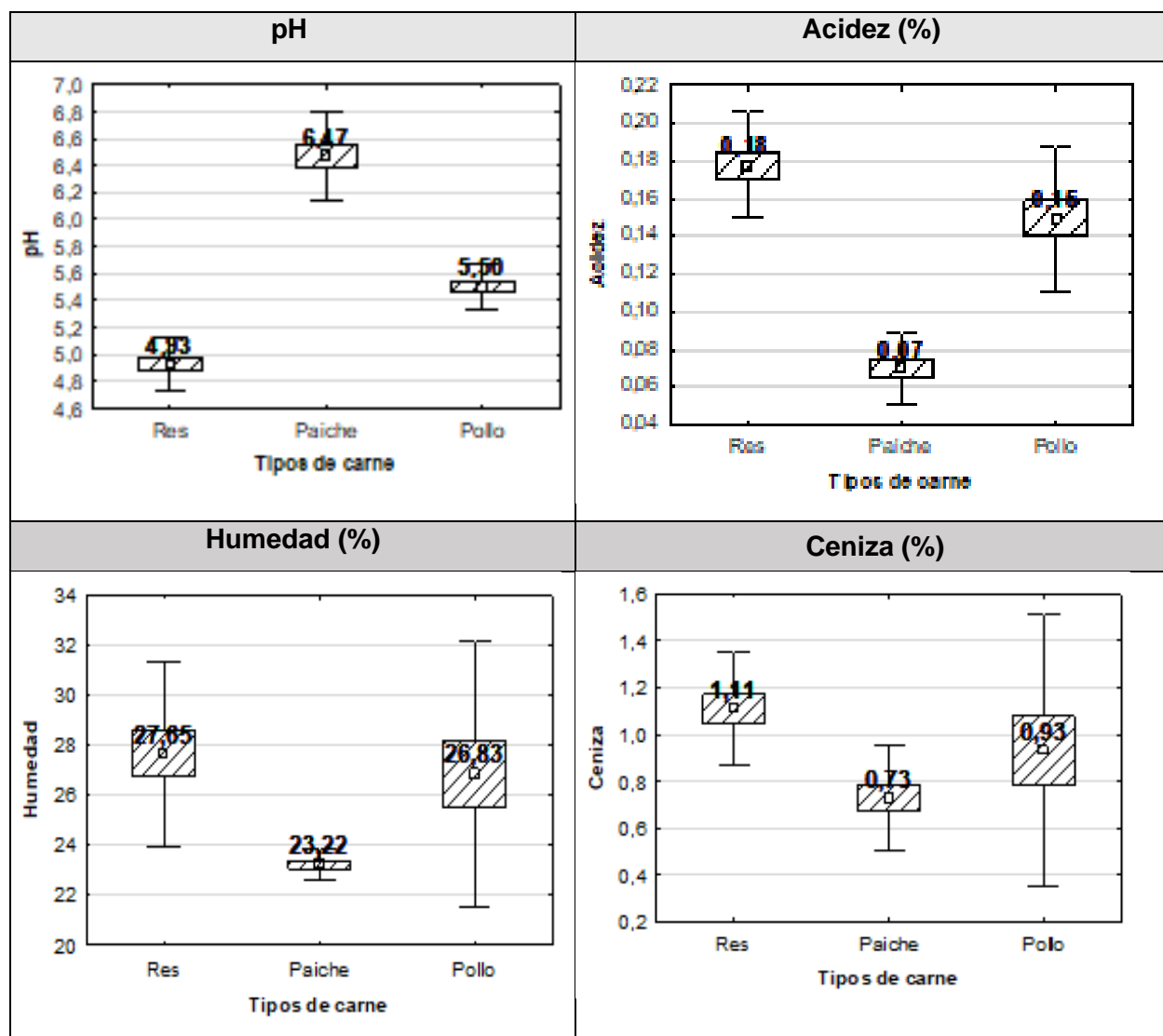
Tabla 33

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipo carne).

Tipos de carne	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
Res	4,93 ^A	0,18 ^C	27,65 ^B	1,11 ^C
Paiche	6,47 ^C	0,07 ^A	23,22 ^A	0,73 ^A
Pollo	5,50 ^B	0,15 ^B	26,83 ^B	0,93 ^B

Figura 7.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipo carne).



La figura 7, presenta las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad y ceniza en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 8, para el factor A (Tipo de carne).

Para el pH, se determinó la formación de tres grupos independientes donde el grupo A correspondiente a res presentó una media de 4,93; el grupo B relacionado a

pollo mostro un valor de 5,50, el grupo C perteneciente a paiche presentó una media de 6,47.

En acidez se formaron tres grupos independientes donde el grupo A relacionado a paiche representó una media de 0,07%; el grupo B correspondiente a pollo presentó una media de 0,15% y el grupo C perteneciente a res presentó 0,18%.

Por otro lado, la humedad se mostraron dos grupos, en donde el grupo A perteneciente a paiche obtuvo una media de 23,22%; en cambio el grupo B correspondiente a res y pollo obtuvieron una media de 27,65%; 26,83% respectivamente.

En la ceniza se formó tres grupos independientes, lo cual el grupo A correspondiente a paiche representó una media de 0,73%; en cambio el grupo B que constó de pollo tuvo una media de 0,93% y el grupo C perteneciente a res obtuvo una media de 1,11%.

Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor B: Tipo de bacterias).

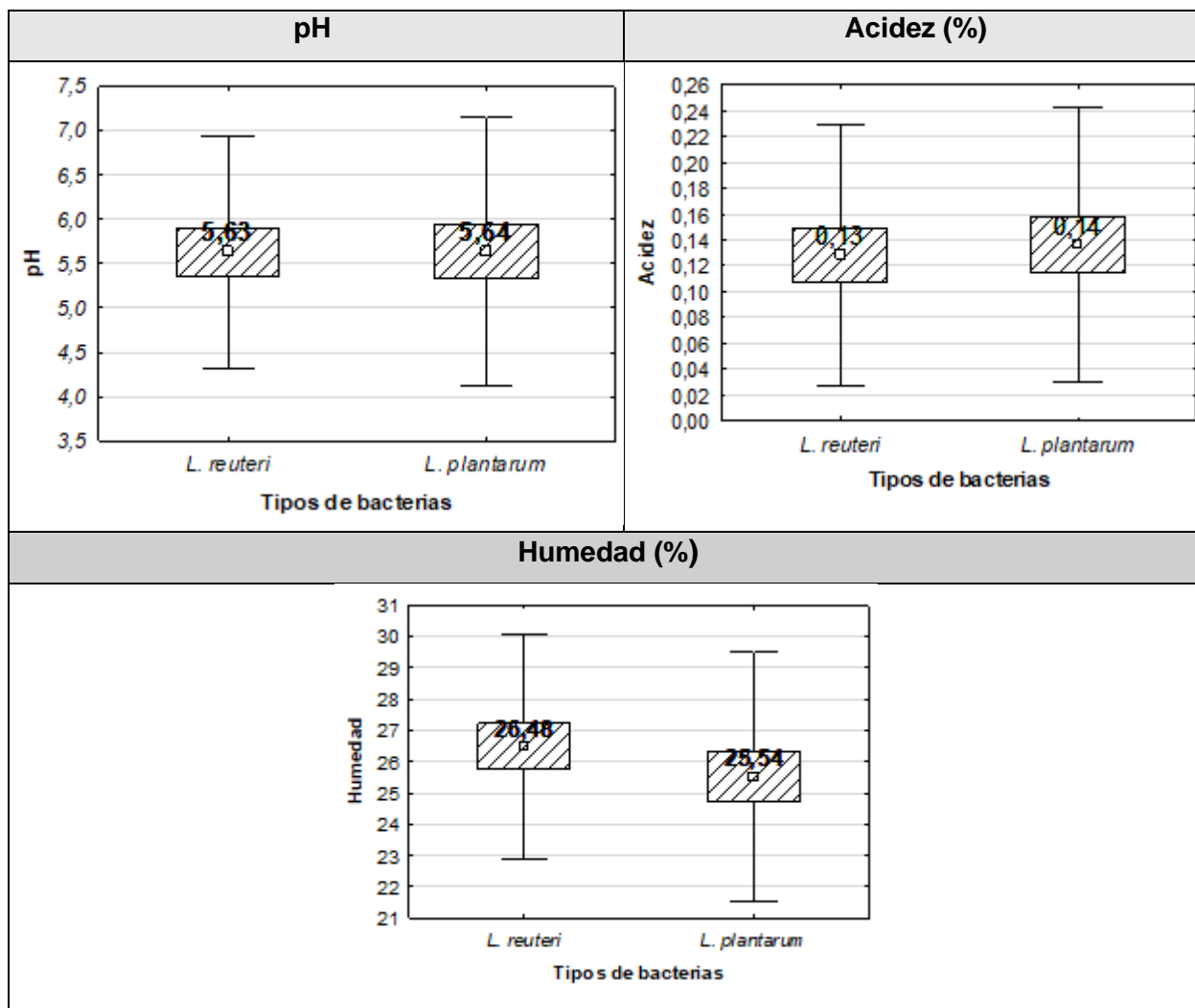
Tabla 34

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor B: Tipo de bacterias).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
<i>L. reuteri</i>	5,63 ^A	0,13 ^A	26,48 ^B	0,95 ^A
<i>L. plantarum</i>	5,64 ^B	0,14 ^B	25,54 ^A	0,90 ^A

Figura 8.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor A: Tipos de bacterias).



La figura 8, representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 8, para el factor B (Tipo de bacterias).

Para el pH, se determinó la formación de dos grupos independientes donde el grupo A correspondiente a la bacteria *L. reuteri* presentó una media de 5,63%; en cambio en el grupo B relacionado a *L. plantarum* mostró un valor de 5,64%.

En acidez se formaron dos grupos independientes, en donde el grupo A corresponde a la bacteria *L. reuteri* presentaron una media de 0,13%; por otro lado, el grupo B correspondiente a la bacteria *L. plantarum* mostró un valor de 0,14%.

En cambio, en la humedad se mostraron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la bacteria *L. plantarum* presentó una media de 25,54%; en cambio en el grupo B relacionado a *L. reuteri* mostró un valor de 26,48%.

Por último, en la ceniza se formó un grupo homogéneo, correspondiente al grupo A en el cual las bacterias *L. plantarum* y *L. reuteri* mostraron unos valores de media de 0,90% y 0,95% respectivamente.

Resultados de las concentraciones (Factor C)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor C: Concentraciones).

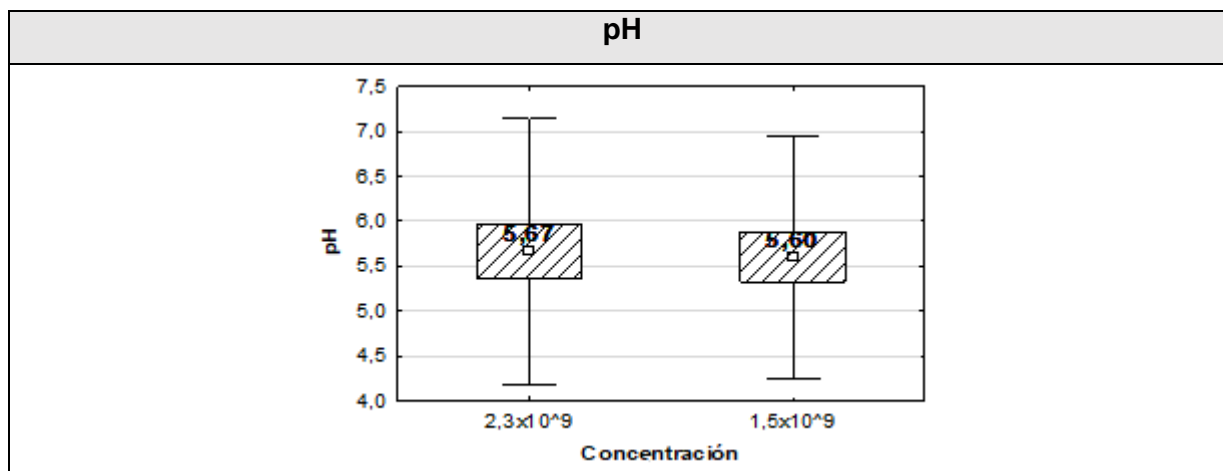
Tabla 35

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor C: Concentraciones).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,67 ^B	0,13 ^A	26,17 ^A	0,96 ^A
1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,60 ^A	0,13 ^A	25,85 ^A	0,88 ^A

Figura 9.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 (Factor C: Concentraciones).



La figura 9, representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad y ceniza en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 8, para el factor C (Concentraciones).

Para el pH, se determinó la formación de dos grupos independientes, donde el grupo A corresponde a la concentración $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 5,60; mientras que el grupo B correspondió a la concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL con una media 5,67.

En acidez se formaron un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones a $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 0,13% y 0,13% respectivamente.

En cambio, en la humedad se mostraron la formación de un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 26,17% y 25,85% respectivamente.

En la ceniza se formó de un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 0,96% y 0,88% respectivamente.

Resultados de la interacción (A*B*C)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).

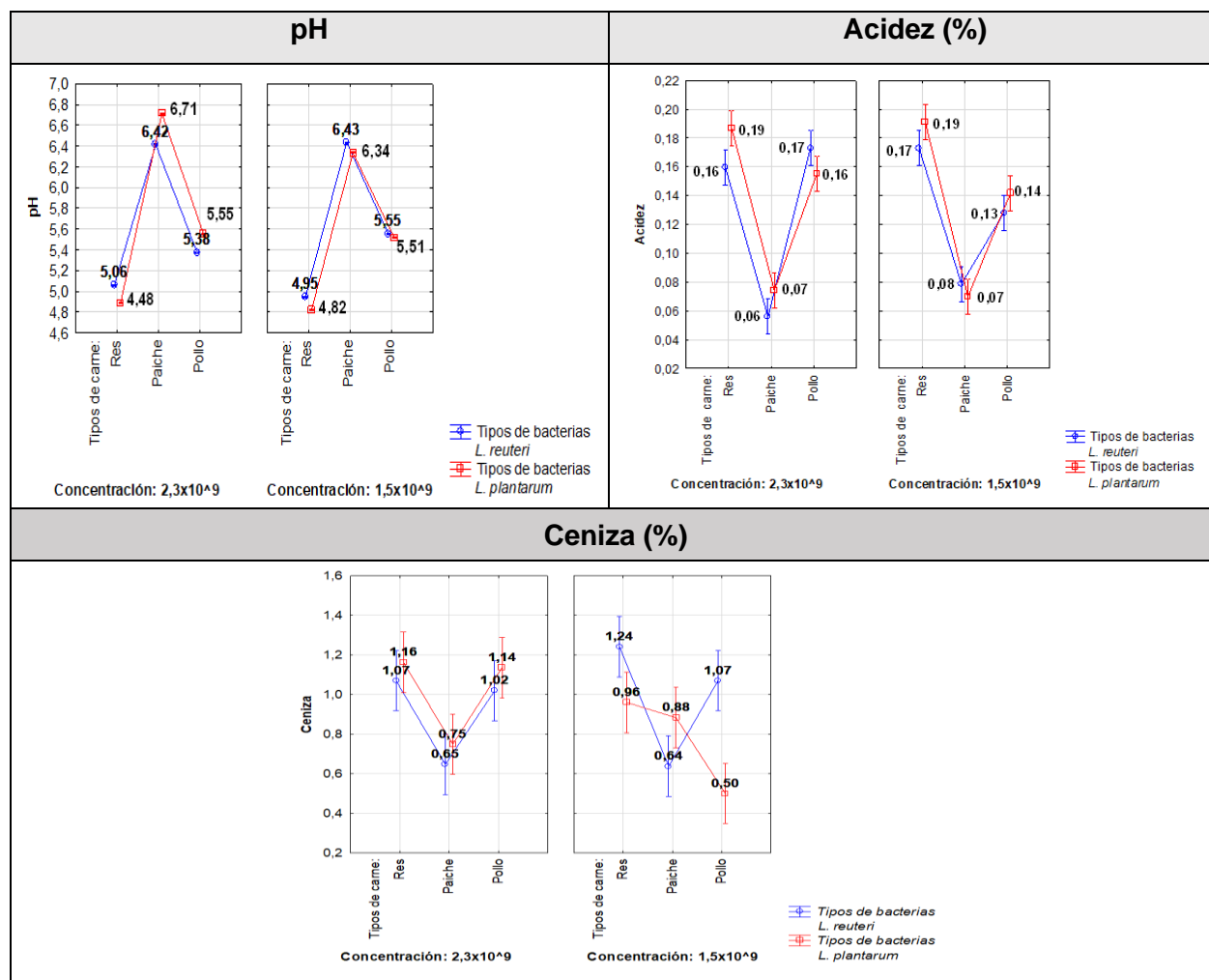
Tabla 36

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 para la interacción tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).

Tipos de carne	Tipo de bacteria	Concentración	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
Res	<i>L. reuteri</i>	$2,3 \times 10^9$ UFC/mL	5,06 ^D	0,16 ^{CDE}	27,95 ^{CD}	1,07 ^{DE}
Res	<i>L. reuteri</i>	$1,5 \times 10^9$ UFC/mL	4,95 ^C	0,17 ^{DEF}	28,65 ^D	1,24 ^E
Res	<i>L. plantarum</i>	$2,3 \times 10^9$ UFC/mL	4,48 ^B	0,19 ^{EF}	27,12 ^{CD}	1,16 ^E
Res	<i>L. plantarum</i>	$1,5 \times 10^9$ UFC/mL	4,82 ^A	0,19 ^F	26,45 ^{BCD}	0,96 ^{BCDE}
Paiche	<i>L. reuteri</i>	$2,3 \times 10^9$ UFC/mL	6,42 ^I	0,06 ^A	25,28 ^{ABC}	0,65 ^{ABC}
Paiche	<i>L. reuteri</i>	$1,5 \times 10^9$ UFC/mL	6,43 ^J	0,08 ^A	23,75 ^{AB}	0,64 ^{AB}
Paiche	<i>L. plantarum</i>	$2,3 \times 10^9$ UFC/mL	6,71 ^K	0,07 ^A	22,94 ^A	0,75 ^{ABCD}
Paiche	<i>L. plantarum</i>	$1,5 \times 10^9$ UFC/mL	6,34 ^H	0,07 ^A	23,10 ^A	0,88 ^{BCDE}
Pollo	<i>L. reuteri</i>	$2,3 \times 10^9$ UFC/mL	5,38 ^E	0,17 ^{DEF}	26,41 ^{BCD}	1,02 ^{CDE}
Pollo	<i>L. reuteri</i>	$1,5 \times 10^9$ UFC/mL	5,55 ^G	0,13 ^B	26,85 ^{CD}	1,07 ^{DE}
Pollo	<i>L. plantarum</i>	$2,3 \times 10^9$ UFC/mL	5,55 ^G	0,16 ^{BCD}	27,32 ^{CD}	1,14 ^E
Pollo	<i>L. plantarum</i>	$1,5 \times 10^9$ UFC/mL	5,51 ^F	0,14 ^{BC}	26,30 ^{BCD}	0,50 ^A

Figura 10.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 8 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).



La figura 10 presenta las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad y ceniza en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 8, para la Interacción ($A*B*C$).

En el caso del pH, el grupo A y B conformado por las interacciones Res + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (4,82), Res + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (4,48) respectivamente, indicaron valores significativamente menores en comparación al resto, por otra parte, el grupo J y K representado por las interacciones Paiche + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (6,43) Paiche + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (6,71), indicaron mayores valores.

En la acidez, el grupo A conformado por las interacciones Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (0,06%), Paiche + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (0,07%), indicaron valores significativamente menores en comparación al resto, por otra parte, el grupo F conformado por las interacciones Res + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (0,19%), Res + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (0,19%), indicando mayores valores.

En la ceniza, el grupo A conformado por las interacciones Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (0,65%), Pollo + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (0,50%), indicaron valores significativamente menores en comparación al resto, por otro lado, el grupo E conformado por las interacciones Res + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (1,24%), Res + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (1,16%), los cuales nos indicaron valores significativos mayores.

Análisis de varianza para la variable pH al día 12

Tabla 37

Análisis de varianza para la variable pH al día 12

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	15,155	2	7,57748	233971,35	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,142506	1	0,142506	4400,19	0,0000
C: Concentración	0,247506	1	0,247506	7642,30	0,0000
D: Réplicas	0,0000375	2	0,00001875	0,58	0,5688
AB	0,0822125	2	0,0411063	1269,25	0,0000
AC	0,736663	2	0,368331	11373,04	0,0000
BC	0,0540563	1	0,0540563	1669,11	0,0000
ABC	0,318413	2	0,159206	4915,84	0,0000
Error Experimental	0,0007125	22	0,0000323864		
TOTAL	16,7371	35			

En la tabla 37 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipo de bacterias (Factor B), Concentración (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Réplicas (Factor D).

Análisis de varianza para la variable acidez al día 12

Tabla 38

Análisis de varianza para la variable acidez al día 12

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	0,0467876	2	0,0233938	117,66	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,00164025	1	0,00164025	8,25	0,0089
C: Concentración	0,0000050625	1	0,0000050625	0,03	0,8747
D: Réplicas	0,000486	2	0,000243	1,22	0,3138
AB	0,0008505	2	0,00042525	2,14	0,1416
AC	0,00730013	2	0,00365006	18,36	0,0000
BC	0,0000050625	1	0,0000050625	0,03	0,8747
ABC	0,00104288	2	0,000521438	2,62	0,0952
Error Experimental	0,004374	22	0,000198818		
TOTAL	0,0624915	35			

En la tabla 38 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipo B (Factor B) y en las interacciones A*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones B*C, A*B.

Análisis de varianza para la variable humedad al día 12

Tabla 39

Análisis de varianza para la variable humedad al día 12

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	193,828	2	96,9142	53,38	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,258827	1	0,258827	0,14	0,7094
C: Concentración	2,16017	1	2,16017	1,19	0,2872
D: Réplicas	1,14276	2	0,571379	0,31	0,7332
AB	3,1346	2	1,5673	0,86	0,4356
AC	10,7205	2	5,36025	2,95	0,0731
BC	4,93617	1	4,93617	2,72	0,1134
ABC	5,52957	2	2,76478	1,52	0,2402
Error Experimental	39,9407	22	1,81549		
TOTAL	261,652	35			

En la tabla 39, se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A).

Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C.

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 12

Tabla 40

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 12

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	0,660143	2	0,330072	15,95	0,0001
B: Tipos de bacterias	0,146817	1	0,146817	7,09	0,0142
C: Concentración	0,00669669	1	0,00669669	0,32	0,5752
D: Réplicas	0,0282221	2	0,014111	0,68	0,5161
AB	0,0351287	2	0,0175644	0,85	0,4415
AC	0,216417	2	0,108209	5,23	0,0139

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
BC	0,0738934	1	0,0738934	3,57	0,0721
ABC	0,20938	2	0,10469	5,06	0,0156
Error Experimental	0,455304	22	0,0206956		
TOTAL	1,832	35			

En la tabla 40 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B) y en las interacciones A*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones A*B, B*C.

Resultados del Tipo de Carne (Factor A)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipo carne).

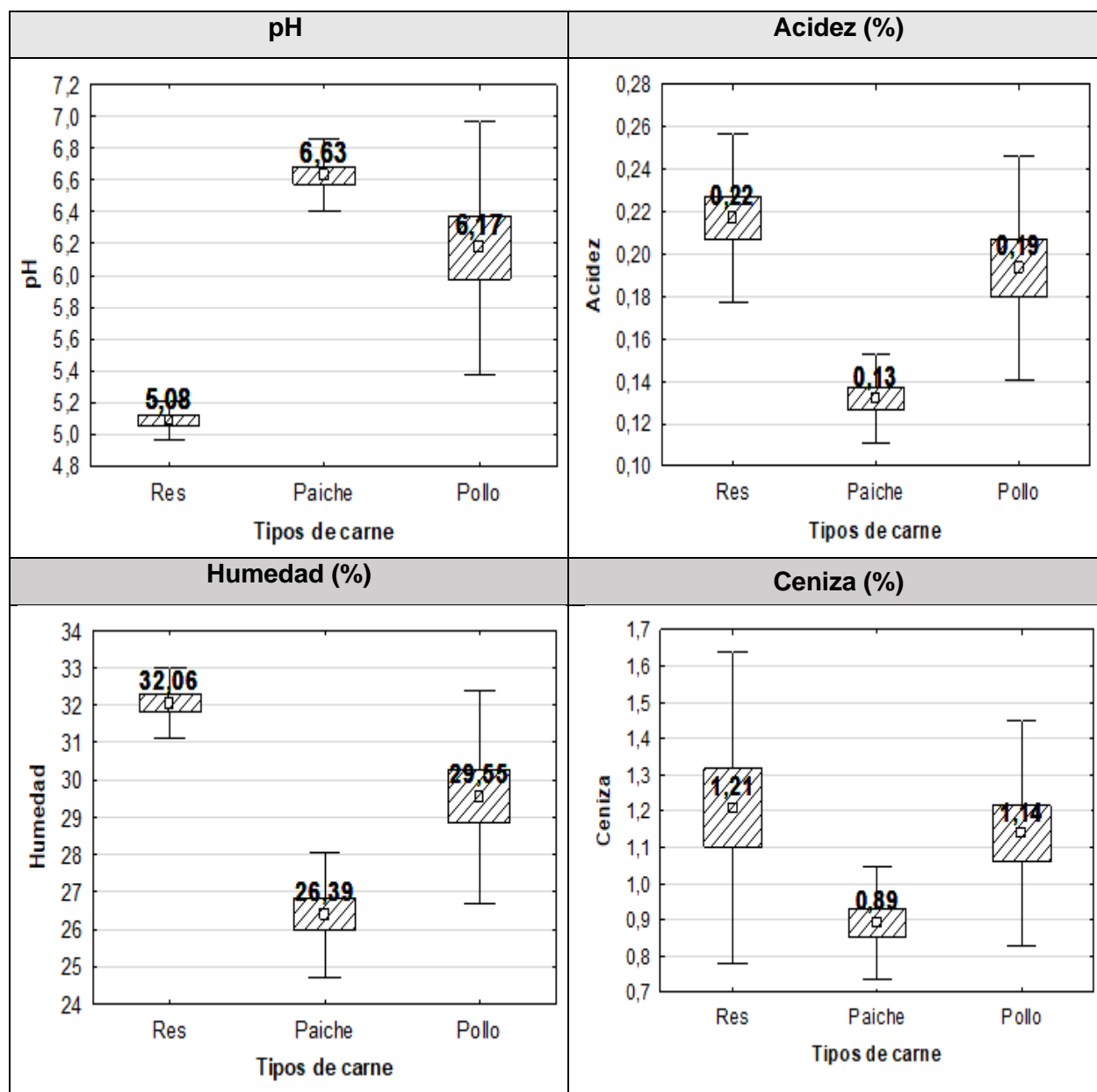
Tabla 41

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipo carne).

Tipos de carne	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
Res	5,08 ^A	0,22 ^C	32,06 ^C	1,21 ^B
Paiche	6,63 ^C	0,13 ^A	26,39 ^A	0,89 ^A
Pollo	6,17 ^B	0,19 ^B	29,55 ^B	1,14 ^B

Figura 11.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipo carne).



La figura 11, las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad y ceniza en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 12, para el factor A (Tipo de carne).

Para el pH, se determinó la formación de tres grupos independientes donde el grupo A correspondiente a res presentó una media de 5,08; el grupo B relacionado a pollo mostró un valor de 6,18, el grupo C perteneciente a paiche presentó una media de 6,63.

En acidez se formaron tres grupos independientes donde el grupo A relacionado a paiche representó una media de 0,13%; el grupo B correspondiente a pollo presentó una media de 0,19% y el grupo C perteneciente a res presentó 0,22%.

Por otro lado, la humedad se mostraron tres grupos, en donde el grupo A perteneciente a paiche obtuvo una media de 26,39%; en cambio el grupo B correspondiente a pollo obtuvieron una media de 29,55%; en cambio el grupo C perteneciente a la res obtuvo una media de 32,06%.

En la ceniza se formó dos grupos, lo cual el grupo A correspondiente a paiche representó una media de 0,89%; en cambio el grupo B que constó de pollo y res que obtuvieron una media de 1,14% y 1,21% respectivamente.

Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor B: Tipo de bacterias).

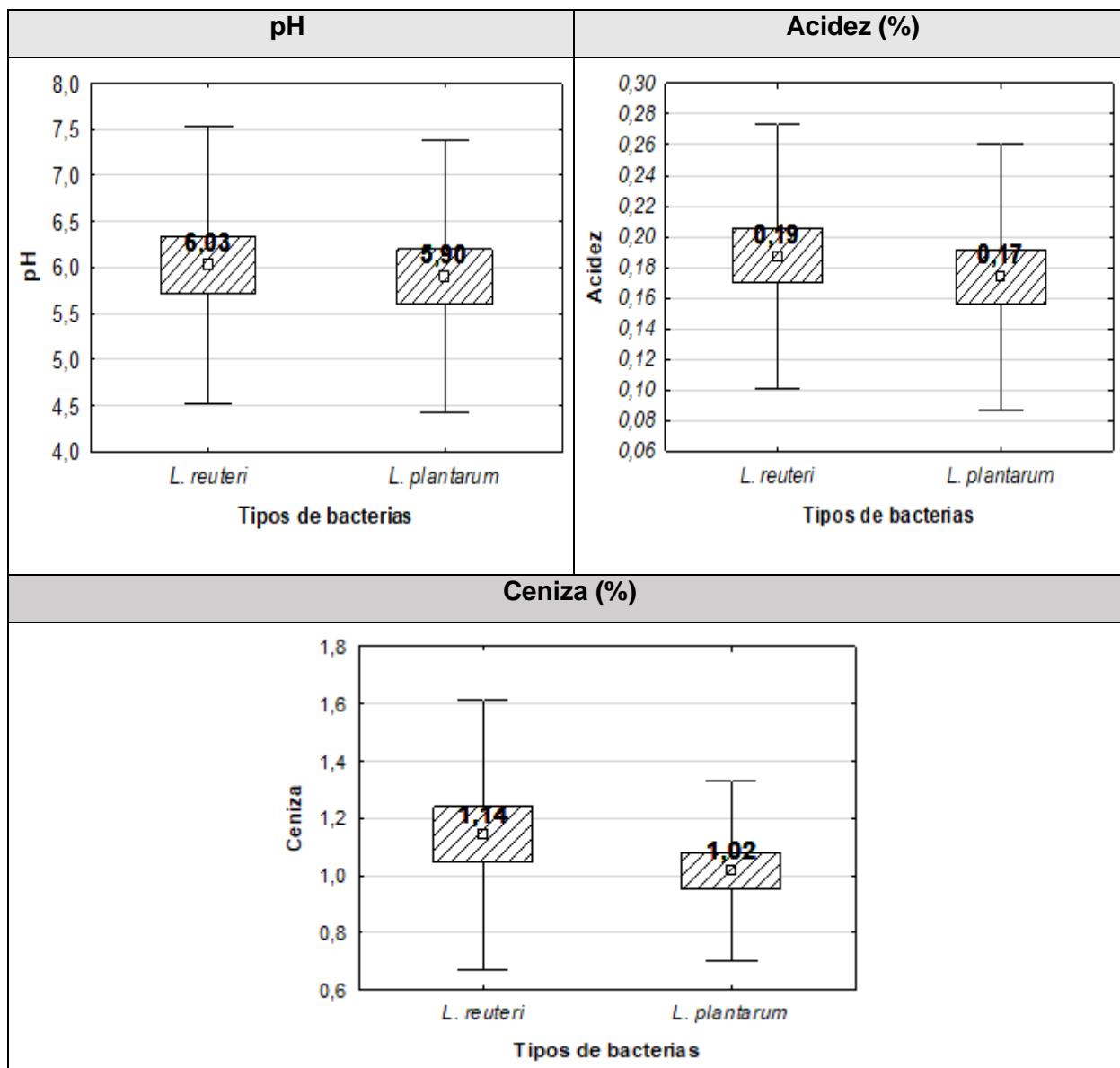
Tabla 42

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor B: Tipo de bacterias).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
<i>L. reuteri</i>	6,03 ^B	0,19 ^B	29,25 ^A	1,14 ^B
<i>L. plantarum</i>	5,90 ^A	0,17 ^A	29,42 ^A	1,02 ^A

Figura 12.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor A: Tipos de bacterias).



La figura 8, representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 12, para el factor B (Tipo de bacterias).

Para el pH, se determinó la formación de dos grupos independientes donde el grupo A correspondiente a la bacteria *L. plantarum* presentó una media de 5,90; en cambio en el grupo B relacionado a *L. reuteri* mostró un valor de 6,03.

En acidez se formaron dos grupos independientes, en donde el grupo A corresponde a la bacteria *L. plantarum* presentaron una media de 0,17%; por otro lado, el grupo B correspondiente a la bacteria *L. reuteri* mostró un valor de 0,19%.

En cambio, en la humedad se mostró un grupo homogéneo, constando por el grupo A correspondientes a la bacteria *L. reuteri*, *L. plantarum* que mostraron una media de 29,25% y 29,42% respectivamente.

Por último, en la ceniza se formó dos grupos independientes, en donde el grupo A corresponde a la bacteria *L. plantarum* presentaron una media de 1,02%; por otro lado, el grupo B correspondiente a la bacteria *L. reuteri* mostró un valor de 1,14%.

Resultados de las concentraciones (Factor C)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor C: Concentraciones).

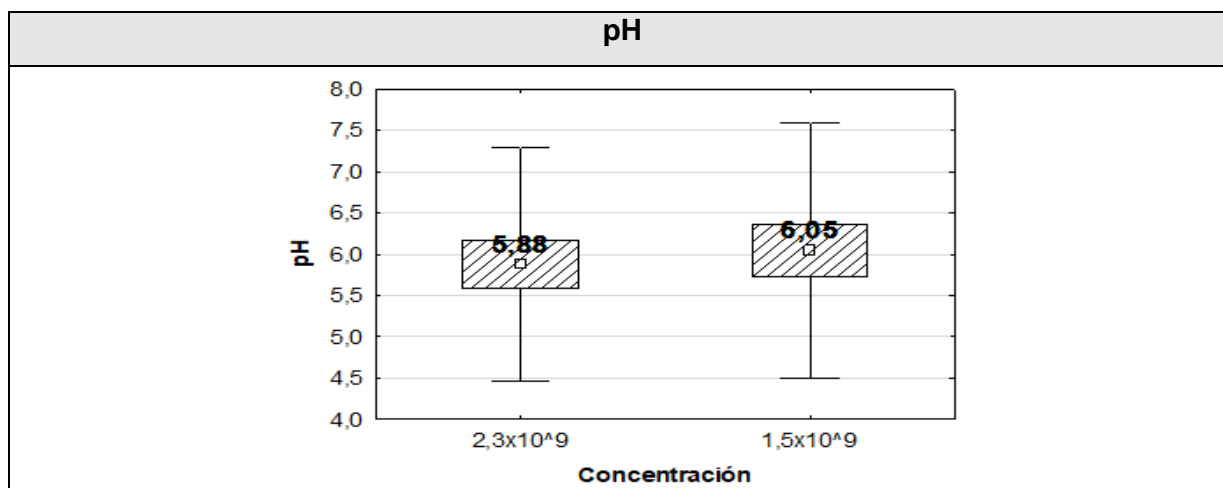
Tabla 43

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor C: Concentraciones).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,88 ^A	0,18 ^A	29,58 ^A	1,09 ^A
1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,05 ^B	0,18 ^A	29,09 ^A	1,07 ^A

Figura 13.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 (Factor C: Concentraciones).



La figura 13 representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad y ceniza en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 12, para el factor C (Concentraciones).

Para el pH, se determinó la formación de dos grupos independientes, donde el grupo A corresponde a la concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 5,88; mientras que el grupo B correspondió a la concentración $1,5 \times 10^9$ UFC/mL con una media 6,05.

En acidez se formaron un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones a $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 0,18% y 0,18% respectivamente.

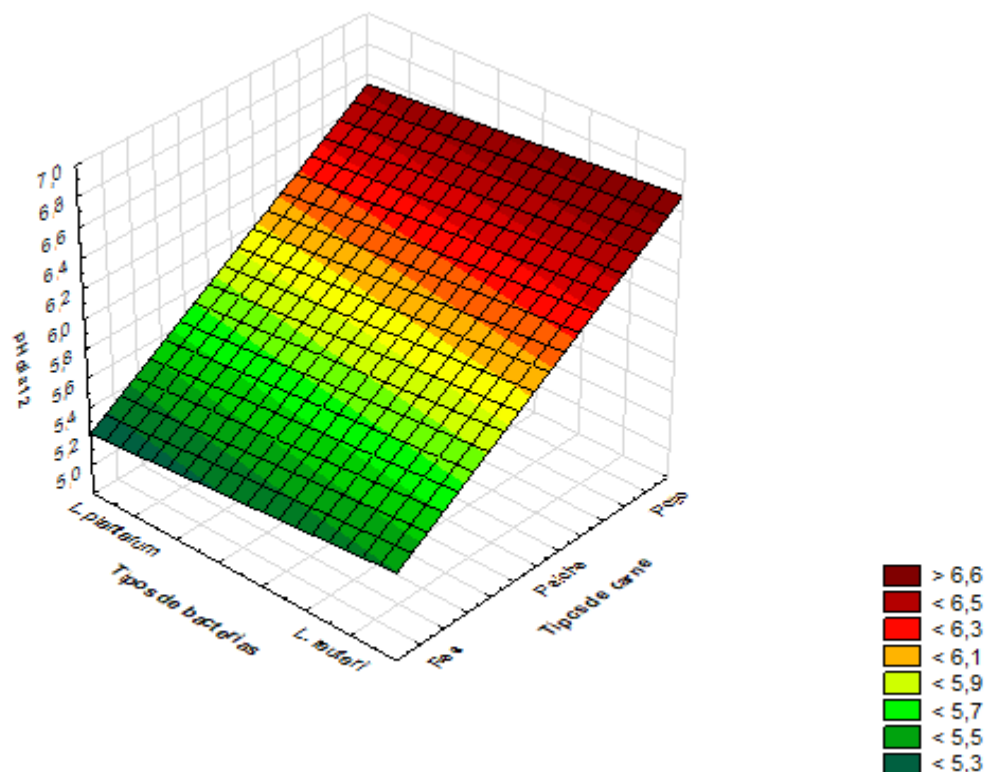
En cambio, en la humedad se mostraron la formación de un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 29,58% y 29,09% respectivamente.

En la ceniza se formó de un grupo homogéneo donde el grupo A corresponde a las concentraciones $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; $1,5 \times 10^9$ UFC/mL que presentaron una media de 1,09% y 1,07% respectivamente.

Resultados del gráfico de superficie para la variable pH de la interacción (A*B)

Figura 14.

Superficie de respuesta para la variable pH



La figura 14 se puede observar la interacción entre los factores A*B (Tipos de carne*tipos de bacterias) al día 12; destacando así que para *L. reuteri* en res su pH fue <5,3; mientras que, en paiche fue <5,9 y en pollo <6,5. Por otra parte, en el caso de *L. plantarum* para res se determinó valores menores que <5,3; pero para paiche fue de <5,7 y en pollo de <6.5.

Resultados de la interacción (A*B*C)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).

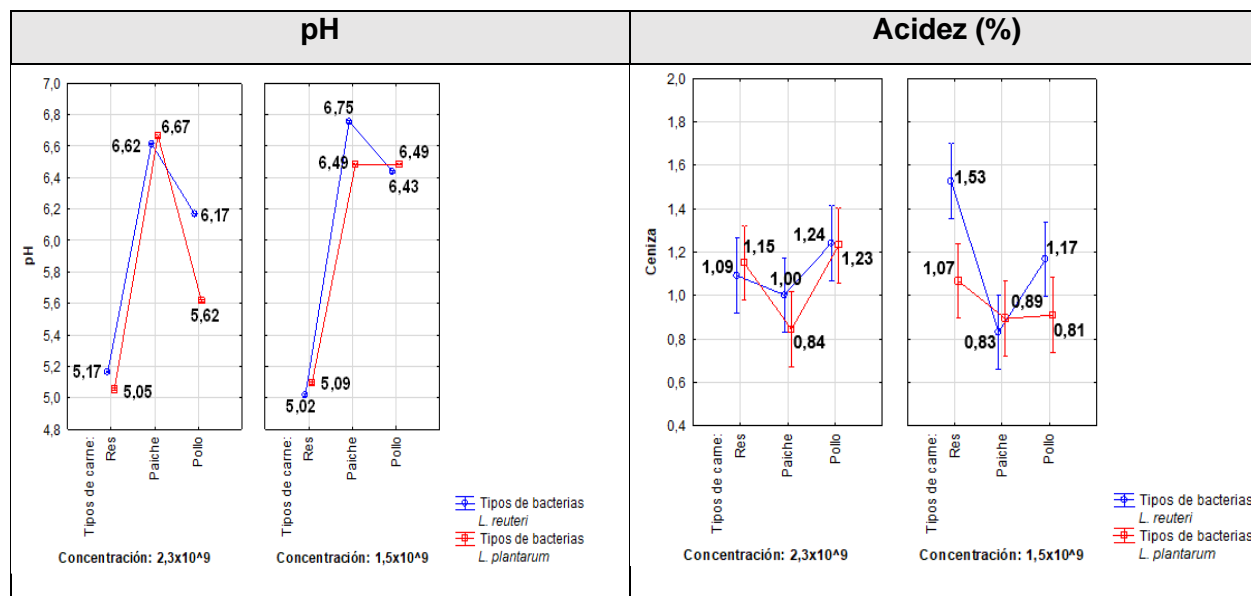
Tabla 44

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 para la interacción tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).

Tipos de carne	Tipo de bacteria	Concentración	pH	Acidez	Humedad	Ceniza
Res	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,17 ^D	0,20 ^{CD}	31,77 ^{DE}	1,09 ^A
Res	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,02 ^A	0,24 ^D	32,74 ^E	1,53 ^B
Res	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,05 ^B	0,20 ^{CD}	31,71 ^{DE}	1,15 ^{AB}
Res	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,10 ^C	0,23 ^{CD}	32,00 ^E	1,07 ^A
Paiche	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	6,62 ^I	0,14 ^A	26,49 ^{AB}	1,00 ^A
Paiche	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,75 ^K	0,13 ^A	25,30 ^A	0,83 ^A
Paiche	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	6,67 ^J	0,12 ^A	26,41 ^{AB}	0,84 ^A
Paiche	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,49 ^H	0,14 ^A	27,35 ^{ABC}	0,89 ^A
Pollo	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	6,17 ^F	0,22 ^{CD}	31,32 ^{CDE}	1,24 ^{AB}
Pollo	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,44 ^G	0,19 ^{BC}	27,85 ^{ABCD}	1,17 ^{AB}
Pollo	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,62 ^E	0,20 ^{CD}	29,75 ^{BCDE}	1,23 ^{AB}
Pollo	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,49 ^H	0,16 ^{AB}	29,28 ^{ABCDE}	0,81 ^A

Figura 15.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 12 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).



La figura 10 presenta las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad y ceniza en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 12, para la Interacción (A*B*C).

En el caso del pH, el grupo A y B conformado por las interacciones Res + *L. reuteri* + 1,5x10⁹UFC/mL (5,02), Res + *L. plantarum* + 2,3x10⁹UFC/mL (5,06), indicando valores significativamente menores en comparación al resto, por otra parte, el grupo J y K representado por las interacciones Paiche + *L. plantarum* + 2,3 x10⁹UFC/mL (6,67), Paiche + *L. reuteri* + 1,5 x10⁹UFC/mL (6,76), indicaron mayores valores.

En la ceniza, el grupo A conformado por las interacciones Paiche + *L. plantarum* + 2,3 x10⁹UFC/mL (0,84%), Pollo + *L. plantarum* + 1,5 x10⁹UFC/mL (0,81%), indicaron valores significativamente menores en comparación al resto, por otro lado, el grupo B conformado por las interacciones Res + *L. reuteri* + 1,5 x10⁹UFC/mL (1,53%), Pollo + *L.*

reuteri + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (1,24%), los cuales nos indicaron valores significativos mayores.

Análisis de varianza para la variable pH al día 16

Tabla 45

Análisis de varianza para la variable pH al día 16

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	13,878	2	6,939	591,02	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,0124694	1	0,0124694	1,06	0,3139
C: Concentración	0,000136111	1	0,000136111	0,01	0,9152
D: Réplicas	0,0442389	2	0,0221194	1,88	0,1757
AB	0,0234389	2	0,0117194	1,00	0,3846
AC	0,0296722	2	0,0148361	1,26	0,3023
BC	0,065025	1	0,065025	5,54	0,0280
ABC	0,07595	2	0,037975	3,23	0,0587
Error Experimental	0,258294	22	0,0117407		
TOTAL	14,3872	35			

En la tabla 45 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A) y en las interacciones B*C; por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Tipos de bacterias (Factor B), Tipos de concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones A*B, A*C, A*B*C.

Análisis de varianza para la variable acidez al día 16

Tabla 46

Análisis de varianza para la variable acidez al día 16

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	0,0196742	2	0,00983711	99,13	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,00527439	1	0,00527439	53,15	0,0000
C: Concentración	0,000435766	1	0,000435766	4,39	0,0478
D: Réplicas	0,00050876	2	0,00025438	2,56	0,0998
AB	0,010218	2	0,00510902	51,49	0,0000
AC	0,00123603	2	0,000618016	6,23	0,0072
BC	0,000112891	1	0,000112891	1,14	0,2977
ABC	0,00456434	2	0,00228217	23,00	0,0000
Error Experimental	0,00218311	22	0,0000992325		
TOTAL	0,0442075	35			

En la tabla 46, se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipo de bacterias (Factor B), concentraciones (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, A*B*C; por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Réplicas (Factor D) y en la interacción B*C.

Análisis de varianza para la variable humedad al día 16

Tabla 47

Análisis de varianza para la variable humedad al día 16

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	172,523	2	86,2617	203385,55	0,0000
B: Tipos de bacterias	4,23742	1	4,23742	9990,89	0,0000
C: Concentración	15,1554	1	15,1554	35733,13	0,0000

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
D: Réplicas	0,000212167	2	0,000106083	0,25	0,7809
AB	13,9897	2	6,99484	16492,25	0,0000
AC	0,687416	2	0,343708	810,39	0,0000
BC	25,8115	1	25,8115	60857,65	0,0000
ABC	3,97818	2	1,98909	4689,63	0,0000
Error Experimental	0,00933083	22	0,000424129		
TOTAL	236,392	35			

En la tabla 47, se observa diferencia significativa en Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C; por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Réplicas (Factor D) mostrando normalidad.

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 16

Tabla 48

Análisis de varianza para la variable ceniza al día 16

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	0,456725	2	0,228362	54,44	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,0000751111	1	0,0000751111	0,02	0,8948
C: Concentración	0,000106778	1	0,000106778	0,03	0,8747
D: Réplicas	0,00627267	2	0,00313633	0,75	0,4851
AB	0,0469962	2	0,0234981	5,60	0,0108
AC	0,0623882	2	0,0311941	7,44	0,0034
BC	0,00728178	1	0,00728178	1,74	0,2012
ABC	0,0162602	2	0,00813011	1,94	0,1678
Error Experimental	0,0922913	22	0,00419506		

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
TOTAL	0,688397	35			

En la tabla 48 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A) y en las interacciones A*B y A*C; por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C), Réplicas (Factor D) y en las interacciones B*C, A*B*C.

Análisis de varianza para la variable proteína al día 16

Tabla 49

Análisis de varianza para la variable proteína al día 16

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	401,426	2	200,713	2226394,18	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,557511	1	0,557511	6184,16	0,0000
C: Concentración	12,6499	1	12,6499	140317,97	0,0000
D: Réplicas	0,000216667	2	0,000108333	1,20	0,3197
AB	32,2216	2	16,1108	178707,88	0,0000
AC	47,3802	2	23,6901	262781,16	0,0000
BC	17,4167	1	17,4167	193193,77	0,0000
ABC	9,07357	2	4,53679	50324,01	0,0000
Error Experimental	0,00198333	22	0,0000901515		
TOTAL	520,727	35			

En la tabla 49 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C; por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Réplicas (Factor D) demostrando normalidad.

Análisis de varianza para la variable grasa al día 16

Tabla 50

Análisis de varianza para la variable grasa al día 16

FV	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
A: Tipos de carne	163,309	2	81,6544	275897,07	0,0000
B: Tipos de bacterias	0,786178	1	0,786178	2656,37	0,0000
C: Concentración	98,01	1	98,01	331160,07	0,0000
D: Réplicas	0,000422222	2	0,000211111	0,71	0,5010
AB	131,972	2	65,9861	222956,46	0,0000
AC	38,962	2	19,481	65823,26	0,0000
BC	12,3201	1	12,3201	41627,64	0,0000
ABC	20,4086	2	10,2043	34478,61	0,0000
Error Experimental	0,00651111	22	0,00029596		
TOTAL	465,775	35			

En la tabla 50 se observa diferencia significativa en el Tipo de carne (Factor A), Tipos de bacterias (Factor B), Concentraciones (Factor C) y en las interacciones A*B, A*C, B*C, A*B*C. Por otro lado, no se evidencia diferencia significativa en Réplicas (Factor D) demostrando normalidad.

Resultados del Tipo de Carne (Factor A)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipo carne).

Tabla 51

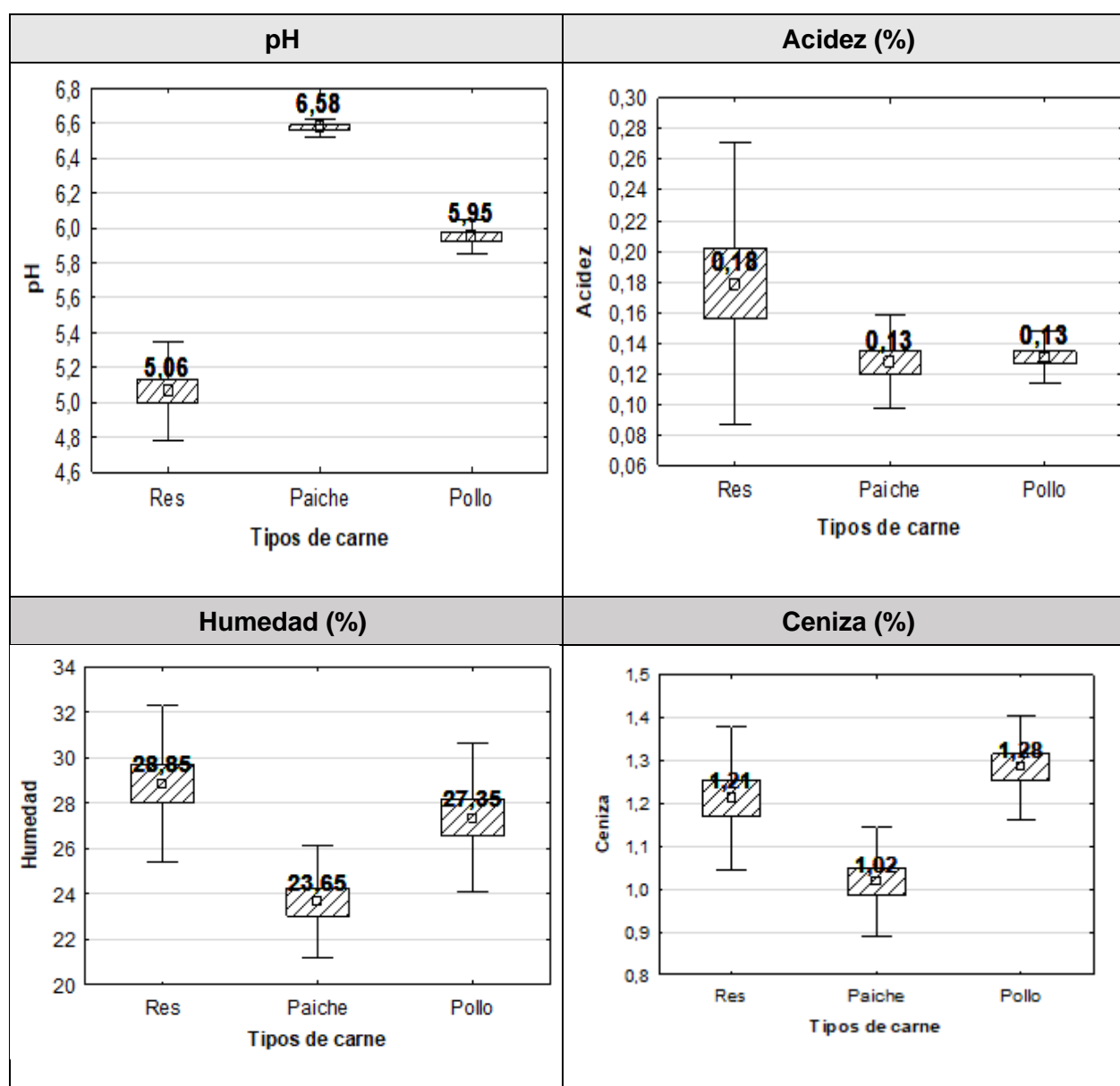
Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipo carne).

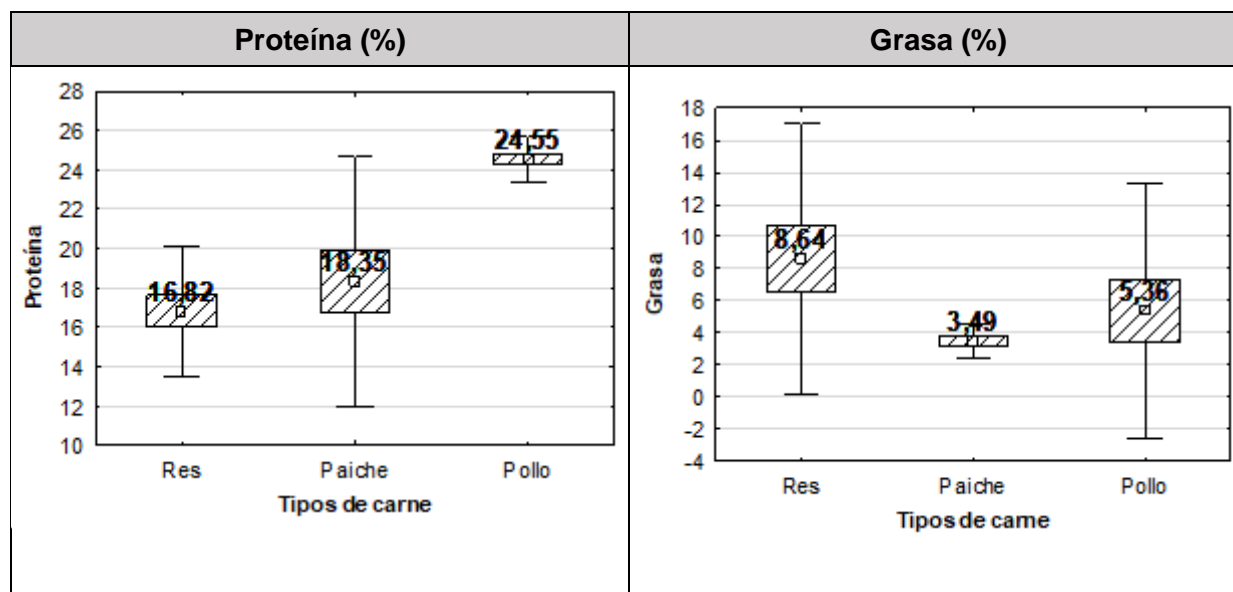
Tipos de carne	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
-----------------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------------	--------------

Res	5,06 ^A	0,18 ^B	28,85 ^C	1,21 ^B	16,82 ^A	8,64 ^C
Paiche	6,58 ^C	0,13 ^A	23,65 ^A	1,02 ^A	18,35 ^B	3,49 ^A
Pollo	5,95 ^B	0,13 ^A	27,35 ^B	1,28 ^C	24,55 ^C	5,36 ^B

Figura 16.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipo carne).





La figura 16, presenta las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 16, para el factor A (Tipo de carne).

En cuanto al pH, se determinó la formación de tres grupos independientes donde el grupo A correspondiente a res presentó una media de 5,06; el grupo B relacionado a pollo mostró un valor de 5,95; mientras que el grupo C perteneciente a paiche presentó una media de 6,58.

En acidez se observó dos grupos; donde el grupo B relacionado a carne de res presentó una media de 0,18%; mientras que el otro grupo A tanto para paiche y pollo correspondiente presentaron una media de 0,13% respectivamente.

En cambio, en la humedad se mostraron tres grupos independientes, en donde el grupo A perteneciente a paiche obtuvo una media de 23,65%; el grupo B correspondiente a pollo presentó una media de 27,35%; mientras que el grupo C su media es de 28,85%.

En la ceniza se formó tres grupos independientes, lo cual el grupo A correspondiente a paiche representó una media de 1,02%; el grupo B (res) su media es de 1,21%; finalmente para el grupo C (pollo) presentó una media de 1,28%.

Para la proteína se mostraron tres grupos independientes en los cuales el grupo A relacionado a res representó una media de 16,82%; el grupo B perteneciente a paiche mostro una media de 18,35%; y el grupo C correspondiente al pollo represento una media de 24,55%.

En grasa se formaron tres grupos independientes en el cual el grupo A relacionado al paiche mostró una media de 3,49%; el grupo B perteneciente a pollo mostró una media de 5,36% y el grupo C que representa carne de res nos indicó una media de 8,64%.

Resultados del Tipo de Bacterias (Factor B)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor B: Tipo de bacterias).

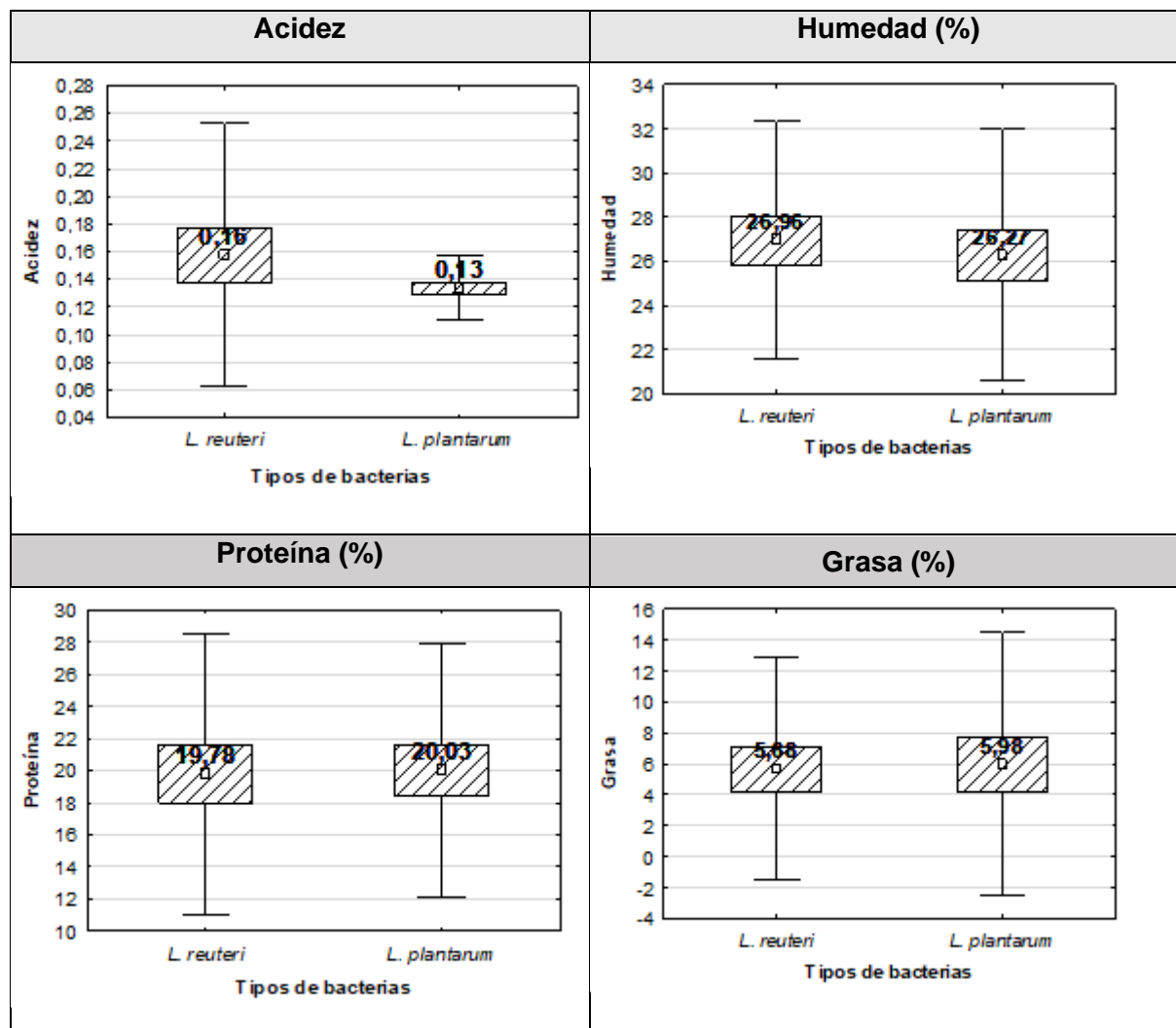
Tabla 52

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor B: Tipo de bacterias).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
<i>L. reuteri</i>	5,88 ^A	0,16 ^B	26,96 ^B	1,17 ^A	19,78 ^A	5,68 ^A
<i>L. plantarum</i>	5,85 ^A	0,13 ^A	26,27 ^A	1,17 ^A	20,03 ^B	5,98 ^B

Figura 17.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor A: Tipos de bacterias).



La figura 17 representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 16 para el factor B (Tipo de bacterias).

Para el pH, se determinó la formación de dos grupos homogéneos el grupo A correspondiente a *L. reuteri* y *L. plantarum* presentaron una media de 5,88; y 5,85 respectivamente.

En acidez se formaron dos grupos independientes, en donde el grupo B corresponde a *L. reuteri*, su media es de 0,16% mientras que *L. plantarum* del grupo A presento una media de 0,13%.

En cambio, en la humedad se mostraron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la bacteria *L. plantarum* presentó una media de 26,27%; en cambio en el grupo B relacionado a *L. reuteri* mostro un valor de 29,96%.

En la ceniza se formó dos grupos homogéneos, el grupo A correspondiente *L. reuteri* y *L. plantarum* presentaron una media de 1,17% respectivamente.

Para la proteína se mostraron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la bacteria *L. reuteri* presentó una media de 19,78%; y el grupo B perteneciente a *L. plantarum* mostró un valor de 20,03%.

Finalmente, en grasa se formaron dos grupos independientes, el grupo A perteneciente a la bacteria *L. reuteri* presentó una media de 5,68%; en cambio en el grupo B perteneciente a *L. plantarum* mostró un valor de 10,23%.

Resultados de las concentraciones (Factor C)

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).

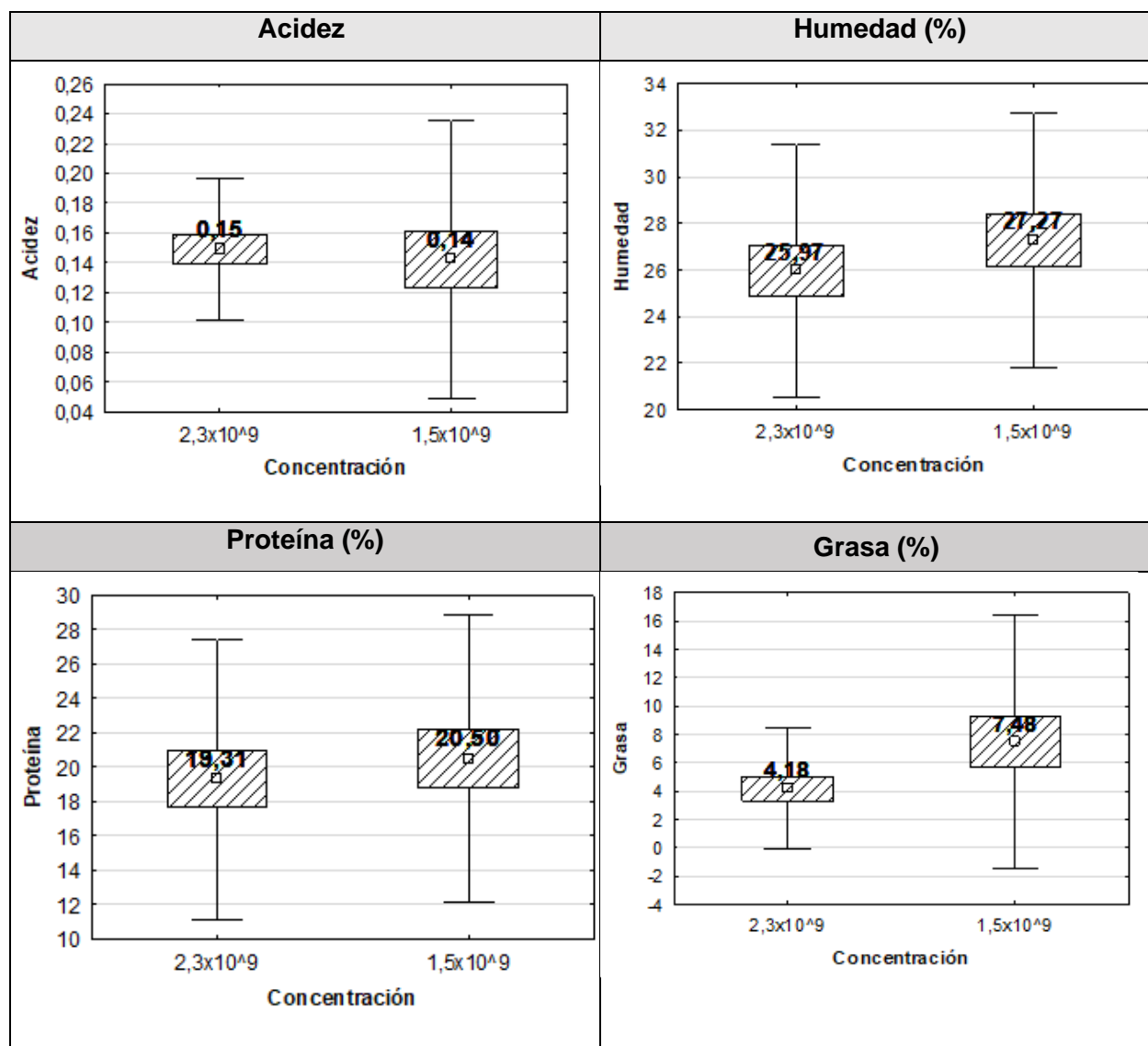
Tabla 53

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).

Tipos de bacteria	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
$2,3 \times 10^9$ UFC/mL	5,87 ^A	0,15 ^B	25,97 ^A	1,17 ^A	19,31 ^A	4,18 ^A
$1,5 \times 10^9$ UFC/mL	5,86 ^A	0,14 ^A	27,27 ^B	1,17 ^A	20,50 ^B	7,48 ^B

Figura 18.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).



La figura 5, representa las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 16 para el factor C (concentraciones).

En cuanto al pH se observó la formación de dos grupos homogéneos, siendo el grupo A correspondiente a una concentración de $2,3 \times 10^9$ UFC/mL y $1,5 \times 10^9$ UFC/mL las medias fueron de 5,87 y 5,86 respectivamente.

En base a la variable acidez se destaca la formación de dos grupos independientes, el grupo A con una concentración de $1,5 \times 10^9$ UFC/mL obtuvo una media de 0,14%; mientras que el grupo B con concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL la media es de 0,15%.

En cambio, en la humedad se mostraron dos grupos independientes, el grupo A correspondiente a la concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL presentó una media de 25,97%; y el grupo B con concentración $1,5 \times 10^9$ UFC/mL mostró un valor de 27,27%.

En la ceniza se formó dos grupos homogéneos, el grupo A a concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL y $1,5 \times 10^9$ UFC/mL presentaron una media de 1,17% respectivamente.

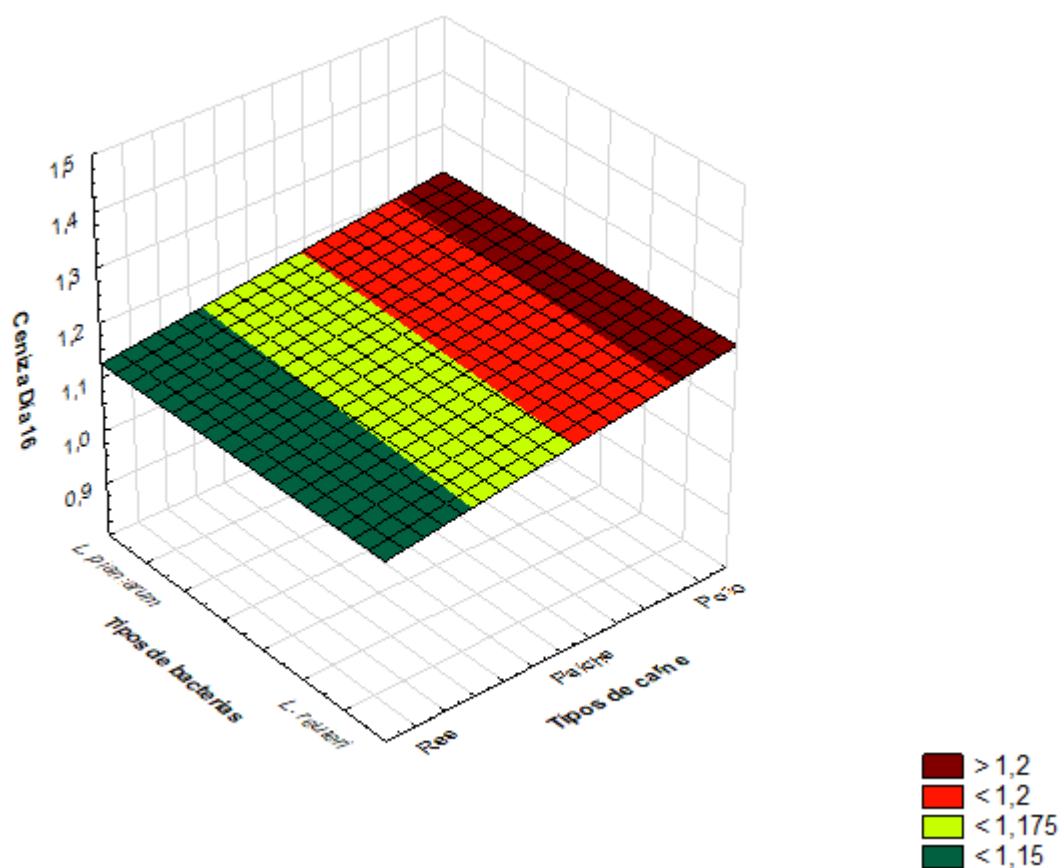
Para la proteína se mostraron dos grupos independientes, el grupo A con una concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL presentó una media de 19,31%; y el grupo B de concentración $1,5 \times 10^9$ UFC/mL mostró un valor de 20,50%.

Finalmente, en grasa se formaron dos grupos independientes, el grupo A de concentración $2,3 \times 10^9$ UFC/mL con una media de 4,18% y el grupo B con una media de 7,48% y una concentración de $1,5 \times 10^9$ UFC/mL respectivamente.

Resultados del gráfico de superficie para la interacción (A*B)

Figura 19.

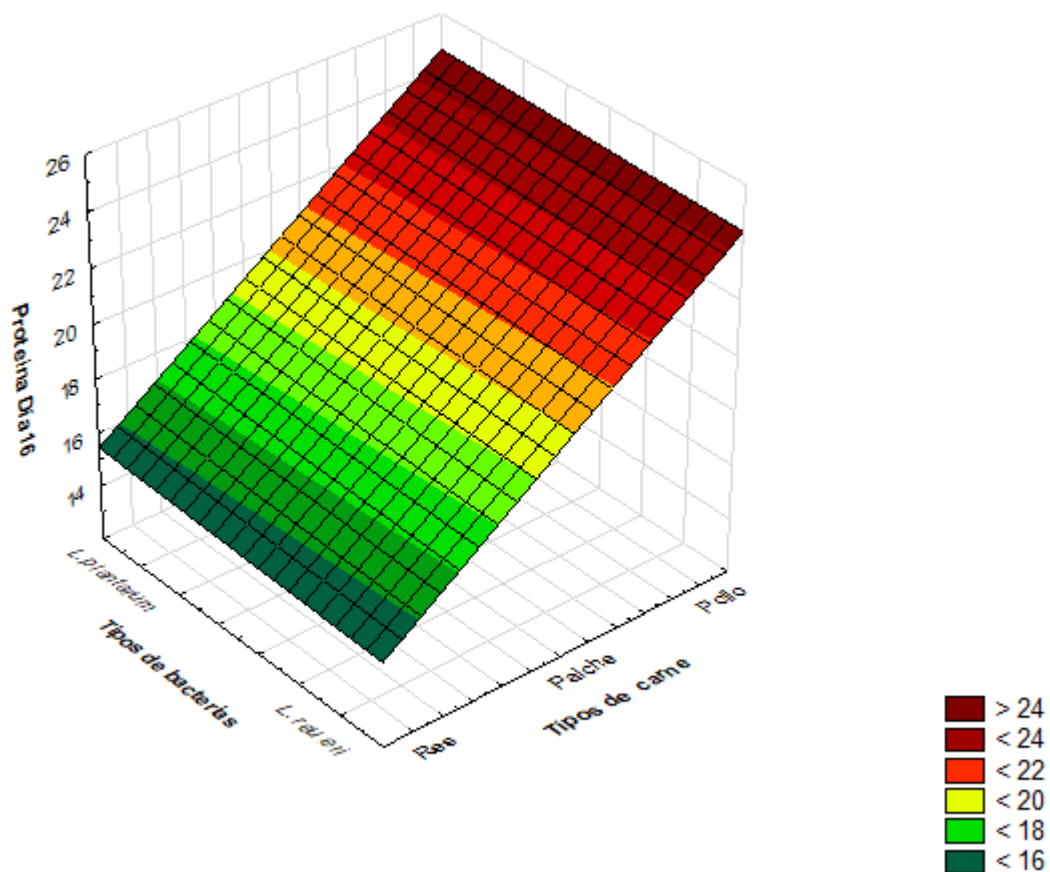
Superficie de respuesta para la variable ceniza



En la figura 19 destaca que en cuanto a las bacterias tanto para *L. reuteri* como para *L. plantarum* en los distintos tipos de carnes presentan un comportamiento similar en la variable ceniza, siendo para res $< 1,15\%$; paiche $< 1,175$ y pollo $< 1,12$.

Figura 20.

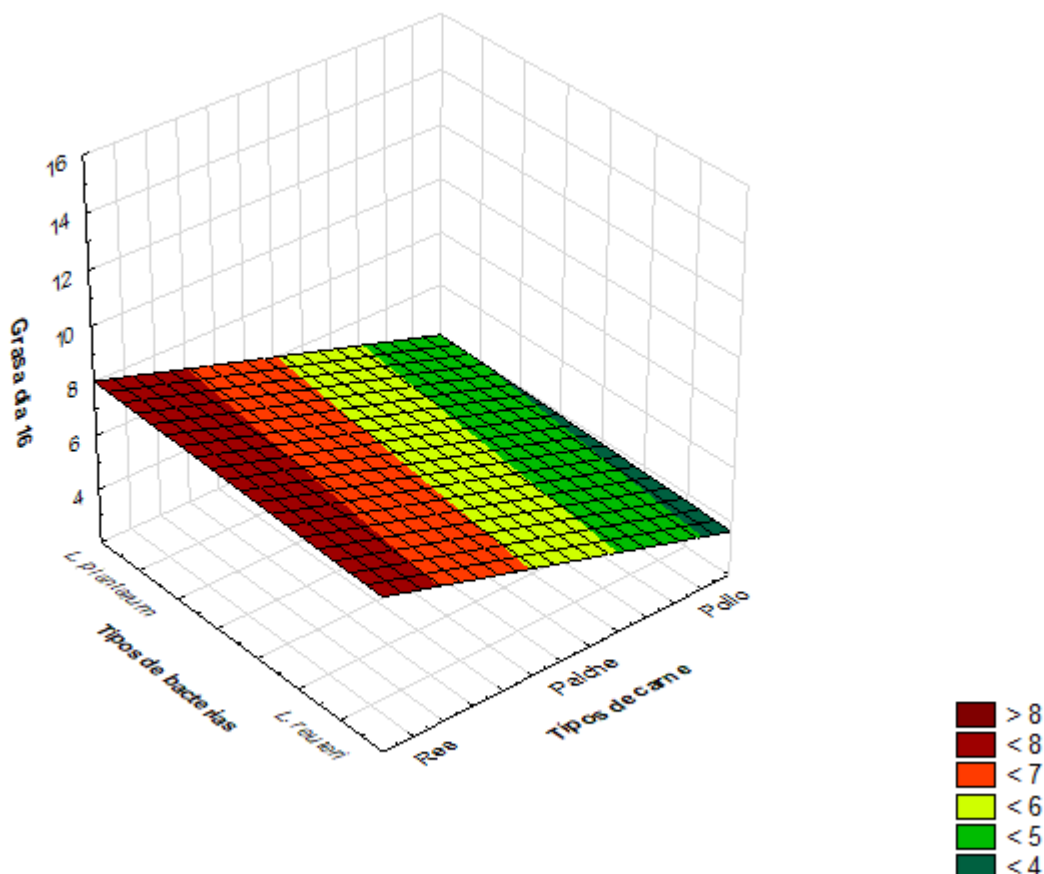
Superficie de respuesta para la variable proteína



En la figura 20 destaca que en cuanto a las bacterias tanto para *L. reuteri* como para *L. plantarum* en los distintos tipos de carnes presentan un comportamiento similar en la variable proteína, siendo para res <16%; paiche <20% y pollo >24%.

Figura 21.

Superficie de respuesta para la variable grasa



En la figura 21 destaca que en cuanto a las bacterias tanto para *L. reuteri* como para *L. plantarum* en los distintos tipos de carnes presentan un comportamiento similar en la variable grasa, siendo para res >8%; paiche para *L. reuteri* <6% y para *L. plantarum* <7% y pollo para *L. reuteri* <4% y para *L. plantarum* <5%.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).

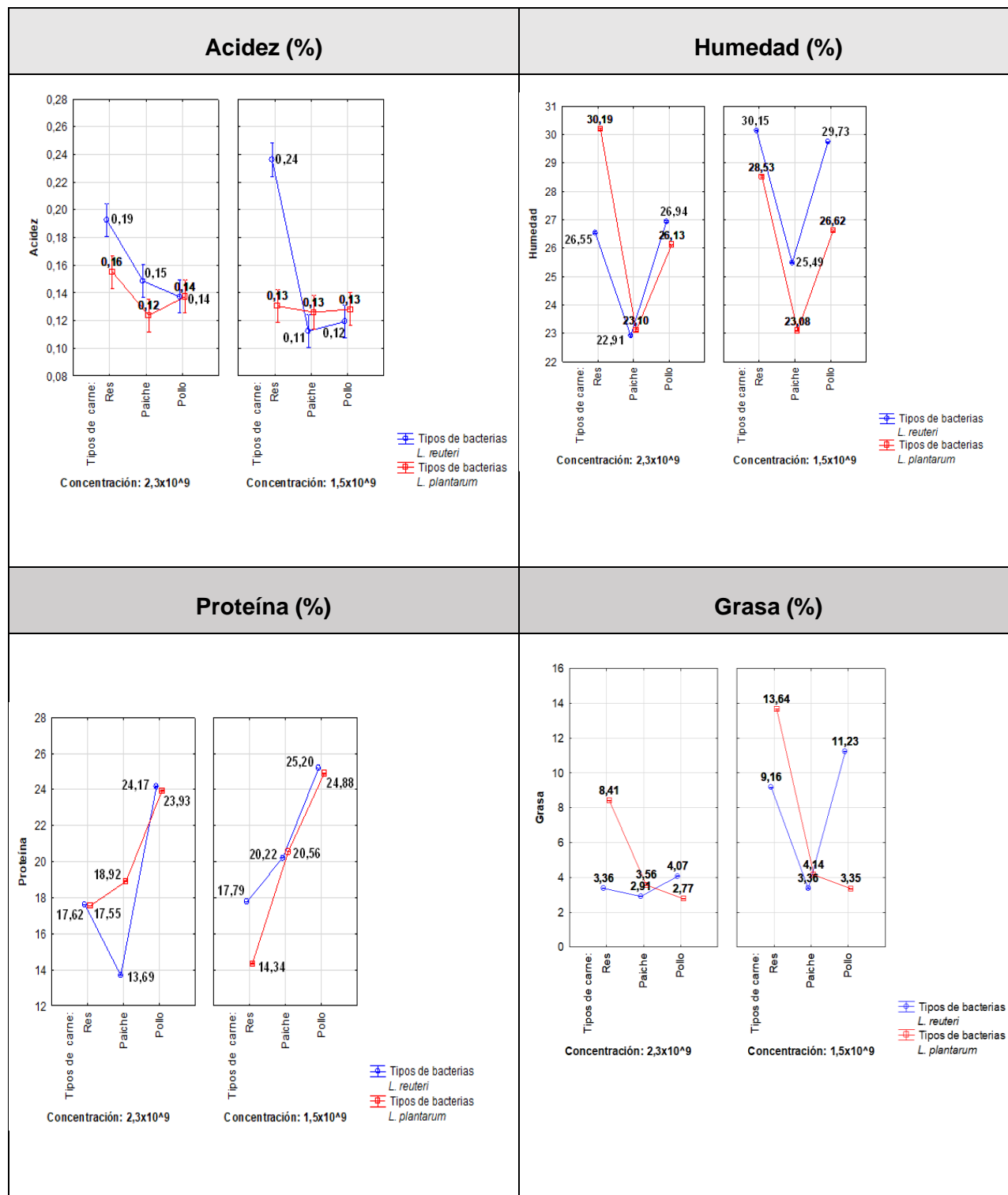
Tabla 54

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 (Factor C: Concentraciones).

Tipos de carne	Tipo de bacteria	Concentración	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa
Res	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,25 ^A	0,19 ^D	26,55 ^E	1,14 ^{BCDE}	17,62 ^D	3,36 ^C
Res	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	4,98 ^A	0,24 ^E	30,15 ^J	1,33 ^F	17,79 ^E	9,16 ^H
Res	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	4,94 ^A	0,16 ^C	30,19 ^J	1,18 ^{BCDEF}	17,55 ^C	8,41 ^G
Res	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,09 ^A	0,13 ^{ABC}	28,53 ^H	1,20 ^{BCDEF}	14,34 ^B	13,64 ^J
Paiche	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	6,61 ^C	0,15 ^{BC}	22,91 ^A	1,08 ^{ABCD}	13,69 ^A	2,91 ^B
Paiche	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,58 ^C	0,11 ^A	25,49 ^C	1,01 ^{AB}	20,22 ^G	3,36 ^C
Paiche	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	6,57 ^C	0,12 ^{AB}	23,10 ^B	1,04 ^{ABC}	18,92 ^F	3,56 ^D
Paiche	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,55 ^C	0,13 ^{ABC}	23,08 ^B	0,93 ^A	20,56 ^H	4,14 ^F
Pollo	<i>L. reuteri</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,92 ^B	0,14 ^{ABC}	26,94 ^G	1,26 ^{DEF}	24,17 ^J	4,07 ^E
Pollo	<i>L. reuteri</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	5,96 ^B	0,12 ^{AB}	29,73 ^I	1,21 ^{CDEF}	25,20 ^L	11,23 ^I
Pollo	<i>L. plantarum</i>	2,3x10 ⁹ UFC/mL	5,91 ^B	0,14 ^{ABC}	26,13 ^D	1,34 ^F	23,93 ^I	2,77 ^A
Pollo	<i>L. plantarum</i>	1,5x10 ⁹ UFC/mL	6,02 ^B	0,13 ^{ABC}	26,62 ^F	1,33 ^{EF}	24,88 ^K	3,35 ^C

Figura 22.

Prueba de significación de Tukey ($p < 0,05$) para resultados de análisis fisicoquímicos del día 16 para la interacción: tipos de carnes*tipos de bacterias*concentraciones (A*B*C).



La figura 22 presenta las medias obtenidas por los valores de Tukey ($p < 0,05$) para: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa en las variables evaluadas correspondientes a los análisis fisicoquímicos del día 16, para la Interacción (A*B*C) en los cuales se destacan:

En el caso de la acidez el grupo A formado por las interacciones Paiche + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (0,12%); Paiche + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (0,11%) indicaron valores significativamente menores en comparación al resto; por otra parte el grupo D representado por la interacción Res + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (0,19%) y el grupo E formado por la interacción Res + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (0,24%) indicaron valores mayores.

En la humedad el grupo A formado por las interacciones Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (22,91%); y el grupo B, Paiche + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (23,08%) indicaron valores significativamente menores en comparación al resto; por otra parte, el grupo J representado por la interacción Res + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (30,19%) y la interacción Res + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (30,15%) indicaron valores mayores.

En cambio, en la variable proteína se destacan los grupos A cuya interacción Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (13,69%); y el grupo B, Res + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (14,34%) indicaron valores significativamente menores en comparación al resto; sin embargo, el grupo J representado por la interacción Pollo + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (24,17%) y el grupo L cuya interacción Pollo + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL (25,20%) indicaron valores mayores.

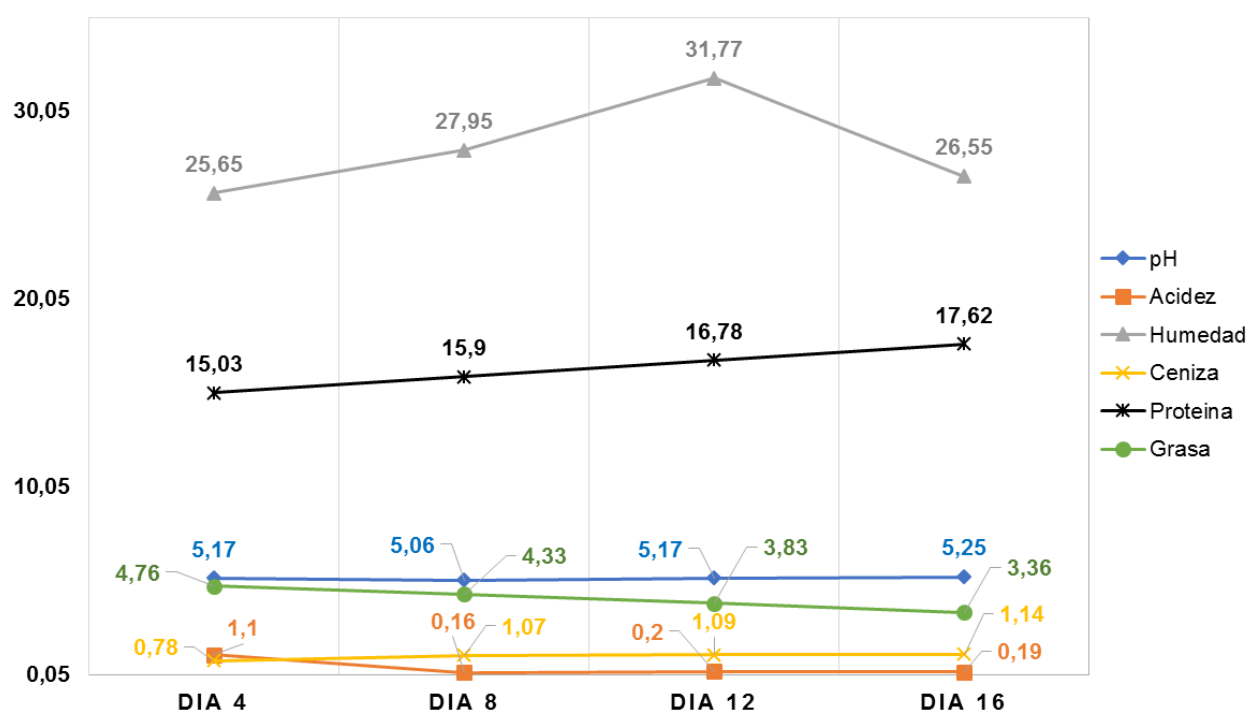
En cuanto a la grasa se destacan los grupos A cuya interacción Pollo + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL (2,77%); y el grupo C, Paiche + *L. plantarum* +

1,5x10⁹UFC/mL (3,35%) indicaron valores significativamente menores en comparación al resto; sin embargo, el grupo G representado por la interacción Res + *L. plantarum* + 2,3x10⁹UFC/mL (8,41%) y el grupo J cuya interacción Res + *L. plantarum* + 1,5x10⁹UFC/mL (13,64%) indicaron valores mayores.

Resultados de los análisis fisicoquímicos, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.

Figura 23.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + *L. reuteri* + 2,3x10⁹ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento

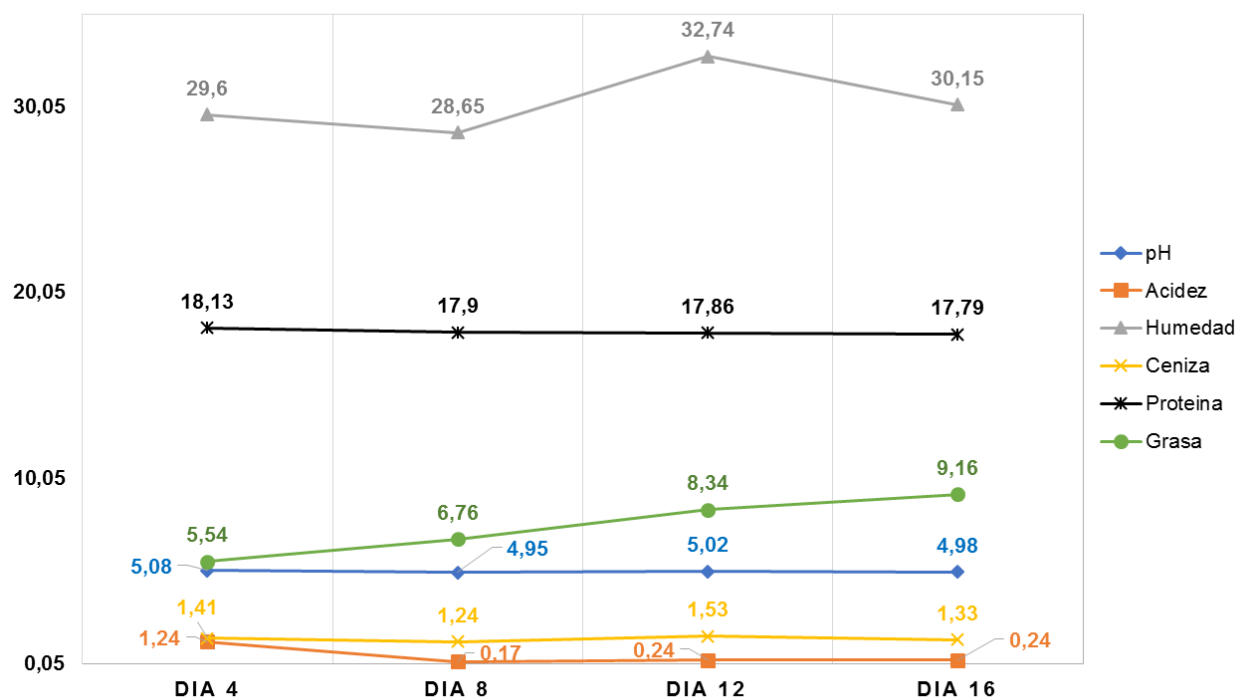


En la siguiente figura 23 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Res + *L. reuteri* + 2,3x10⁹ UFC/mL, en la cual el pH desde el día 4 hasta el 16 se mantuvo en un rango de 5,17 a 5,25;

la acidez en los días 4 a 16 tuvo un rango decreciente de 1,1% a 0,19%; en cambio la humedad obtuvo un rango de 25,65% a 31,77%; en la ceniza se visualiza una creciente mínima entre un rango de 0,78% a 1,14%; en la proteína se notó una creciente de rango desde 15,03% a 17,62%; por último en grasa se obtuvo una decreciente con el pasar los días desde un rango de 4,76% a 3,36%.

Figura 24.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.

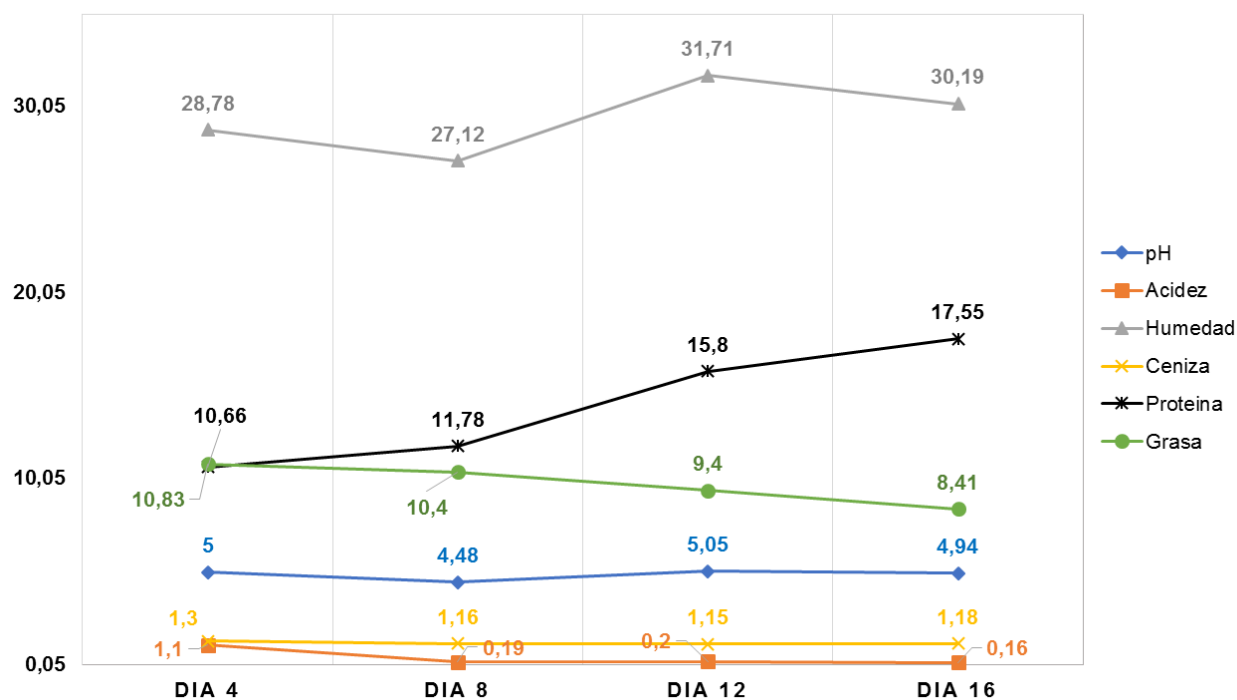


En la figura 24 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Res + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue mínima de 5,08 al día 4 y al día 16 fue de 4,98 ; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 1,24% esta se redujo al día 8 (0,17%) y se mantuvo constante desde el día 12 al 16 (0,24%); en cambio la humedad fue variable al día 4 de 29,6%

reduciéndose al día 8 para posteriormente subir al 12 y bajar al 16 (30,15%), en la ceniza se visualiza una decreciente mínima al día 16 (1,33%) respecto al día 4 (1,41%); en la proteína decreció paulatinamente del día 4 al 16 desde 18,13% hasta 17,79% respectivamente; por último en cuanto a grasa se aumentó paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 5,54% a 9,16%.

Figura 25.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento

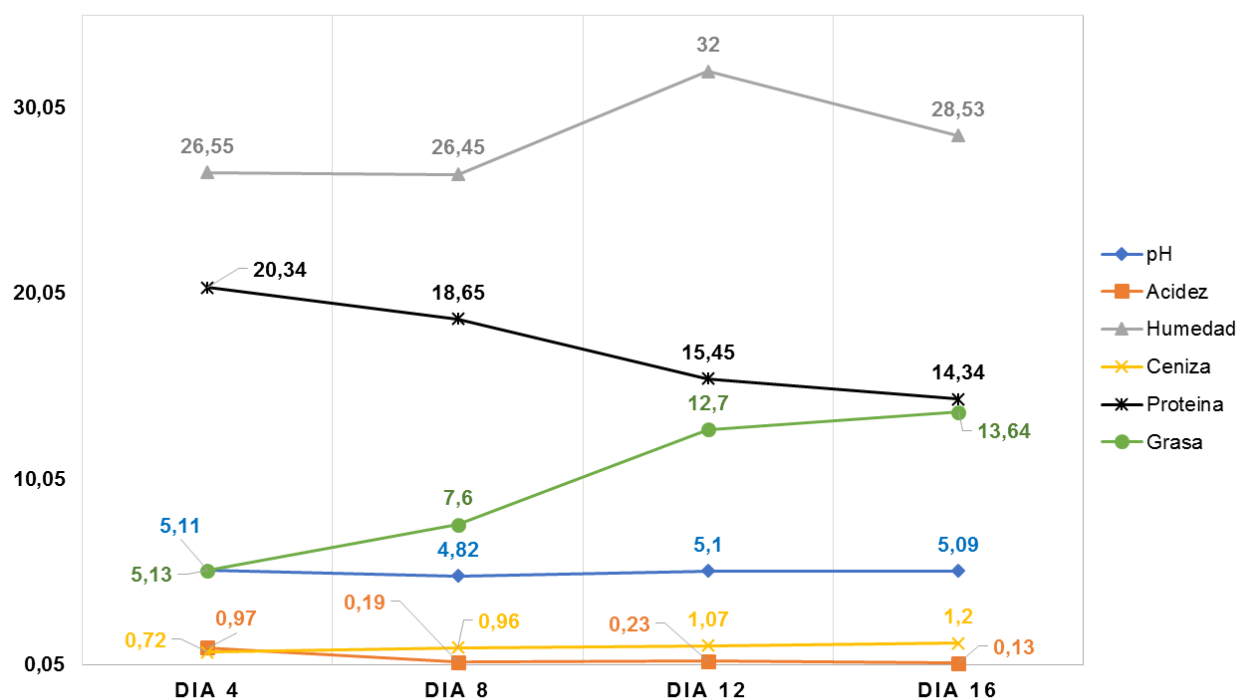


En la figura 25 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Res + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue mínima de 5 al día 4 y al día 16 fue de 4,94 ; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 1,1% mientras que al día 16 de 0,16%; en cambio la humedad fue variable al día 4 de 28,78% reduciéndose al día 8 para posteriormente subir al 12 y

bajar al 16 (30,19%), en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 1,3% mientras que al 16 fue de 1,18% ; en la proteína creció paulatinamente del día 4 al 16 desde 10,66% hasta 17,55% respectivamente; por último en cuanto a grasa se redujo paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 10,83% a 8,41%.

Figura 26.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Res + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.

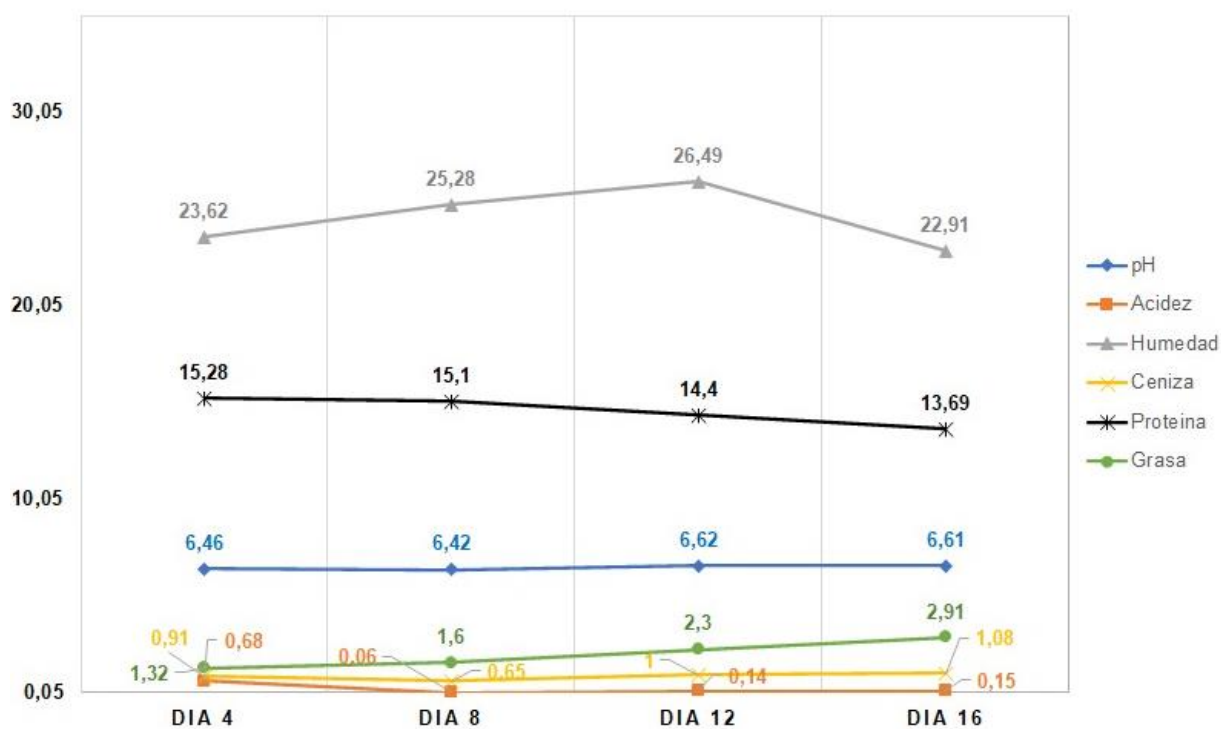


En la figura 26 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Res + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue mínima de 5,11 al día 4 y al día 16 fue de 5,09 ; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 0,97% mientras que al día 16 de 0,13%; en cambio la humedad fue variable al día 4 de 25,65% manteniéndose casi constante hasta el día 8 para posteriormente subir al 12 y bajar al 16 (28,53%), en la ceniza se visualiza que al día 4

fue de 0,72% mientras que al 16 fue de 1,12% ; en la proteína se redujo paulatinamente del día 4 al 16 desde 20,34% hasta 14,34% respectivamente; por último en cuanto a grasa aumentó paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 5,13% a 13,64%.

Figura 27.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento

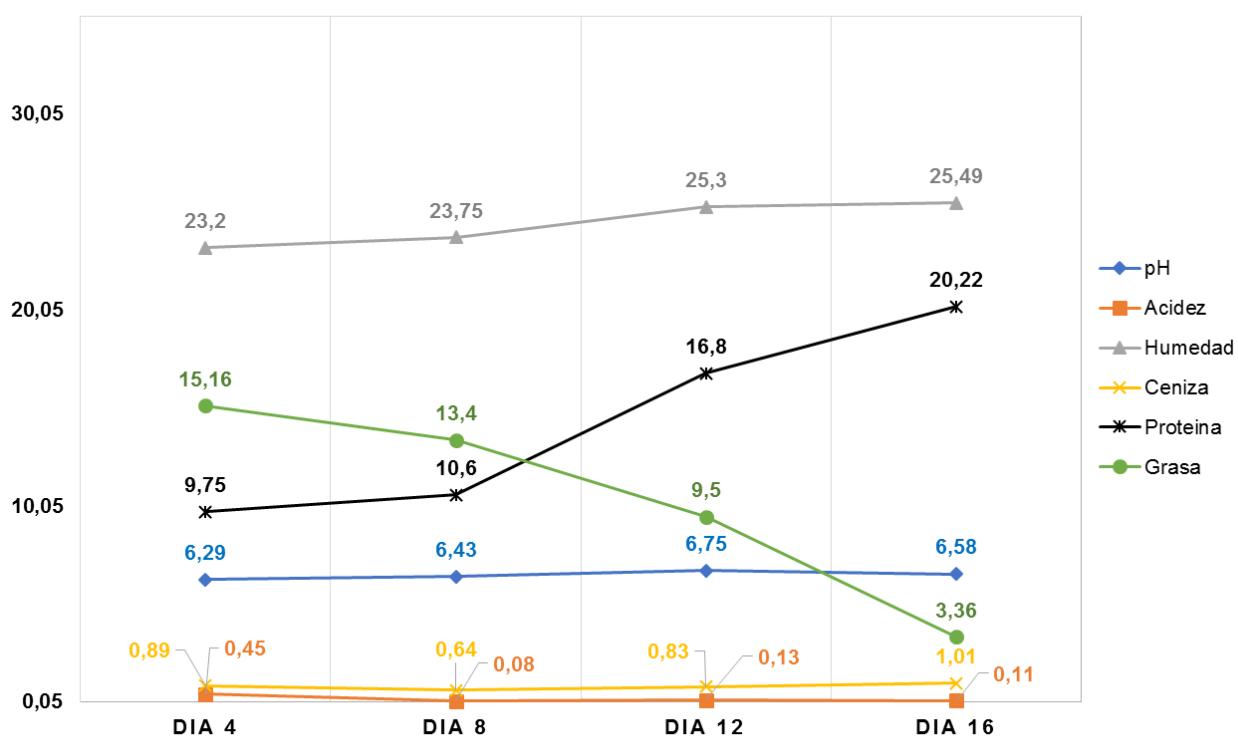


En la figura 27 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue mínima (0,15) de 6,46 al día 4 y al día 16 fue de 6,61 ; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 0,68% mientras que al día 16 de 0,15%; en cambio la humedad fue variable al día 4 de 23,62% amentando hasta el día 12 y bajar al 16 (22,91%), en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 0,91% mientras que al 16 fue de

1,08% ; en la proteína se redujo paulatinamente del día 4 al 16 desde 15,28% hasta 13,69% respectivamente; por último en cuanto a grasa aumentó paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 1,32% a 2,91%.

Figura 28.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento

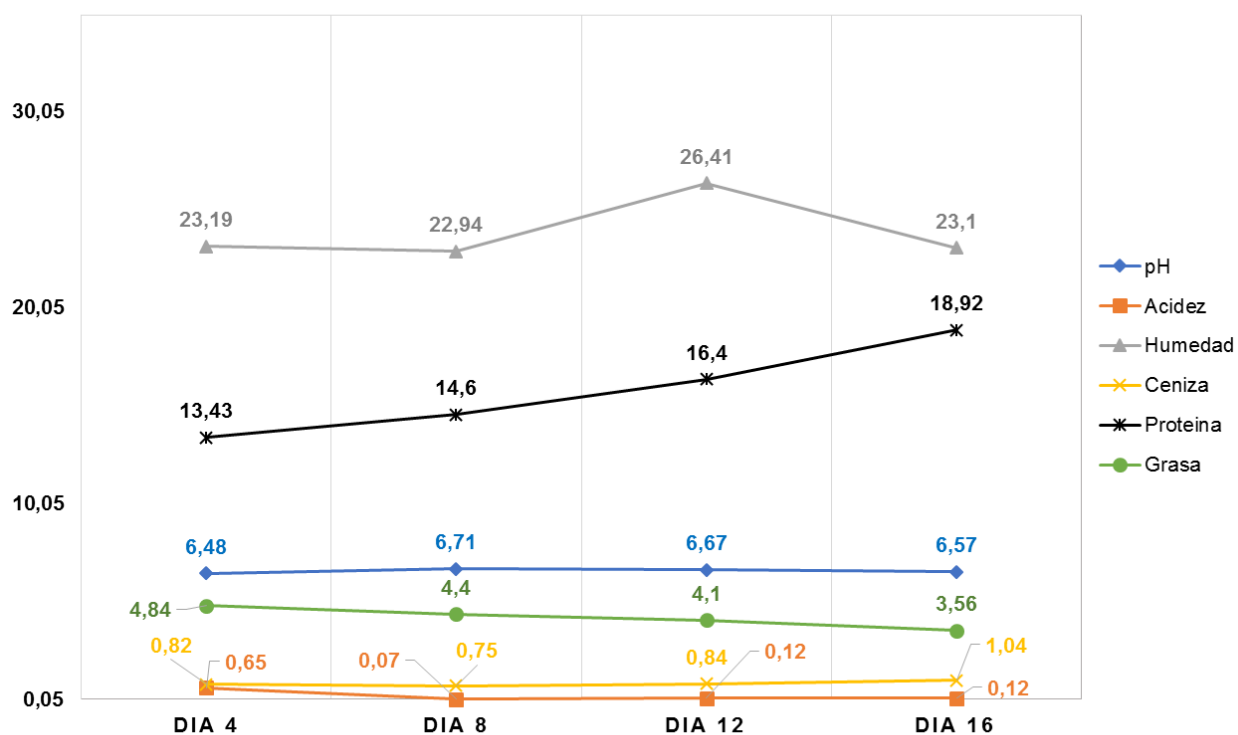


En la figura 28 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Paiche + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue mínima de 6,29 al día 4 y al día 16 fue de 6,58; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 0,45% mientras que al día 16 de 0,11%; en cambio la humedad fue mínimamente variable al día 4 de 23,2% con respecto al día 8 y del día 12 respecto al 16 (25,49%), en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 0,45% mientras que al 16 fue de 0,11% ; en la proteína aumentó paulatinamente del día 4 al 16 desde 9,75%

hasta 20,22% respectivamente; por último en cuanto a grasa se redujo paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 15,16% a 3,36%.

Figura 29.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.

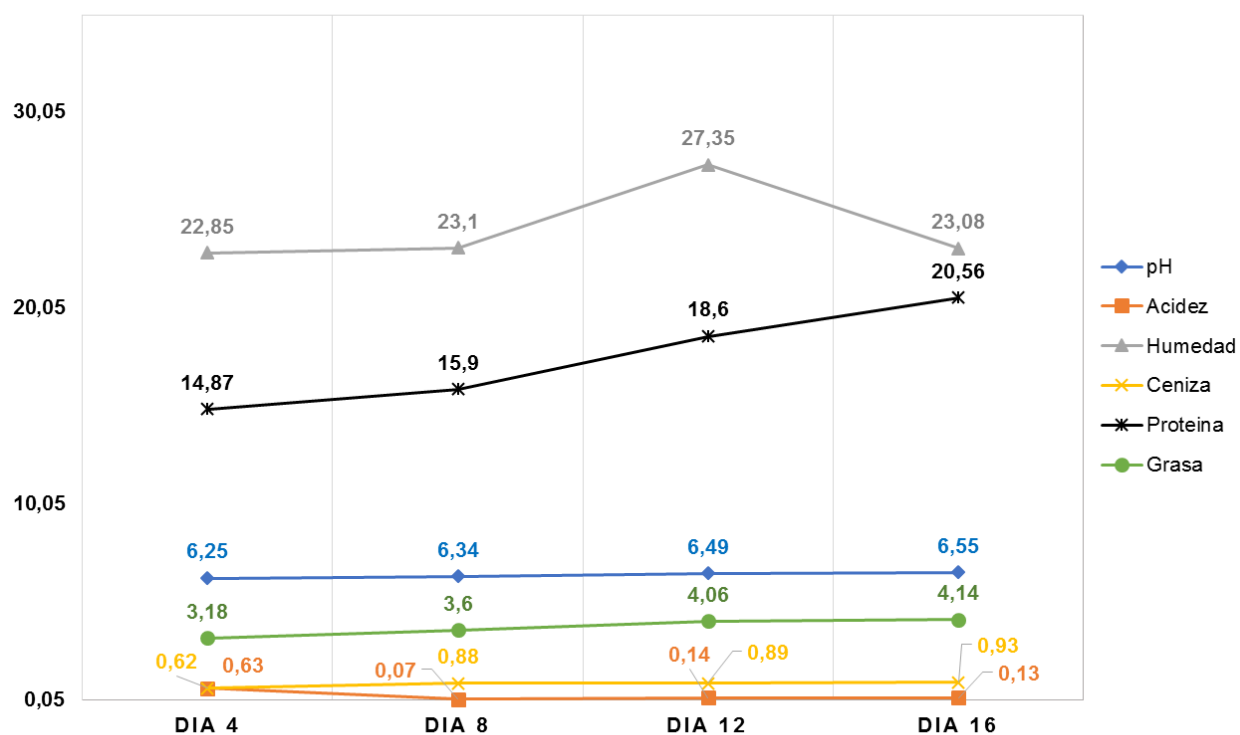


En la figura 31 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Paiche + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue mínima de 6,48 al día 4 y al día 16 fue de 6,57; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 0,65% mientras que al día 16 de 0,12%; en cambio la humedad fue mínimamente variable al día 4 de 23,19% mientras que al día 12 de 26,41% y al día 16 de 23,1%; en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 0,82% mientras que al 16 fue de 1,04%; en la proteína aumentó paulatinamente del día 4 al 16 desde 13,43% hasta

18,92% respectivamente; por último en cuanto a grasa se redujo paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 4,84% a 3,56%.

Figura 30.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Paiche + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.

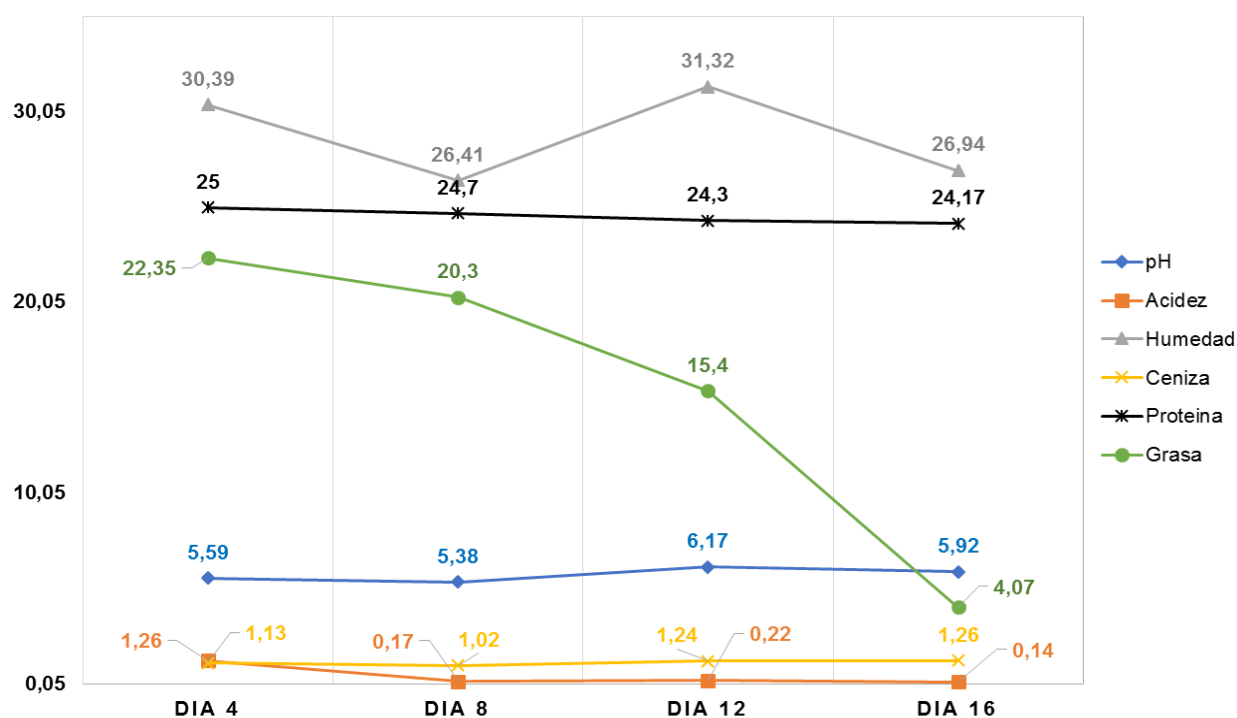


En la figura 30 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Paiche + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue de 0,30 desde 6,25 al día 4 y al día 16 fue de 6,55; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 0,63% mientras que al día 16 de 0,13%; en cambio la humedad al día 4 fue de 22,85% mientras que al día 16 de 23,08%; en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 0,62% mientras que al 16 fue de 0,93%; en la proteína aumentó paulatinamente del día 4 al 16 desde 14,87% hasta 20,58% respectivamente;

por último en cuanto a grasa amento levemente con el pasar los días desde un rango de 3,18% a 4,14%

Figura 31.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.

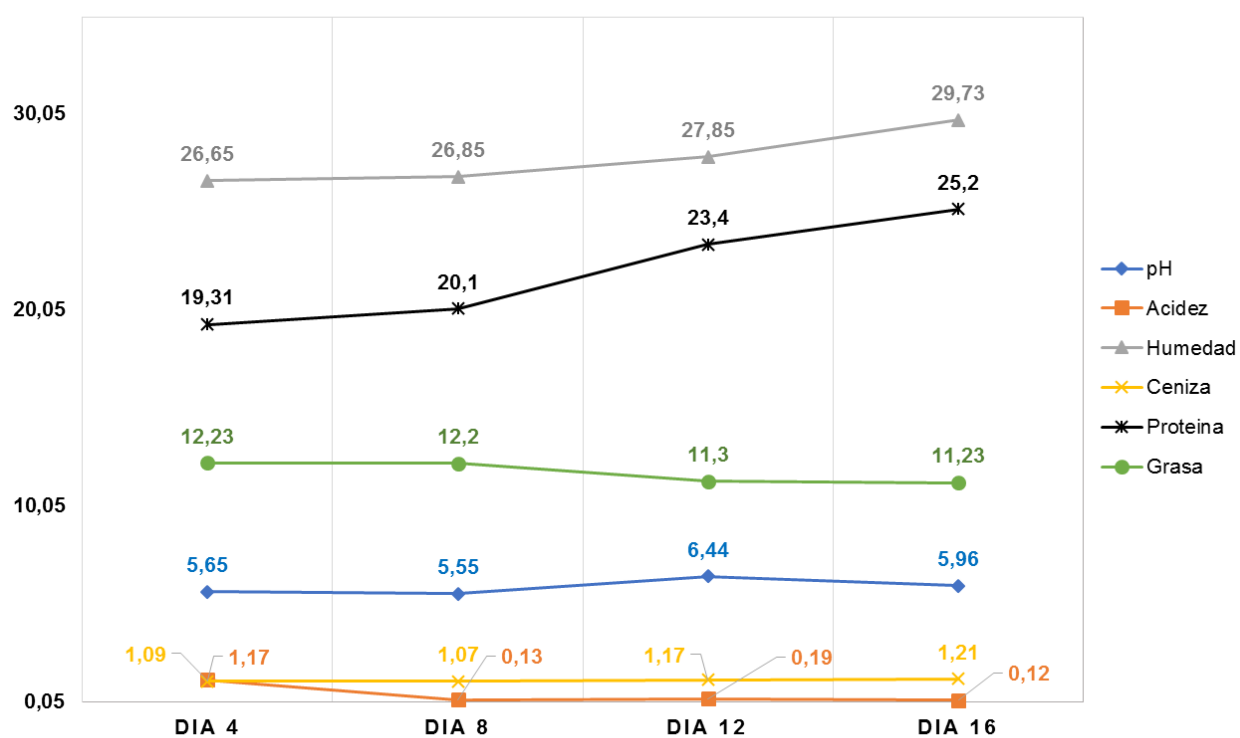


En la figura 31 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Pollo + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue mínima de 5,59 al día 4 y al día 16 fue de 5,92; en cuanto a la acidez mostró una decreciente al día 4 fue de 1,26% mientras que al día 16 de 0,14%; en cambio la humedad al día 4 de 30,39 mientras que al día 12 de 31,32% y al día 16 de 26,94%; en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 1,13% mientras que al 16 fue de 1,26%; en la proteína disminuyo paulatinamente del día 4 al 16 desde 25% hasta

24,17% respectivamente; por último en cuanto a grasa se redujo con el pasar los días desde un rango de 22,35% a 4,07%

Figura 32.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento.

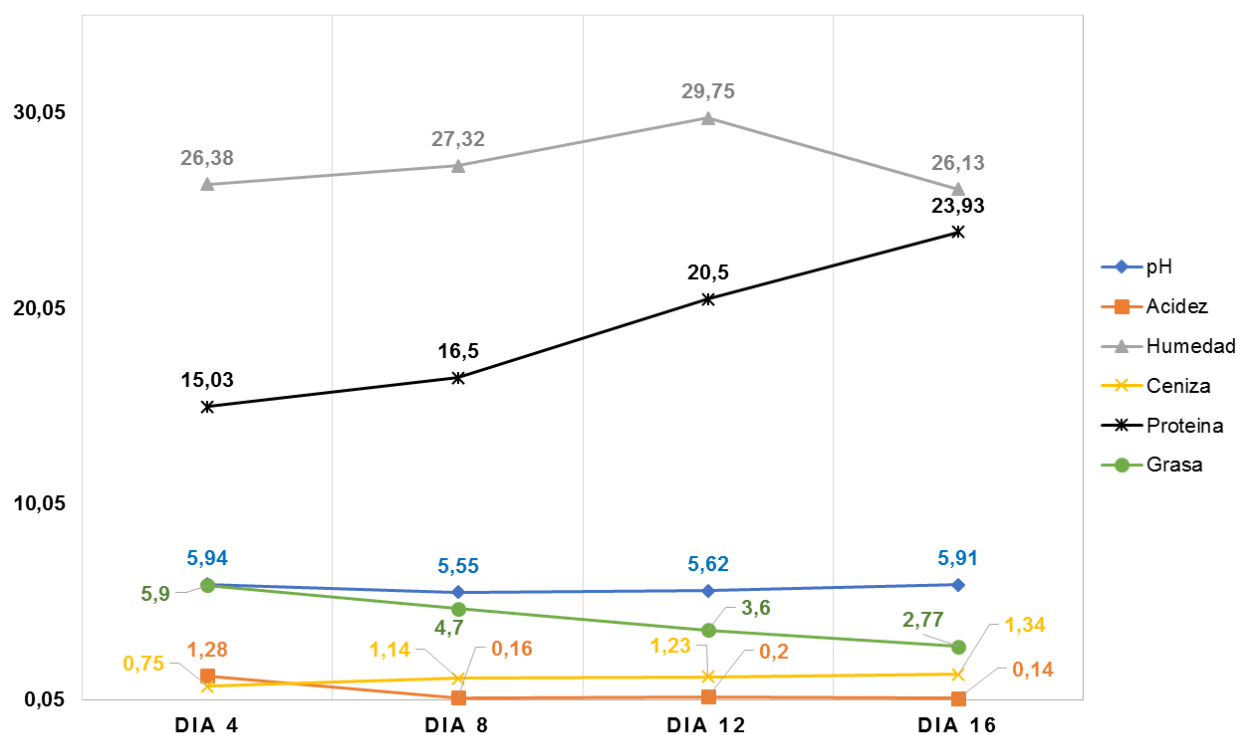


En la figura 32 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Pollo + *L. reuteri* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH fue de 5,65 al día 4 y al día 16 fue de 5,96; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 1,17% mientras que al día 16 de 0,12%; en cambio la humedad fue variable al día 4 de 26,65% mientras que al día 12 de 27,85% y al día 16 de 29,73%; en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 1,09% mientras que al 16 fue de 1,21%; en la proteína aumentó paulatinamente del día 4 al 16 desde 19,31% hasta 25,2%

respectivamente; por último en cuanto a grasa se redujo paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 12,23% a 11,23%.

Figura 33.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento

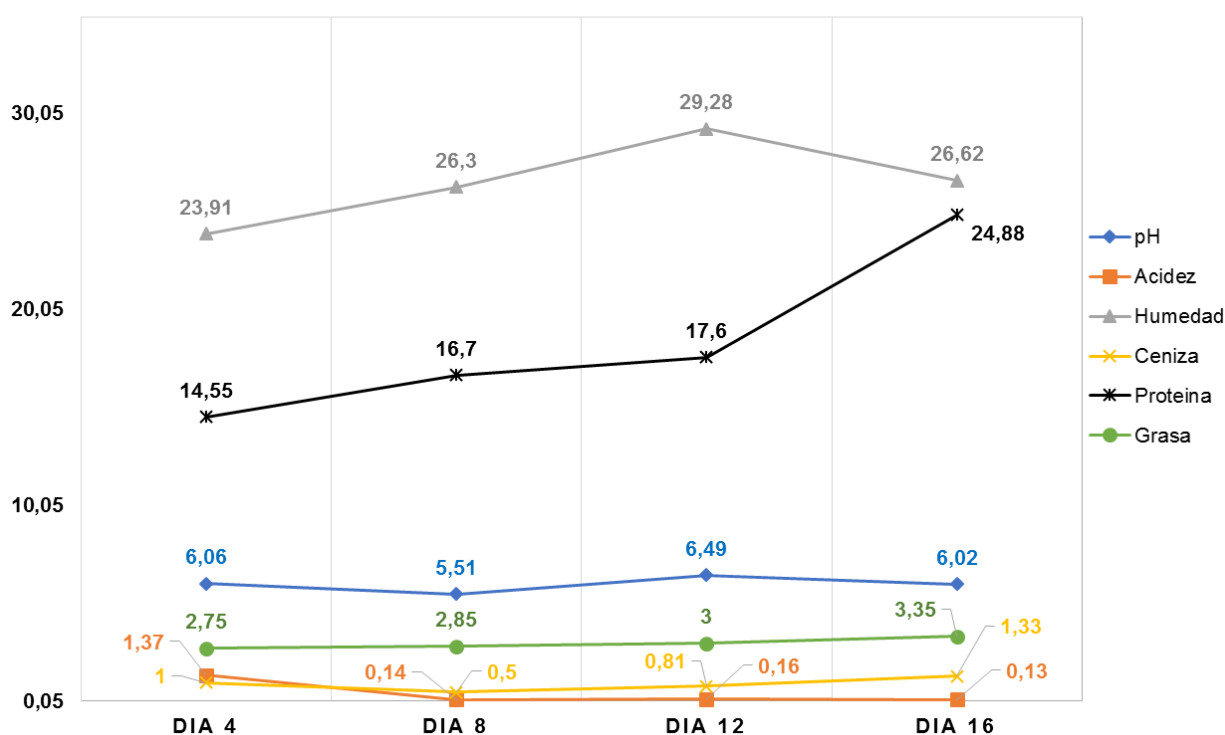


En la figura 33 se observa el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Pollo + *L. plantarum* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, en la cual la variación del pH se observó de 5,94 al día 4 y al día 16 fue de 5,91; en cambio en la acidez al día 4 fue de 1,28% mientras que al día 16 de 0,14%; en cuanto a la humedad fue mínimamente variable al día 4 de 26,38% mientras que al día 12 de 29,75% y al día 16 de 26,13%; en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 0,75% mientras que al 16 fue de 11,34%; en la proteína tuvo un crecimiento paulatinamente del día 4 al 16 desde 15,03% hasta 23,93% respectivamente; por último en cuanto a

grasa se redujo paulatinamente con el pasar los días desde un rango de 5,9% a 2,77%.

Figura 34.

Resultado de los análisis fisicoquímicos para Pollo + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, considerando el comportamiento de las variables en función del tiempo de almacenamiento



En la figura 34 se visualiza el comportamiento de las variables estudiadas en función del tiempo de conservación para Pollo + *L. plantarum* + $1,5 \times 10^9$ UFC/mL, en el cual el pH tuvo una decreciente mínima de 6,06 al día 4 y al día 16 fue de 6,02; en cuanto a la acidez al día 4 fue de 1,37% mientras que al día 16 de 0,13%; en cambio la humedad fue del día 4 de 23,91% mientras que al día 12 de 29,28% y al día 16 de 26,62%; en la ceniza se visualiza que al día 4 fue de 1% mientras que al 16 fue de 1,33%; en la proteína aumentó paulatinamente del día 4 al 16 desde 14,55% hasta

24,88% respectivamente; por último en cuanto a grasa se redujo mínimamente con el pasar los días desde un rango de 2,75% a 3,35%.

Resultados de la matriz de correlación de los componentes principales

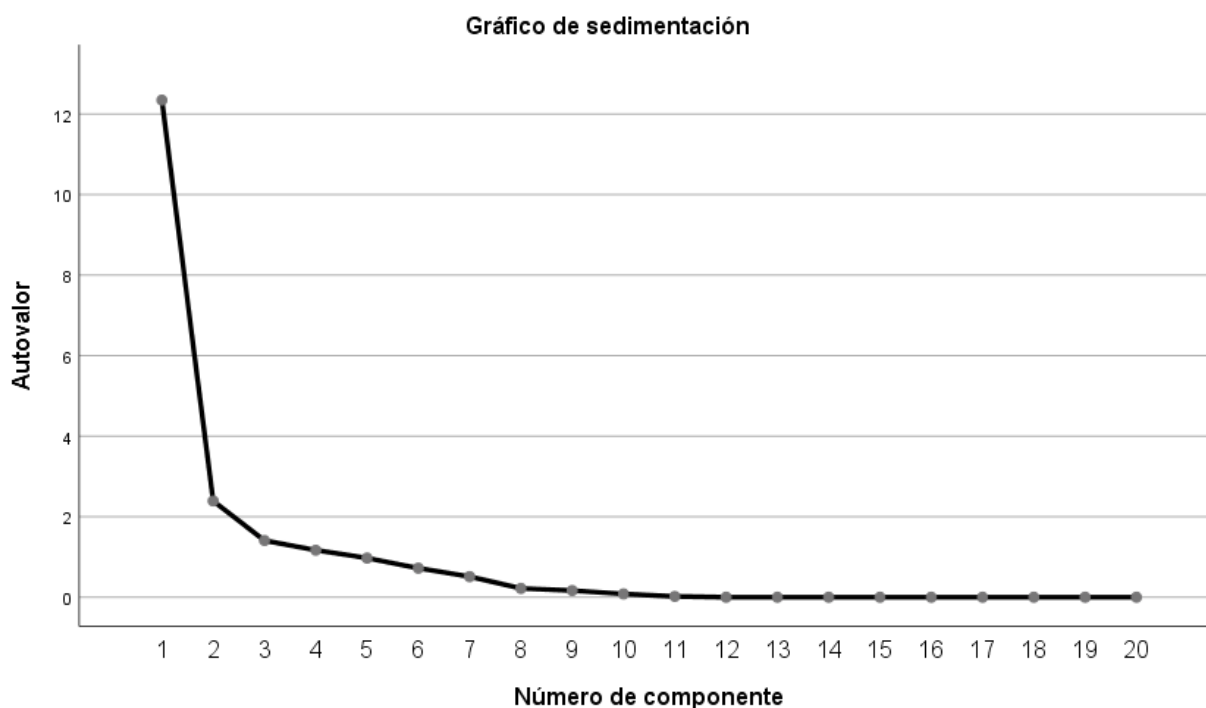
Tabla 55

Matriz de correlación de los componentes principales

Correlaciones	pH D4	pH D8	pH D12	pH D16	Acidez D4	Acidez D8	Acidez D12	Acidez D16	Humedad D4	Humedad D8	Humedad D12	Humedad D16	Ceniza D4	Ceniza D8	Ceniza D12	Ceniza D16	Proteína D4	Proteína D8	Grasa D4	Grasa D16
pH D4	1,000	0,953	0,908	0,975	-0,587	-0,900	-0,882	-0,590	0,783	0,798	0,911	0,858	0,475	0,756	0,688	0,494	0,320	0,184	-0,186	-0,654
pH D8	0,953	1,000	0,875	0,955	0,758	0,961	0,916	0,527	0,771	0,876	0,943	0,853	0,443	0,663	0,694	0,683	0,381	0,048	-0,126	-0,590
pH D12	0,908	0,875	1,000	0,951	0,505	0,831	0,820	0,679	0,655	0,765	0,901	0,672	0,295	0,761	0,671	0,471	0,152	0,360	0,089	-0,498
pH D16	0,975	0,955	0,951	1,000	0,618	0,907	0,859	0,639	0,734	0,821	0,928	0,835	0,472	0,713	0,683	0,565	0,223	0,238	-0,030	-0,619
Acidez D4	-0,587	0,758	0,505	0,618	1,000	0,789	0,738	0,367	0,679	0,828	0,734	0,653	0,464	0,477	0,673	0,919	0,472	0,454	0,117	0,230
Acidez D8	0,900	0,961	0,831	0,907	0,789	1,000	0,908	0,418	0,819	0,814	0,932	0,826	0,433	0,655	0,674	0,740	0,415	0,073	0,261	0,523
Acidez D12	0,882	0,916	0,820	0,859	0,738	0,908	1,000	0,554	0,885	0,873	0,907	0,797	0,453	0,780	0,867	0,725	0,614	0,018	0,245	0,590
Acidez D16	0,590	0,527	0,679	0,639	0,367	0,418	0,554	1,000	0,502	0,672	0,649	0,397	0,507	0,555	0,721	0,368	0,112	0,357	0,216	0,130
Humedad D4	0,783	0,798	0,911	0,858	0,679	0,819	0,814	0,801	1,000	0,743	0,801	0,772	0,707	0,771	0,871	0,653	0,571	0,099	0,527	0,456
Humedad D8	0,771	0,876	0,943	0,853	0,771	0,814	0,821	0,772	0,743	1,000	0,821	0,772	0,534	0,658	0,831	0,811	0,351	0,033	0,052	0,377
Humedad D12	0,901	0,943	1,000	0,901	0,734	0,907	0,907	0,649	0,801	0,821	1,000	0,705	0,415	0,696	0,737	0,651	0,446	0,117	0,076	0,449
Humedad D16	0,835	0,853	0,797	0,835	0,502	0,672	0,649	1,000	0,772	0,772	0,705	1,000	0,685	0,644	0,691	0,639	0,268	0,115	0,329	0,736
Ceniza D4	0,475	0,443	0,295	0,472	0,464	0,433	0,453	0,507	0,707	0,534	0,415	0,685	1,000	0,371	0,643	0,506	0,147	0,089	0,382	0,309
Ceniza D8	0,756	0,663	0,761	0,713	0,477	0,655	0,780	0,555	0,771	0,658	0,696	0,644	0,371	1,000	0,818	0,380	0,330	0,007	0,224	0,466
Ceniza D12	0,688	0,694	0,671	0,683	0,673	0,674	0,667	0,721	0,871	0,831	0,737	0,691	0,643	0,818	1,000	0,702	0,511	0,040	0,200	0,405
Ceniza D16	0,494	0,683	0,471	0,565	0,919	0,740	0,725	0,368	0,653	0,811	0,651	0,639	0,506	0,380	0,702	1,000	0,429	0,355	0,098	0,246
Proteína D4	0,320	0,381	0,152	0,223	0,472	0,415	0,414	0,112	0,571	0,351	0,446	0,268	0,147	0,330	0,511	0,429	1,000	0,191	0,338	0,365
Proteína D16	0,184	0,048	0,360	0,238	0,454	0,073	0,018	0,357	0,099	0,033	-0,117	0,115	0,089	0,007	0,040	0,355	0,191	1,000	0,426	-0,219
Grasa D4	-0,186	-0,126	0,089	0,030	0,117	0,261	0,245	0,216	0,527	0,052	0,076	0,329	0,382	0,224	0,200	0,098	0,338	0,426	1,000	0,074
Grasa D16	-0,654	-0,590	-0,498	-0,619	0,230	0,523	0,590	0,130	0,456	0,377	0,449	0,736	0,309	0,466	0,405	0,246	0,365	-0,219	0,074	1,000

Figura 35.

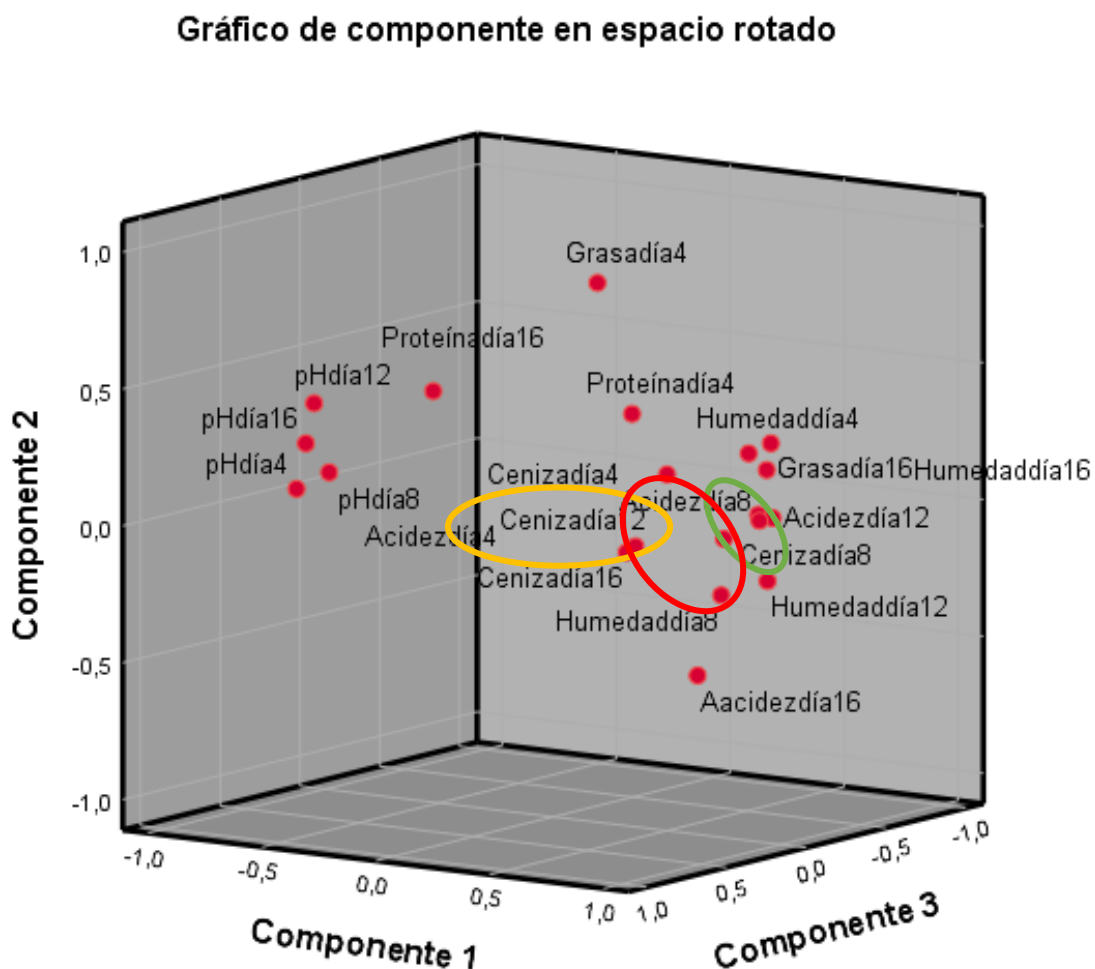
Gráfico de sedimentación



En la figura 35 se destacan los principales componentes que presentan mayor variabilidad en los cuales los componentes 1 hasta el 6 presentaron un 95% de variación; siendo así el componente 1 (pH día 4) con un 61,72% de varianza, el componente 2 (pH día 8) con el 11,95% y el 3 (pH día 12) con 7,04% siendo los más destacados.

Figura 36.

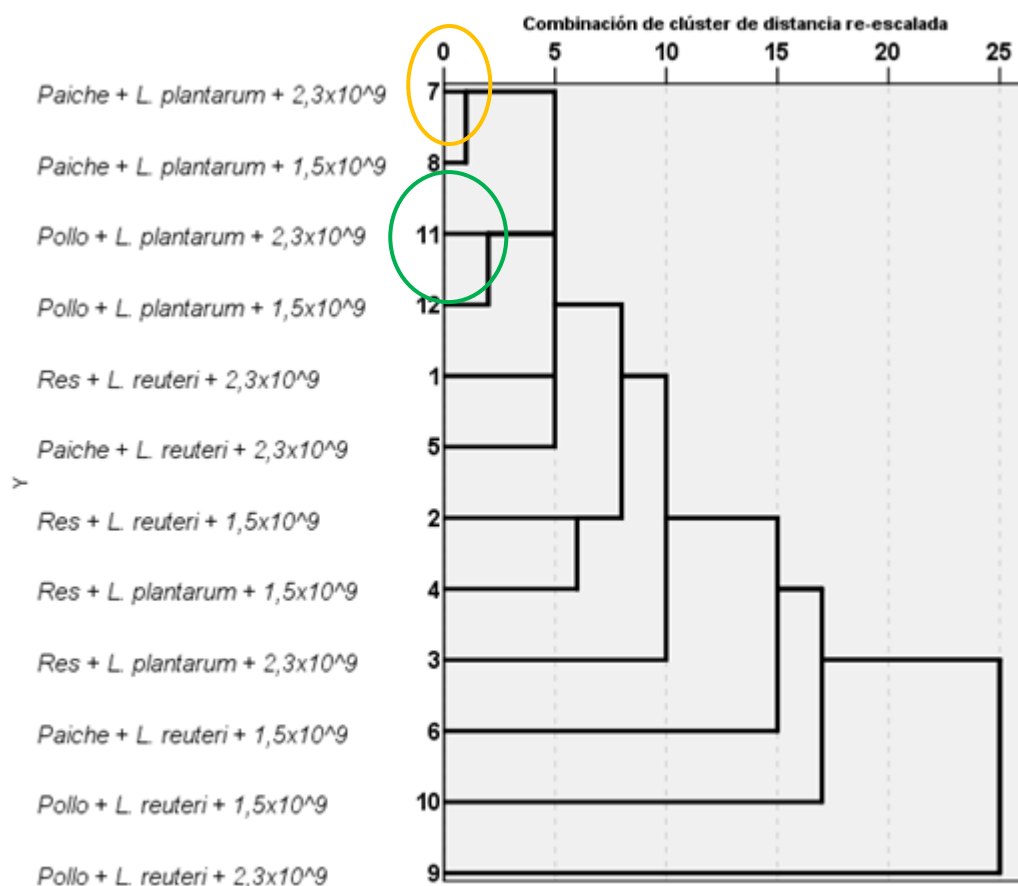
Componentes en espacio rotado



En la figura 36 se detalla que tan correlacionadas se encuentran las variables entre sí; siendo así que se obtuvo una fuerte correlación en el componente 3 entre: humedad al día 12 con acidez al día 8 (0,932); ceniza día 16 con acidez al día 4 (0,919); ceniza día 16 con humedad al día 8 (0,811).

Figura 37.

Dendograma para los tratamientos en estudio



En la figura 37 se muestra un Dendograma mediante Clúster jerárquico en la cual se observan las proximidades entre los tratamientos evaluados respecto a las variables estudiadas (pH, acidez, humedad, ceniza, proteína y grasa), en la cual se destacan dos grupos con estrechas relaciones siendo así grupo 1 entre los tratamientos T7 (Paiche+*L. plantarum*+ $2,3 \times 10^9$ UFC/mL) y T8 (Paiche+*L. plantarum*+ $1,5 \times 10^9$ UFC/mL); y el grupo 2 entre los tratamientos T11 (Paiche+*L. plantarum*+ $2,3 \times 10^9$ UFC/mL) y T12 (Paiche+*L. plantarum*+ $1,5 \times 10^9$ UFC/mL).

Resultados de los análisis microbiológicos

Tabla 56

Resultados de los análisis microbiológicos

Tratamientos	CC	EB	EC	SALX	LAB	AC	R Y M
T1	4,5	-	2,3	-	1,91	$5,9 \times 10^{-5}$	5×10^{-6}
T3	4	-	1,4	-	0,09	$2,3 \times 10^{-5}$	4×10^{-6}
T5	6	4	-	0,9	0,08	$8,2 \times 10^{-5}$	1×10^{-6}
T9	11,8	6,8	1	20,3	1,37	$5,1 \times 10^{-5}$	-
T11	16,4	20	2	25,1	2×10^{-3}	6×10^{-6}	-

Nota. CC = coliformes totales; EB = enterobacterias; EC = *E. coli*; SALX = salmonella; LAB = bacterias ácido lácticas; AC = aerobios; R Y M = mohos y levaduras

En la tabla 56 se observa el número de microorganismos presentes en las muestras de carnes con la aplicación de los dos tipos de bacterias *L. reuteri* y *L. plantarum* a una concentración de $2,3 \times 10^9$ UFC/mL; en la cual el conteo de las colonias para CC, EB, EC y SALX se realizó a una dilución de 10^{-1} siendo así que para coliformes totales (CC) el T3 (Res + *L. plantarum*) presentó menor crecimiento a diferencia del T11 (Pollo + *L. plantarum*); en cuanto a enterobacterias (EB) el T1 (Res + *L. reuteri*) y T3 (Res + *L. plantarum*) hubo ausencia de microorganismos en comparación al T11 (Pollo + *L. plantarum*); en base a *E. coli* (EC) el T5 (Paiche + *L. reuteri*) resultó mejor que el T1 (Res + *L. reuteri*); mientras que para Salmonella (SALX) existió ausencia de microorganismos en T1 (Res + *L. reuteri*) y T3 (Res + *L. plantarum*) y mayor crecimiento en T11 (Pollo + *L. plantarum*).

En lo que respecta a bacterias ácido-lácticas (LAB) a una disolución de 10^{-3} , se observó mayor crecimiento en T1 (Res + *L. reuteri*) a diferencia del T11 (Pollo + *L. plantarum*) cuyo crecimiento fue escaso.

Finalmente, en base a una disolución de 10^{-6} para aerobios, mohos y levaduras se observó que en T5 (Paiche + *L. reuteri*) existió mayor crecimiento a diferencia del T11 (Pollo+ *L. plantarum*); mientras que para mohos y levaduras tanto en T9 (Pollo+ *L. reuteri*) y T11 (Pollo + *L. plantarum*) no existió crecimiento alguno a diferencia del T1 (Res + *L. reuteri*).

Capítulo V

Discusión

. La conservación de la carne es un desafío constante para la industria alimentaria y para los consumidores, ya que se trata de un producto altamente susceptible a la proliferación de microorganismos patógenos y la degradación química y/o física, lo que puede llevar a la pérdida de calidad y, en casos extremos, a atentar contra la seguridad alimentaria. Por lo cual, el presente proyecto se basó en la aplicación de las BAL para la conservación de diferentes tipos de carnes; de tal manera que, se determinó el efecto que ejerce su aplicación sobre sus propiedades físico-químicas y microbiológicas, esto con la intención de mejorar su calidad y así contribuir con la sostenibilidad de la seguridad alimentaria.

Tipos de carne (Factor A)

Geletu et al., (2021) manifiestan que, la carne de vacuno con un pH inferior a 5,3 se considera blanda, pálida y exudativa, definición que coincidiría con el rango obtenido en este estudio (4,93 a 5,09). Neira et al., (2020) hallaron valores de pH entre 6,81 a 6,98 en conservas de paiche, que fueron superiores para este estudio (6,37 a 6,63). Según Valerio (2019) el pH del pollo broiler varía entre 5,96 a 6,18, lo que es similar a lo obtenido en este caso (5,81 a 6,17). Además, Valerio (2019) también especifica que, las variaciones en el pH son atribuibles a la genética, el ambiente de manejo del animal (24 horas antes del faenamiento), la susceptibilidad frente al estrés y el metabolismo.

Mientras que, en acidez la carne de res se situó entre 0,18 y 1,10%, valores que son comparables a los obtenidos por Arguello y Mendoza (2021) con 0,13 a 0,17%; el paiche el rango fue de 0,07 y 0,60%, siendo este último similar al rango reportado por Neira et al., (2020) con 0,33 a 0,74%. No obstante, en el caso del pollo, estos valores

estuvieron comprendidos entre 0,13 y 1,27%; que se asemejan a los obtenidos por Lazarte (2021) con 0,30 a 0,63%.

Para la variable humedad, en res se determinó un rango entre 27,65 a 31,06%, niveles que son bajos en comparación con el estudio de Delgado (2022) quien manifestó haber obtenido 74,96% de humedad; al igual que, en paiche los niveles fueron entre 23,22 y 26,39% versus el rango de 45,66 a 63,01 % reportado por Neira et al., (2020). En la carne de pollo, por otra parte, el porcentaje estuvo mediado entre 26,38 y 29,55%, niveles que resultan inferiores frente a los datos reportados por Valerio (2019) entre 71,98 a 72,98%.

No obstante, en cuanto a ceniza en la carne de res se obtuvo valores entre 1,05 en res y 1,21%, a diferencia de Delgado (2022) que determinó un valor promedio de 4,03%; En paiche los niveles de ceniza reportados por Neira et al., (2020) se encuentran en un rango de 0,48 a 1,97%; mientras que, en este estudio, se determinó un rango entre 0,81 a 1,02% por lo que resulta comparable con los datos obtenidos por los autores en mención. Pero, en la carne de pollo, Valerio (2019) refiere un porcentaje de 1,2% que también es similar al obtenido en este caso (0,93 a 1,28%). Conforme a Delgado (2022) los niveles de ceniza en la carne se pueden elevar durante el faenamiento por la acción mecánica sobre los huesos del animal.

En cuanto a proteína, en la carne de res se inició con 16,04% y se terminó con 16,82% y al final del ensayo; lo que concuerda con lo manifestado por Golebiewski et al., (2022) quienes expresaron que, el rango de proteínas en la carne de res por lo general se encuentra entre 15 a 23%. Por otra parte, en el caso del paiche, Reinoso (2021) reportó un 29,63% en proteína, valor que es superior al obtenido en este caso, ya que el rango hallado durante el desarrollo de la investigación fue de 13,33 a 18,35%. No obstante, para la carne de pollo, Valerio (2019) manifestó haber obtenido 20,40% en

esta especie; valor que se asemeja al porcentaje que se obtuvo durante el ensayo (entre 18,47% y 24,55%).

En cambio, para el porcentaje de grasa en la carne de res, se determinaron valores situados entre 6,57 a 8,64%; rango que está dentro de 0,7 a 10%, conforme a lo manifestado por Golebiewski et al., (2022). Mientras que, para el paiche, Reinoso (2021) determinó 2,15%, pero, en este caso los niveles fueron superiores (6,13 a 3,49); y, en cuanto al pollo, Bowker et al., (2023) reporta que este tipo de carne puede tener entre 15 a 20% de grasa, por lo cual se considera que los valores obtenidos en este estudio están fuera de ese rango, con 10,81 a 5,36 %. Conforme a Boles et al., (2022) los depósitos de grasa en los animales, se incrementan cuando la energía es mayor que los requerimientos del animal; por lo cual esta varía de acuerdo a la dieta, edad, la especie, la genética e incluso el ambiente (Valerio, 2019).

Tipos de bacterias (Factor B)

Conforme a Castro (2020) *L. reuteri* requiere de un pH entre 5 a 7,5 para su desarrollo; sin embargo, Håkansson et al., (2019) manifiesta que, existe una mejor tasa de supervivencia en pH 6,5; Para *L. plantarum*, en cambio, el pH para su crecimiento se ha establecido entre 5 y 6; sin embargo (Akbar y otros, 2020). Lo que indicaría que el pH determinado en los diferentes días de evaluación, se encuentran dentro del rango sugerido, tanto para el desarrollo de *L. reuteri* como para *L. plantarum*.

No obstante, la reducción del pH en el medio durante el día 8 asociada a la acidez titulable, puede estar relacionada con la producción de ácido láctico a partir de las BAL empleadas (Cueva, 2022). Por otra parte, incremento gradual de pH que se observó a partir del día 12, puede estar ligado a la aparición de bacterias de la familia Enterobacteriaceae (liberación de NH₃), *Bacillus* (producción de compuestos alcalinos), *Clostridium* (fermentación butírica = producción de NH₃ y ácido butírico) o proteolíticas

alcalinas (descomposición de la carne = liberación de NH_3) (Adeniyi et al., 2023); (Abalos et al., 2021).

Durante la fermentación producida por las BAL, parte del agua presente en la carne se combina con el ácido láctico, formando ácido láctico soluble en agua (Gómez & Guauque, 2019). Esta reacción pudo haber liberado agua que estaba retenida en la matriz de la carne, lo que contribuyó con el aumento de la humedad en el producto, ya que este es un ácido débil que se disocia en iones de hidrógeno y lactato en solución acuosa incrementando la concentración de protones en el medio (Benavides, 2019).

Por otra parte, el contenido de cenizas en las carnes generalmente está relacionado con la cantidad de minerales presentes en la materia prima original, así como con los ingredientes adicionales o condimentos que se agregan durante el procesamiento (Chiliquinga, 2022).

La aplicación de BAL no aumenta directamente la cantidad de proteínas en la carne, pero pueden tener un impacto en la estructura, la textura y la calidad de las proteínas existentes debido a la proteólisis y a las interacciones químicas entre las BAL y las proteínas (Dobson et al., 2022). Estos cambios suelen ser deseables en la producción de productos cárnicos curados y fermentados, ya que pueden mejorar la calidad del producto final.

La reducción en el porcentaje de grasa observado entre el día 4 a 16 se debe probablemente al proceso de fermentación y transformación de los componentes de la carne al utilizar bacterias ácido lácticas; esto puede atribuirse al consumo de carbohidratos procedentes de la grasa, por parte de las bacterias para la transformación a ácido láctico, ya que los utilizan como fuente de energía (Berri et al., 2021).

Concentraciones (Factor C)

El pH final de la carne determina el color de la carne, la capacidad de de agua y la textura de la misma (Geletu et al., 2021); además este parámetro está influenciado por la cantidad de microorganismos ya que cuando, sus poblaciones son mayores se produce también una cantidad considerable de ácido láctico que incrementa el pH, debido a su capacidad para solubilizarse (Cueva, 2022); lo que explicaría el incremento de pH en los días 8, 12 y 16 para ambas dosis.

No obstante, en cuanto a acidez se determinó diferencias únicamente en el día 16, por lo que se considera que las BAL pueden haber competido con otros microorganismos que también producen o consumen ácidos, regulando los niveles de acidez. Además, a medida que estos sustratos se agotan, la producción de ácido láctico puede disminuir, lo que también puede contribuir a mantener los niveles de acidez en un rango aceptable (Bai et al., 2021).

En cuanto al incremento de la humedad con respecto del inicio y final de la investigación; este cambio se debe a la actividad de agua que se produce en la matriz cárnica debido a la actividad de los macroorganismos (Gazda et al., 2022).

Los ácidos orgánicos producidos por las BAL, como el ácido láctico, pueden interactuar con las proteínas de la carne para formar complejos proteínas-ácido (Emkani y otros, 2022). Estos complejos pueden retener agua y mejorar la retención de humedad de la carne, lo que puede dar lugar a una carne más jugosa (Dobson y otros, 2022). Por lo tanto, se considera que ambas dosis permitieron una mejora en cuanto al nivel proteico por este fenómeno.

Las bacterias del ácido láctico sintetizan ácido láctico porque necesitan producir trifosfato de adenosina (ATP), mediante la fermentación anaeróbica. Esta energía

metabólica suministrada por la fermentación del ácido láctico es esencial para impulsar la maquinaria biosintética de la célula al ritmo necesario para el crecimiento y la supervivencia (Berri et al., 2021); por lo cual se considera que con altos niveles poblacionales se produce un mayor requerimiento de combustible para este proceso (carbohidratos); de tal manera que por esto se produjo una mayor reducción de la grasa con la dosis de $2,3 \times 10^9$ UFC/mL a diferencia de $1,5 \times 10^9$ UFC/mL

Interacción (A x B x C)

El pH al finalizar el proceso de la maduración de la carne debe situarse entre 5,4 y 5,6, de acuerdo a lo especificado por Valerio (2019). No obstante, según la normativa INEN 1-336 (2010), el pH de la carne no debe superar los 6,4 puntos en la escala, ni reducirse de 4,5, por lo que se considera que todos los tratamientos cumplen con este parámetro a excepción de aquellos en donde se utilizó carne de paiche, ya que su rango de pH va de 6,55 a 6,61; no obstante, este rango es cercano a lo especificado para el paiche en conservas (6,82 a 6,98) según Neira et al., (2020).

La acidez titulable se redujo con el tiempo; esta variable en una conserva de carne puede disminuir con el tiempo debido a la degradación de los ácidos presentes en el producto. Esto podría ser causado por reacciones químicas naturales, actividad enzimática, crecimiento de microorganismos indeseados o la interacción entre los componentes de la carne y el ambiente de la conservación (Gómez & Guauque, 2019).

En humedad se determinó diferencias no superiores a 10% de forma general. Según Valerio (2019) en el caso del pollo expresa que la humedad, influye sobre la coloración de la carne; por lo cual, a mayor contenido de humedad más oscura se torna la pieza.

Los niveles de ceniza dependen de la cantidad de minerales que posee la carne del animal en función del tipo de alimentación durante su crianza (Chiliquinga, 2022); por lo cual, se considera que la res y el pollo tienen valores similares ya que van de 1,14 a 1,33% y 1,21 a 1,34% respectivamente; mientras que el paiche posee niveles un poco más reducidos de 0,93 a 1,08%.

Según la NTE 1 336 del INEN (2010), para las conservas de carne lo ideal es que estas presenten niveles de proteína desde el 10%; hecho que se cumple en todos los tratamientos ya que, en carne de res los niveles de proteína fueron de 17,55 a 17,79%, mientras que en paiche se situaron en un rango de 13,69 a 20,56% y en pollo este parámetro fue de 23,93 a 25,20%.

En cuanto al contenido de grasa, según lo referido por Delgado (2022) en la carne de res se considera como “prime” a aquella que posee 14,8% de grasa, “choice” a la que contiene 7,9% y “selecta” la que presenta 5,4%, por lo cual, los tratamientos: Res + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/ml podrían estar considerados dentro de este estándar; mientras que, el resto podría estar catalogados como “choice”. En cuanto al paiche, este se clasificaría como un pez semi graso, ya que según Fernández (2019) los niveles en este caso van de 2,5 a 6%. No obstante, en cuanto al pollo según especifica Misaray (2020), el pollo suele tener índices de grasa de hasta 2,70%, no obstante, el porcentaje puede variar en función de la pieza utilizada.

Microbiológicos

Conforme al RTE INEN 056 (2011) la carne comestible puede tener un mínimo de $1,0 \times 10^6$ hasta $1,0 \times 10^7$ UFC/g de aerobios mesófilos; por lo que se considera que T5 (Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/ml) es apto para el consumo humano; ya que, no se determinó la presencia de *E. coli* durante el análisis microbiológico.

L. reuteri produce reutericiclina, que es una clase de portador de protones con propiedades antimicrobianas de amplio espectro, pero es ineficaz contra las bacterias Gram-negativas; actúa a través de los protones, en el citoplasma y la disipación del gradiente de pH transmembrana de efecto citoplásmico ácido y la inhibición del crecimiento microbiano dañino. Puede inhibir el crecimiento de *Streptomyces* (Duan y otros, 2023).

Capítulo VI

Conclusiones

Se concluye que las bacterias ácido lácticas (*Limosilactobacillus reuteri*, *Lactobacillus plantarum*) y sus concentraciones, influyen sobre la conservación de distintos tipos de carnes: res, paiche, pollo, puesto que se identificaron cambios en las diferentes variables físico químicas y a nivel microbiológico.

Tipos de carnes (Factor A)

En base a los análisis fisicoquímicos realizados a los diferentes tipos de carnes (res, paiche, pollo) se pudo determinar que los valores de las siguientes variables presentaron rangos de: 5,06-6,58 en pH; acidez 0,13% a 0,18%; en humedad 23,65% a 28,85%; ceniza 1,02% a 1,28%; proteína 16,82% a 24,55%; en grasa 3,49% a 8,64%; por lo tanto, el tipo de carnes influyó en todos los parámetros evaluados.

Tipos de bacterias (Factor B)

Las bacterias ácido lácticas estudiadas tanto *L. reuteri* y *L. plantarum* demostraron de acuerdo a los análisis fisicoquímicos que existió influencia directa sobre el pH, acidez y humedad. En este caso, *L. reuteri* obtuvo mayores índices de acidez y humedad sobre *L. plantarum* lo que indicaría una actividad más dinámica de la segunda especie debido a la reducción de humedad y pH que son el resultado del incremento en la producción de ácido láctico y su consecuente disociación que tiende a acidificar el medio. Además, con *L. plantarum* se identificó mayor contenido de proteína (20,03%) y grasa (5,98%).

Concentraciones (Factor C)

En cuanto a las concentraciones de BAL aplicadas; estas solo demostraron efecto en la acidez, humedad, así como también sobre el contenido de grasa y proteína. Los porcentajes más bajos de proteína (19,31%) y grasa (4,18%) se determinaron con $2,3 \times 10^9$ UFC/ml; lo que podría indicar un efecto negativo de la alta población de BAL en la conservación de las carnes.

Interacción A x B x C

Conforme a la norma INEN 1-336 (2010), en los tratamientos donde se utilizó carne de res y pollos son aceptables ya que el rango establecido va de 4,5 a 6,4 puntos en la escala; mientras que el pH de los tratamientos aplicados en paiche son inherentes a su composición original. No obstante, en cuanto a los niveles de proteína, según la norma INEN 1 336 todos los tratamientos están sobre el rango mínimo que es de 10%, puesto que, se determinó valores comprendidos entre 14,34 a 17,79% para la carne de res, 13,69 a 20,22% en paiche y 23,93 a 24,88%. Finalmente, en cuanto a los tratamientos evaluados a nivel microbiológico, solamente T5: *Paiche* + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL presentó niveles aceptables conforme a RTE INEN 056 ya que no se halló la presencia de *E. coli* y bajos niveles de aerobios.

Recomendaciones

En base a los análisis fisicoquímicos realizados en los diferentes tipos de carnes, se sugiere la carne de paiche puesto a las características fisicoquímicas y microbiológicas que se presentaron en los resultados. Además, presenta un excelente resultado en cuanto en presencia de *E. coli* y bajos niveles de aerobios.

Se recomienda la bacteria *L. reuteri* debido a que mostro mediante los controles realizados en los análisis fisicoquímicos, que esta reduce la grasa debido a que esta bacteria consume los carbohidratos como fuente de energía por parte de las bacterias ácido lácticas.

Para la obtención de excelentes características fisicoquímicas y microbiológicas es ideal el tratamiento T5: Paiche + *L. reuteri* + $2,3 \times 10^9$ UFC/mL, presento niveles aceptables conforme a RTE INEN 056 ya que no se halló la presencia de *E. coli* y bajos niveles de aerobios.

Bibliografía

- Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos. (2003). *Introducción a la tecnología de alimentos*. México: Limusa S.A. De C.V.
https://www.google.com.ec/books/edition/Introducci%C3%B3n_a_la_Tecnolog%C3%ADa_de_Alimen/V2lqmVapJWkC?hl=es&gbpv=1&bshv=nce/1
- Akbar, N., Ali, N., Almansouri, T., Asim, N., Attacha, S., Khalid, M., . . . Williamson, M. (2020). Probiotic Properties of *Lactobacillus helveticus* and *Lactobacillus plantarum* Isolated from Traditional Pakistani Yoghurt. *Biomed Research International*, 1-17.
<https://doi.org/10.1155/2020/8889198>
- Alvarez-Sieiro, P., Montalbán, M., Dongdong, M., & Kuipers, O. (2016). Bacteriocins of lactic acid bacteria: extending the family. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1(3), 2939-2951. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7343-9>
- Arguello, J., & Mendoza, J. (2021). *Bioconservación de carnes para el consumo humano con la adición de mucílago de cacao (Theobroma cacao L.)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
<https://doi.org/https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7d63c6dc-4805-4bd6-b69f-72c0e0275a5e/content>
- Avivi, R., Gvawali, R., Krastanov, A., Alialoud, S., Worku, M., Tahergorahi, R., . . . Ibrahim, S. (2020). Lactic Acid Bacteria: Food Safety and Human Health Applications. *Human Health Applications Dairy*, 1(3), 202-232. <https://doi.org/10.3390/dairy1030015>
- Bantawa, K., Rai, K., Subba, D., & Khanal, H. (2018). Food-borne bacterial pathogens in marketed raw meat of Dharan, eastern Nepal. *BMC Research Notes*, 11, 618-623.
<https://doi.org/10.1186/s13104-018-3722-x>

Benavides, M. (2019). *Aplicación de la fermentación láctica como estrategia de transformación y valoración de matrices vegetales*. Universidad Nacional de Colombia.

<https://doi.org/https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/669678/TMABM1de1.pdf;jsessionid=361EBF2A15D01F86A65279EBF3C3379D?sequence=2>

Boles, J., DelCurto, H., Schumacher, M., & Thomson, J. (2022). Fat Deposition and Fat Effects on Meat Quality—A Review. *Animals*, 12(12), 15550.

<https://doi.org/10.3390/ani12121550>

Bonnet, C., Bouamra-Z, Réquillart, V., & Treich, N. (2020). Viewpoint: Regulating meat consumption to improve health, the environment and animal welfare. *Food Policy*, 97, 101847-. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101847>

Bowker, B., Choi, J., Kong, B., Kyun, W., & Zhuang, H. (2023). Nutritional Strategies to Improve Meat Quality and Composition in the Challenging Conditions of Broiler Production: A Review. *Animals*, 13(8), 1386. <https://doi.org/10.3390/ani13081386>

Carolina, A. (2001). *Tecnología de la carne*. EUNED.

Castro, A. (2020). *Cultivo de lactobacillus reuteri en solitario y en cocultivo con Escherichia coli a 37°C*. Universidad de Valladolid.

<https://doi.org/https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42163/TFG-M-N2012.pdf?sequence=1>

Chiliquinga, L. (2022). *Determinación de ácidos grasos saturados e insaturados en la carne de conejos producidos en la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.

<https://doi.org/https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34965/1/BQ%20306.pdf>

CONAVE. (2021). CONAVE presenta las Estadísticas del Sector Avícola. CONAVE.

Conejo, A. (2019). *Evaluación de las nuevas tecnologías en el desarrollo de productos cárnicos saludables*. Universidad Politécnica de Madrid.

https://doi.org/https://oa.upm.es/56983/1/TFG_ANGELA_CONEJO_MAGAN.pdf

Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. (28 de Junio de 2021). *CONAVE presenta las Estadísticas del Sector Avícola*. CONAVE: <https://conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola/>

Cueva, J. (2022). *Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en dos variedades de café (Mucílago), Coffea arabica y Coffea canephora, para la bioconservación de col (Brassica oleracea) y lechuga (Lactuca sativa)*. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

<https://doi.org/http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/32551/T-ESPESD-003235.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Darbandi, A., Asadi, A., Mahdizade, M., Ohadi, E., Talebi, M., Halaj, M., . . . Kakanj, M. (2021). Bacteriocins: Properties and potential use as antimicrobials. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 36(1), 24093-24133. <https://doi.org/10.1002/jcla.24093>

Delgado, A. (2022). *Determinación de la incidencia de la composición lipídica y bromatológica de la carne de res y cerdo comercializada en la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.

<https://doi.org/https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34201/1/t1932mqum.pdf>

Delgado, L. (2018). *Mayor valor agregado al Arapaima gigas (Paiche) en la obtención de hamburguesa*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

https://doi.org/https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5668/Lysbel_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Díaz Cañón, Y. A., & Salgado Gasca, J. T. (06 de Julio de 2022). BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS COMO BIOCONSERVANTES EN CARNES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Bogotá.
<https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/5670/BACTERIAS%20%C3%81CIDO%20L%C3%81CTICAS%20COMO%20BIOCONSERVANTES%20%281%29%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dobson, R., Harper, A., Moggré, G., & Morris, V. (2022). Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria. *Microbial biotechnology*, 15(5), 1404-1421.
<https://doi.org/10.1111/1751-7915.14008>
- Du, K., Wuertz, S., Adolphi, M., Kneitz, S., Stock, M., Oliveira, M., . . . Scharl, M. (2019). The genome of the arapaima (*Arapaima gigas*) provides insights into gigantism, fast growth and chromosomal sex determination system. *Scientific Reports*, 5293, 9.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-41457-x>
- Duan, Y., Jiang, J., Li, K., Li, Z., Tang, J., & Zhong, A. (2023). *Limosilactobacillus reuteri* Regulating Intestinal Function: A Review. *Fermentation*, 9(1), 19.
<https://doi.org/10.3390/fermentation9010019>
- Emkani, M., Oliete, B., & Saurel, R. (2022). Effect of Lactic Acid Fermentation on Legume Protein Properties, a Review. *Fermentation*, 8(6), 244.
<https://doi.org/10.3390/fermentation8060244>
- Fernández, C. (20 de Octubre de 2019). Pescados azul, blanco o semigraso: beneficios según cada tipo. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.es/tipos-pescado-beneficios-clasificacion-512127>
- Fidan, H., Esatbeyoglu, T., Simat, V., Trif, M., Tabanelli, G., Kostka, T., . . . Ozogul, F. (2022). Recent developments of lactic acid bacteria and their metabolites on foodborne

- pathogens and spoilage bacteria: Facts and gaps. *Food Bioscience*, 40, 101741.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101741>
- Fondo Nacional Avícola. (2018). *Pollo un mundo de beneficios*. Fondo Nacional Avícola - FENAVI. <https://doi.org/https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/02/Cartilla-javeriana-El-pollo-y-la-salud.pdf>
- Gazda, P., Keska, P., Kolozyn, D., Silka, L., & Stadnik, J. (2022). Influence of LAB Fermentation on the Color Stability and Oxidative Changes in Dry-Cured Meat. *Applied Sciences*, 12(22), 11736. <https://doi.org/10.3390/app122211736>
- Geletu, U., Ibrahim, A., Mummed, Y., & Usmael, M. (2021). Quality of Cattle Meat and Its Compositional Constituents. *Veterinary Medicine International*, 2021, 7340495.
<https://doi.org/10.1155/2021/7340495>
- Golebiewski, M., Grodkowski, G., Kostusiak, P., Puppel, K., Sakowski, T., Solarczyk, P., & Slószarz, J. (2022). Genetic and Environmental Determinants of Beef Quality—A Review. *Frontiers Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.819605>
- Gómez, S., & Guauque, M. (2019). Ácido láctico: una revisión sobre los métodos de determinación y purificación. *Biociencias*, 14(2), 149-175.
<https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7380551.pdf>
- González, O., Mantilla, C., Romero, D., Basurto, I., Mera, P., & Ruiz, S. (2022). ¿Cuánto pescado consumimos en el Ecuador el 2021? *Cámara Nacional de Pesquería*.
- Guerrero, D. (2022). *Extracción del paiche (Arapaima gigas) en periodo de veda y su influencia en la conservación de la especie, Pucallpa 2020*. Universidad Nacional de Ucayali.
https://doi.org/http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5549/B6_2022_UNU_INGENIERIA_AMBIENTAL_T_2022_DEIFI_GUERRERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gutiérrez, M. (10 de Julio de 2020). *Ecuador promueve consumo del pollo: Alto valor nutricional para su población*. AviNews: <https://avinews.com/ecuador-promueve-consumo-pollo-alto-valor-nutricional/>
- Håkansson, S., Hernández, A., Larsson, C., Niel, E., Sawicki, R., & Roos, S. (2019). Impact of the fermentation parameters pH and temperature on stress resilience of *Lactobacillus reuteri* DSM 17938. *AMB Express*, 9, 66. <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0789-2>
- Hernández-González, J., Martínez-Tapia, A., Lazcano-Hernández, G., García-Pérez, B., & Castrejón, N. (2021). Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria. A powerfull alternative as antimicrobials. *Animals*, 11(4), 979-996. <https://doi.org/10.3390/ani11040979>
- Horcada, A., & Polvillo, O. (2010). *Conceptos Básicos sobre la carne*. Universidad de Sevilla . <https://doi.org/https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40940/horconcep113a140.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *NTE INEN 1 336*. <https://ia902906.us.archive.org/20/items/ec.nte.1336.2010/ec.nte.1336.2010.pdf>.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano: RTE INEN 056*. [https://www2.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/cfdf5e0f9fe8566c032579de005f938a/\\$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%B0%2011183-2011.pdf](https://www2.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/cfdf5e0f9fe8566c032579de005f938a/$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%B0%2011183-2011.pdf).
- Katare, B., Wang, H., Lawing, J., Hao, N., Park, T., & Wetzstein, M. (2020). Toward Optimal Meat Consumption. *American Journal of Agricultural Economics*, 102(2), 662-680. <https://doi.org/10.1002/ajae.12016>

- Kaveh, S., Bagher, S., Abedi, E., Javad, M., & Conte, F. (2023). Bio-Preservation of Meat and Fermented Meat Products by Lactic Acid Bacteria Strains and Their Antibacterial Metabolites. *Sustainability*, 15(13), 10154-10171. <https://doi.org/10.3390/su151310154>
- Lazarte, M. (2021). *Evaluación del efecto de conservación de carne de pollo por bacterias ácido lácticas y empackado al vacío*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <https://doi.org/https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/08161f3a-7d73-42c1-806e-57c1b05a35e7/content>
- Misaray, G. (2020). *Conservas de pollo (Gallus gallus domesticus)*. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". <https://doi.org/https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3855/Conservas%20de%20pollo%20%28Gallus%20gallus%20domesticus%29%20tipo%20cau%20cau.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nalon, E., Contiero, B., Gottardo, F., & Cozzi, G. (2021). The Welfare of Beef Cattle in the Scientific Literature From 1990 to 2019: A Text Mining Approach. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 588749 - 588761. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.588749>
- Neira, J., Giler, E., Plua, J., & Sánchez, S. (2020). Características bromatológicas, físicas y organolépticas de conservas de paiche (Arapaimas gigas) en aceite de sachá inchi (Plukenetia huayllabambana), ajonjolí (Sesamum indicum) y maní (Arachis hypogaea). *Revista Ingeniería e Innovación*, 37-49. <https://doi.org/https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2417>
- Odeyemi, O., Alegbeleye, O., Strateva, M., & Stratev, D. (2020). Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 311-331. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12526>

- Pacholewicz, E., Swart, A., Wagenaar, J., Lipman, L., & Havelaar, A. (2016). Explanatory variables associated with *Campylobacter* and *Escherichia coli* concentrations on broiler chicken carcasses during processing in two slaughterhouses. *Journal Food Protection*, 79(12), 2038-2047. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-064>.
- Pino, E., De Carvalho, R., Barata, R., Peixoto, M., Da Silva, N., Costa, E., & Henriques, L. (2020). Evaluation of muscle cuts of pirarucu (*Arapaima gigas*) and sous vide product characterization and quality parameters. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 20(100200). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100200>
- Pires, I., Willis, S., Leao, A., Tovar, J., Crossa, M., Foresti, F., . . . Hrbek, T. (2019). The largest fish in the world's biggest river: Genetic connectivity and conservation of *Arapaima gigas* in the Amazon and Araguaia-Tocantins drainages. *Plos One*, 14(8), 220882. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220882>
- Reinoso, E. (2021). *Potencialidad zootécnica productiva de la cría de paiche (Arapaima gigas) en la Amazonía ecuatoriana*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://doi.org/http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16269/1/17T01684.pdf>
- Rouger, A., Tresse, O., & Zagorec, M. (2017). Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species, and Dynamics. *Microorganisms*, 5(3), 50-66. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5030050>
- Ruiz, C., Herrero, A., Pintado, T., & Delgado, G. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods*, 10(2), 429. <https://doi.org/10.3390/foods10020429>
- Signorini Porchieto, M. L. (Octubre de 2002). EFECTO DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS CÁRNICAS. México.

<http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=6504&docs=UAM6504>
 .PDF

Signorini, M. (Junio de 2007). Microbiología de carnes envasadas al vacío y la biopreservación como medio para prolongar la vida de anaquel. *Nacameh*, 1(1), 24-40.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3986981>

Sosnicki, A., & Knap, P. (2022). *Pig carcass composition and meat quality as delineated by breeding and genetics*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85125-1.00088-0>

Szymanski, P., Zielinska, D., Okon, A., & Lepecka, A. (2023). Meat Microflora and the Quality of Meat Products. *Foods*, 12(9), 1895. <https://doi.org/10.3390/foods12091895>

The Inca Trail. (14 de Noviembre de 2021). *Producción cárnica ecuatoriana*. The Inca Trail: <https://incatrailfoods.com/news/produccion-carnica-ecuatoriana/>

Valerio, D. (2019). *Análisis de las características físicas, químicas y sensoriales de la carne proveniente de aves reproductoras pesadas, así como de su potencial técnico como materia prima*. Universidad de Costa Rica.

<https://doi.org/https://zootecnia.ucr.ac.cr/images/tesis/pdfs/valerio-garita-diana-carolina.pdf>

Wang, Y., Wu, J., Ly, M., Shao, Z., Hungwe, M., Wang, J., . . . Geng, W. (2021). Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and the Expanding Applications in Food Industry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9.

<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.612285>

Yucel, B., & Taskin, T. (2018). *Quality of Chicken Meat*. IntechOpen.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.69938>

Zapasnik, A., Sokolowska, B., & Bryla, M. (2022). Role of Lactic Acid Bacteria in Food Preservation and Safety. *Foods*, 11(9), 1283-1300.

<https://doi.org/10.3390/foods11091283>

Zapasnik, Sokolowska, & Bryla. (2022). Role of Lactic Acid Bacteria in Food Preservation and Safety. *Foods*, 1283-1300.

Zhu, Y., Wang, W., Li, M., Zhang, J., Ji, L., Zhao, Z., . . . Chen, L. (2022). Microbial diversity of meat products under spoilage and its controlling approaches. *Frontiers Nutrition and Food Science Technology*, 9, 1078201-1078209.

<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1078201>