



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Título de Unidad de Integración Curricular:

**“INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* Sims.) EN LAS
CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS Y FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE DE
MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*) EN EL CANTÓN MOCACHE”**

Autor:

Jessica Magaly Viri Orellana

Auspicio Académico:

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2019



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

[E.mail.info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec) /fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Viri Orellana Jessica Magaly** declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Viri Orellana Jessica Magaly

C.I.: 172479096-7

AUTOR



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

E.mail.info@uteq.edu.ec /fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **DR. Ítalo Espinoza Guerra, M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Viri Orellana Jessica Magaly**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* Sims.) EN LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS Y FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*) EN EL CANTÓN MOCACHE”** previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

DR. Ítalo Fernando Espinoza Guerra, M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dr. Ítalo Espinoza Guerra docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias y como director certifico que la unidad de integración curricular de la estudiante VIRI ORELLANA JESSICA MAGALY TITULADA: **“INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis Sims.*) EN LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS Y FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*) EN EL CANTÓN MOCACHE”** fue ingresado a la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 0 % **“INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis Sims.*) EN LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS Y FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*) EN EL CANTÓN MOCACHE”** lo cual está considerado dentro de los parámetros aceptables que establecen el reglamento e instructivos de la unidad de integración curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	URKUND JESSICA VIRI.docx (D59619188)
Submitted:	11/25/2019 9:42:00 PM
Submitted By:	iespinoza@uteq.edu.ec
Significance:	0 %



Dr. Ítalo Espinoza Guerra
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título:

“INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* Sims.) EN LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS Y FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*) EN EL CANTÓN MOCACHE”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria.



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. José Romero Romero



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Dr. Diego Romero Garaicoa



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Raquel Guerrero Chuez

QUEVEDO - LOS RIOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por permitirme darme la oportunidad de cumplir mi segunda meta, que es graduarme como INGENIERA AGROPECUARIA, brindándome buena salud y guiarme en este proceso de adquirir mi propósito profesional, a mis padres, que son el pilar de mi vida, motivación de cada día y ser el ejemplo de la perseverancia, lealtad y respeto en mi vida.

Un enorme agradecimiento al Dr. Tuarez por brindarme apoyo incondicional a inicios de convalidación de materias, por su paciencia y constancia en todo el proceso, no quiero dejar de nombrar al Dr. Diego Romero por ser un excelente docente, ser comprensivo y guía en mi trabajo de investigación al Ing. David Zapatier por apoyarme en trabajo de laboratorio, siempre brindando sus amplios conocimientos y mostrar ser una buena Espinoza persona.

Mi sincera gratitud a mi tutor, el Dr. Ítalo Guerra, por haberme guiado no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino también como docente en los años de mi carrera universitaria por haber brindado su apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores con absoluta paciencia, ganándose mi admiración, respeto y agradecimiento.

No quiero olvidar a mis amigas Andrea Díaz, Magaly Puente que me brindaron su apoyo en esta etapa de formación y aprendizaje, a mi compañero Harold Haón ayudándome en aquellos días de laboratorio que fueron los más difíciles de este trabajo de investigación y, agradezco también a mis compañeros tesistas por su colaboración.

DEDICATORIA.

La familia es una de las bendiciones más preciadas de la vida, sin el apoyo de ellos uno no puede conseguir la fuerza para lograr cada objetivo en la vida, por esta razón, dedico este logro antes que todo a Dios, a mis Padres Segundo Viri y María Orellana por darme la vida, brindándome siempre sus consejos incondicionalmente, enseñándome los valores como son el respeto, la lealtad y forjando mi personalidad, animándome en cada decisión y mostrándome que lograr cada meta es jamás desmayar en el proceso por más difícil que parezca.

Dedico también a mis hermanas Fanny Viri por brindarme su soporte desde el inicio de mi vida académica, siempre apoyándome en cada momento sin importar las circunstancias, a Mireya Viri por contar con sus consejos y apoyo moral; también este logro es dedicado a Kenny Viri, mi sobrino, que considero como mi hermano, todos ellos son y serán el motivo para seguir avanzando con mis proyectos en mi vida.

Jessica Viri Orellana.

RESUMEN.

La investigación tuvo como objetivo determinar las características microbiológicas y fermentativas de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims). Se ejecutó en el Laboratorio de Rumiología en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo–El Empalme, Recinto San Felipe, Cantón Mocache. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones: **T1** con 100% maíz forrajero (Testigo); **T2** 75% forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de maracuyá; **T3** 50% forraje de maíz con inclusión 50% de cáscara de maracuyá; **T4** 25% forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de maracuyá y **T5** 100% cáscara de maracuyá. Se evaluaron las variables bacterias ácido lácticas, hongo, levaduras y de estabilidad aeróbica (pH y temperatura). Al analizar el crecimiento de las Bacterias Ácido Lácticas en los microsilos de maíz no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos evaluados. El crecimiento de hongos tampoco presentó diferencia entre tratamientos, mientras, el crecimiento de levaduras fue significativo, donde el T5 presentó el menor crecimiento de hongos con 7,46 UFC mL⁻⁶. Las diferenciaciones de temperatura en los diferentes tratamientos en función del tiempo, se observó que el tratamiento de mayor temperatura fue T1 a las 120 horas con 28.4 °C, sin embargo, se visualizó que el resto de tratamientos sostenía entre 26 °C a 27 °C donde existió mayor crecimiento de la población bacteriana. Al igual que la temperatura, se valoró el pH con un intervalo de 24 horas y la última evaluación fue a las 144 horas (7 días), obteniendo cambios de pH en los diferentes tratamientos y en función del tiempo. Los tratamientos sin y con inclusión de cáscara de maracuyá tuvieron un pH promedio de 5 desde las 24 h a 96 horas, indicando acidez en los tratamientos. No obstante, a las 144 horas los T1, T2, T3, T4 y T5 alcanzaron un rango de pH de 7.43 a 7.83 lo cual demostró alcalinidad en todos los tratamientos.

Palabras Claves: estabilidad aeróbica, ensilaje, maracuyá, características microbiológicas.

ABSTRACT.

The objective of the research was to determine the microbiological and fermentative characteristics of forage maize silage (*Zea mays*) with inclusion levels of passion fruit peel (*Passiflora edulis* Sims). It was executed in the Rumiology Laboratory in the experimental farm "La María", in the State Technical University of Quevedo, located at Km 7 of the Quevedo - El Empalme road, San Felipe, Mocache. A Completely Random Design (CRD) was used, with five treatments and five replications: T1 with 100% fodder corn (control); T2 75% fodder corn including 25% passion fruit husk; T3 50% fodder corn including 50% passion fruit peel; T4 25% fodder corn including 75% passion fruit peel and T5 100% passion fruit husk. The variables of lactic acid bacteria, fungus, yeasts and aerobic stability (pH and Temperature) were evaluated. Upon analyzing the growth of the lactic acid bacteria in the micro silos of corn, there was no statistical difference between evaluated treatments. Fungus growth did not show a difference between treatments neither. Meanwhile, the growth of yeast was significant where the T5 presented the least growth of fungus at 7.46 UFC mL⁻⁶. The differentiations of temperature in the different treatments at different times showed that the treatment with the highest temperature was T1 at 120 hours with 28.4 degrees C, whereas, the rest of the treatments sustained their temperature between 26 and 27 degrees, where the bacteria population grew the most. In the same case as temperature, the pH was tested at 24 hour intervals and the last test was at 144 hours (7 days), obtaining the changes in the pH in each different treatment according to the time. The treatments with and without the inclusion of passion fruit husk had a pH of 5 from 24 hours to 96 hours, indicating acidity in the treatments. However, at 144 hours the T1, T2, T3, T4 and T5 reached a pH range of 7.43 to 7.83, which demonstrates alkalinity in all of the treatments.

Keywords: aerobic stability, silage, passion fruit, microbiological characteristics

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	x
CÓDIGO DUBLIN.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.	5
1.2.2. Objetivos Específicos.	5
1.3 Justificación.	6
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.....	8
El ensilaje.	8
Estabilidad aeróbica.	8
Residuos agroindustriales.....	8
Análisis microbiológico.	8
2.2. Marco referencial.	8
2.2.1. Cultivo de Maíz.....	8
2.2.2. Influencia de corte del maíz forrajero en el ensilaje.	9
2.2.3. Cosecha del maíz.....	9
2.2.4. Momento óptimo de cosecha del maíz.	10

2.2.5. Proteínas del maíz.	10
2.2.6. Híbridos del maíz.	10
2.2.7. Aspectos de selección de híbridos de maíz para ensilajes y forrajes.	11
2.2.8. Indicadores de calidad nutritiva.	11
2.2.9. El maíz en ensilaje.	12
2.2.10. Ensilaje.	12
2.2.11. Fases para del proceso de ensilaje.	13
2.2.11.1. Fase aeróbica.	13
2.2.11.2. Fase de fermentación.	13
2.2.11.3. Fase estable.	14
2.2.11.4. Fase de deterioro aeróbico.	14
2.2.12. Residuo Cascara de maracuyá.	14
2.3. Microbiología del ensilaje.	15
2.3.1. Bacterias ácido Lácticas.	15
2.3.2. Microorganismos indeseables.	15
2.3.2.1. Levaduras.	15
2.3.2.2. Hongos.	15
CAPÍTULO III	17
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.1. Localización.	18
3.1.1. Condiciones Climáticas.	18
3.3. Métodos de investigación.	19
3.3.1. Método de observación.	19
3.3.2. Método de exploratorio.	19
3.4. Fuentes de recopilación de información.	19
3.4.1. Fuentes primarias.	19
3.4.2. Fuentes Secundarias.	19
3.5. Diseño de la investigación.	19
3.5.1. Arreglo de los tratamientos.	20
3.5.2. Manejo específico del experimento.	21
3.5.3. Variables a Estudiar.	22
3.6. Instrumentos de investigación.	23
3.7. Tratamientos de los datos.	23

3.8. Recursos humanos y materiales.....	23
3.8.1. Material vegetativo.....	23
3.8.2. Equipos.....	23
3.8.3. Materiales de laboratorio.....	24
3.8.4. Materiales otros.....	24
CAPÍTULO IV	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Crecimiento de Unidades de Formación Colonias de bacterias ácido lácticas.....	27
4.1.1. Crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá.....	27
4.1.2. Crecimiento de hongos y levaduras del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá.....	28
4.2. Estabilidad aeróbica.....	29
4.2.1. Temperatura en el ensilaje de maíz forrajero con inclusión de niveles de cáscara de maracuyá.....	29
4.2.2. pH en el ensilaje de maíz con inclusión de niveles de cáscara de maracuyá.....	30
CAPÍTULO V	32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
5.1 Conclusiones.....	33
5.2. Recomendaciones.....	34
CAPÍTULO VI	35
BIBLIOGRAFÍA	35
Fotografías de la investigación.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación campus "La María" Mocache.....	18
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza.	20
Tabla 3. Descripción de los tratamientos	20
Tabla 4. Crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas de ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá en un periodo de fermentación de 35 días.	28
Tabla 5. Crecimiento de hongos y levaduras de ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá en un periodo de fermentación de 35 días.	29
Tabla 6. Valores de temperatura de cada tratamiento durante siete días en periodos de 24 horas.	30
Tabla 7. Valores de pH de cada tratamiento durante siete días en periodos de 24 horas ...	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable bacterias ácido lácticas .en el Laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....	42
Anexo 2. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de hongos en el Laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	42
Anexo 3. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de levaduras en el Laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	43
Anexo 4. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 0 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	43
Anexo 5. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 24 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	44
Anexo 6. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 48 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	44
Anexo 7. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 72 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	45
Anexo 8. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 96 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	45
Anexo 9. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 120 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	46
Anexo 10. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 144 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	46
Anexo 11. Cronograma de actividades 2019.	47
Anexo 12. Croquis del experimento.	48

Anexo 13. Corte forraje de maíz.	49
Anexo 14. Picado de forraje de maíz y residuo de cáscara de maracuyá.	49
Anexo 15. Llenado y compactado del material vegetativo.	50
Anexo 16. Fermentación 35 días.	50
Anexo 17. Preparación medio de cultivo.	50
Anexo 18. Medios de cultivo estériles.	51
Anexo 19. Llenado de las cajas de petri con el medio de cultivo	51
Anexo 20. Descubierta de los microsilos a los 35 días de fermentación.	51
Anexo 21. Mezcla de muestra vegetativa con peptona.	52
Anexo 22. Medio de cultivo sembrado.	52
Anexo 23. Incubación de las bacterias.	52
Anexo 24. Conteo de las unidades de población microbiana.	53
Anexo 25. Medición de temperatura, periodo de 24 horas por 7 días.	53
Anexo 26. Toma de pH del ensilaje, periodo de 24 horas por 7 días.	53

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i> Sims.) EN LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS Y FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (<i>Zea mays</i>) EN EL CANTÓN MOCACHE”.
Autor:	Jessica Magaly Viri Orellana
Palabras clave:	Estabilidad aeróbica, ensilaje, maracuyá, características microbiológicas.
Fecha de Publicación:	
Editorial:	
Resumen	<p>La investigación tuvo como objetivo determinar las características microbiológicas y fermentativas de ensilaje de maíz forrajero (<i>Zea mays</i>) con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> Sims). Se ejecutó en el Laboratorio de Rumiología en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo–El Empalme, Recinto San Felipe, Cantón Mocache. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones: T1 con 100% maíz forrajero (Testigo); T2 75% forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de maracuyá; T3 50% forraje de maíz con inclusión 50% de cáscara de maracuyá; T4 25% forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de maracuyá y T5 100% cáscara de maracuyá. Se evaluaron las variables bacterias ácido lácticas, hongo, levaduras y de estabilidad aeróbica (pH y temperatura). Al analizar el crecimiento de las Bacterias Ácido Lácticas en los microsilos de maíz no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos evaluados. El crecimiento de hongos tampoco presentó diferencia entre tratamientos, mientras, el crecimiento de levaduras fue significativo, donde el T5 presentó el menor crecimiento de hongos con 7,46 UFC mL⁻⁶. Las diferenciaciones de temperatura en los diferentes tratamientos en función del tiempo, se observó que el tratamiento de mayor temperatura fue T1 a las 120 horas con 28.4 °C, sin embargo, se visualizó que el resto de tratamientos sostenía entre 26 °C a 27 °C donde existió mayor crecimiento de la población bacteriana. Al</p>

igual que la temperatura, se valoró el pH con un intervalo de 24 horas y la última evaluación fue a las 144 horas (7 días), obteniendo cambios de pH en los diferentes tratamientos y en función del tiempo. Los tratamientos sin y con inclusión de cáscara de maracuyá tuvieron un pH promedio de 5 desde las 24 h a 96 horas, indicando acidez en los tratamientos. No obstante, a las 144 horas los T1, T2, T3, T4 y T5 alcanzaron un rango de pH de 7.43 a 7.83 lo cual demostró alcalinidad en todos los tratamientos.

Palabras Claves: estabilidad aeróbica, ensilaje, maracuyá, características microbiológicas.

The objective of the research was to determine the microbiological and fermentative characteristics of forage maize silage (*Zea mays*) with inclusion levels of passion fruit peel (*Passiflora edulis* Sims). It was executed in the Rumiology Laboratory in the experimental farm "La María", in the State Technical University of Quevedo, located at Km 7 of the Quevedo - El Empalme road, San Felipe, Mocache. A Completely Random Design (CRD) was used, with five treatments and five replications: T1 with 100% fodder corn (control); T2 75% fodder corn including 25% passion fruit husk; T3 50% fodder corn including 50% passion fruit peel; T4 25% fodder corn including 75% passion fruit peel and T5 100% passion fruit husk. The variables of lactic acid bacteria, fungus, yeasts and aerobic stability (pH and Temperature) were evaluated. Upon analyzing the growth of the lactic acid bacteria in the micro silos of corn, there was no statistical difference between evaluated treatments. Fungus growth did not show a difference between treatments neither. Meanwhile, the growth of yeast was significant where the T5 presented the least growth of fungus at 7.46 UFC mL⁻⁶. The differentiations of temperature in the different treatments at different times showed that the treatment with the highest temperature was T1 at 120 hours with 28.4 degrees C, whereas, the rest of the treatments sustained their temperature

between 26 and 27 degrees, where the bacteria population grew the most. In the same case as temperature, the pH was tested at 24 hour intervals and the last test was at 144 hours (7 days), obtaining the changes in the pH in each different treatment according to the time. The treatments with and without the inclusion of passion fruit husk had a pH of 5 from 24 hours to 96 hours, indicating acidity in the treatments. However, at 144 hours the T1, T2, T3, T4 and T5 reached a pH range of 7.43 to 7.83, which demonstrates alkalinity in all of the treatments.

Keywords: aerobic stability, silage, passion fruit, microbiological characteristics

Descripción	71 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existe una evidente estacionalidad en la producción de pastos y forrajes, con alta disponibilidad y calidad durante el periodo de lluvias, mientras que sucede lo opuesto (baja disponibilidad y calidad) en el periodo seco. La escasez de pastos y la baja calidad de los mismos en el periodo seco producen una reducción drástica en los niveles productivos (carne y leche) del ganado bovino y de otros herbívoros. Por la ausencia de forrajes complementarios o suplementos durante el periodo seco, los animales se exponen a pérdidas en su condición corporal debido a la movilización de sus propias reservas, lo cual causa una disminución en la producción de leche, acortamiento del periodo lactancia, pérdida de peso, ausencia de celo, disminución de la tasa de preñez y en casos extremos en la muerte de los animales (1).

El ensilaje es un método de conservación de forraje, basado en la fermentación láctica espontánea en condiciones anaeróbicas (2). Las bacterias lácticas fermentan los hidratos de carbono del forraje a ácido láctico y en menor medida a ácido acético (3) (4). Por la presencia de dichos ácidos, el pH del material ensilado disminuye y los microorganismos indeseables son inhibidos (5).

El ensilaje de maíz forrajero habitualmente resulta con una fermentación muy pobre y es susceptible a un deterioro anaeróbico que genera un producto de baja aceptabilidad por los animales, por lo cual se recomienda el uso de residuos agroindustriales para mejorar las características fermentativas del ensilaje, atrasar el deterioro aeróbico y aumentar la digestibilidad de la proteína bruta del ensilado del maíz (6).

El Ecuador es un proveedor mundial importante de concentrado de maracuyá o también llamada fruta de la pasión. Además, su sabor singular y aromático es reconocido a nivel internacional gracias al clima tropical que favorece la cosecha de la fruta durante todo el año. La provincia de Los Ríos se encuentra el 11.70% de la superficie plantada y produce el 8.70% del total nacional. Los subproductos (cáscara y semillas) que se producen en la industria del jugo de maracuyá son alrededor de 65 a 70%, siendo promedio la cáscara el 53% del peso de la fruta, por lo que generan un gran problema estos residuos

agroindustriales, que podrían convertirse también en productos comerciales de valor agregado por sus propiedades (7).

Se estima que los residuos del procesamiento de maracuyá alcanzan entre 61 y 86% de la cantidad de frutas procesadas los cuales pueden ser aprovechados para la alimentación del ganado bovino y en diferentes áreas de la industria, mitigando la contaminación ambiental que estos pueden generar cuando no son manejados adecuadamente (8).

La estabilidad aeróbica en los ensilajes, debería ser una rutina en zonas calientes (9). Con este sistema se obtiene un alimento de calidad nutricional aceptable empleando una mezcla de alimentos ricos en carbohidratos fermentables junto con substrato proteico no fermentable (10). Por lo antes mencionado, este proyecto tiene como objetivo realizar el análisis microbiológico de la estabilidad aeróbica de ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*P. edulis* Sims.).

CAPÍTULO I
CONTEXUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En el Ecuador hay dos épocas de temporalidad: lluviosa y seca, estas épocas son variables y afectan el crecimiento del pasto, por lo que la época lluviosa es vital y determina en gran parte la producción del forraje; mientras que en la época seca, se produce una disminución de la tasa de crecimiento del pasto, por lo que se hace necesario usar con más eficacia los recursos que se tienen disponibles y buscar una alternativa de alimento para la época de baja producción de pastos, al mismo tiempo que de mejora su utilización en la época de lluvias. Los productores ganaderos de la zona tienen problema de escasez de alimento principalmente en época seca. Esta problemática es muy grave ya que el productor tiene que adquirir alimentos de otro índole para reemplazar las necesidades de sus animales, lo que conlleva a un incremento significativo de los costos de producción (11).

Por esta razón se recomienda realizar prácticas que ayuden a disminuir la falta de alimento en las épocas críticas. Como alternativa a esta problemática se aconseja realizar conservación de forrajes y dentro de esta el proceso de ensilaje.

Diagnóstico.

Uno de los problemas que se presenta en la ganadería es la baja producción de pastos durante la época seca, para compensar esta dificultad se acude a la conservación de forrajes mediante la utilización de ensilajes de gramíneas, utilizando varios residuos agroindustriales aprovechando los recursos locales siendo así un aporte nutritivo en la alimentación de rumiantes durante todo el año.

Pronóstico.

Los análisis microbiológicos y la estabilidad anaeróbica en el método de conservación del forraje como es el ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) se verá afectado por los niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*P. edulis* Sims).

1.1.2. Formulación del problema.

¿Se podrá alcanzar alimento con alto valor nutritivo posteriormente determinando la población microbiana y estabilidad aeróbica del ensilaje del maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Se podrá controlar la cantidad microbiana al cuantificar la población de bacterias ácido lácticas, bacterias totales, hongos y levaduras del ensilaje del maíz forrajero con niveles de inclusión de cascara de maracuyá?

¿Evitará el deterioro del ensilaje del maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá al establecer la estabilidad aeróbica mediante la determinación de pH y temperatura?

1.2 Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Determinar las características microbiológicas y fermentativa de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims).

1.2.2. Objetivos Específicos.

- ✓ Cuantificar poblaciones microbianas (bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras) del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) según los niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims).
- ✓ Analizar los cambios en las variables fermentativas (Temperatura y pH) del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims).

1.3 Justificación.

La digestión de los rumiantes es un proceso complejo que involucra múltiples interacciones entre la dieta, los microorganismos ruminal y hospedero (12). Por lo que se recomienda de gran importancia el estudio de los materiales forrajeros y residuos agroindustriales y su combinación para la alimentación de rumiantes principalmente para su adaptación (13).

Los silos constituyen un recurso muy apreciado en la ganadería, puesto que permiten almacenar pasto cuando este abunda y ser utilizado cuando falta, pero donde se obtiene su máxima relevancia en la producción de leche; en los tiempos que corren no tendrían que faltar en ningún tambo, pues por las exigencias y particularidades de este tipo de explotación, allí se tornan imprescindible; al punto de haberse transformado en uno de los componentes substanciales en el sistema lechero de producción (14).

Por lo expuesto, se requiere promover alternativas productivas que ayuden a los pequeños productores ganaderos a mantener o mejorar sus producciones mediante el empleo de sustitutos para la alimentación de sus animales; una de ellas es la conservación de pastos a través del ensilaje, esta práctica, aportaría a que los campesinos puedan mantener una producción uniforme durante todo el año y evitaría que el nivel económico se vea afectado (11).

La investigación está enfocada a generar alternativas tecnológicas para la alimentación del ganado en épocas críticas para pequeños productores ganaderos.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

El ensilaje.

Es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas (15).

Estabilidad aeróbica.

Es un término utilizado para describir el tiempo que el ensilaje se mantiene frío y no sufre deterioro después de expuesto al aire (16).

Residuos agroindustriales.

Son materiales en estado sólido o líquido que generan a partir del consumo directo de productos primarios, y que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social (17).

Análisis microbiológico.

El análisis microbiológico ciencia que se dedica al estudio de microorganismos que forma parte de la bromatología, se basa habitualmente en el cultivo y recuento de microorganismos, siendo necesario preparar y conservar de forma adecuada los medios de cultivo, realizar una siembra y observar los resultados (18).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Cultivo de Maíz.

El cultivo de *Zea mays* es una fuente de forraje con aportación de energía, utilizada en el ganado para la producción de carne y leche en los países de América Latina. Cuando *Z. mays* se ensila, contribuye con el contenido de materia seca, azúcares solubles, almidón y

capacidad amortiguadora, cualidades que se utilizan en animales en programas de mejoramiento genético (19).

El maíz forrajero (*Z. mays*) se utiliza ampliamente como alimento para rumiantes, proporcionándolos, generalmente, en forma de ensilaje de toda la planta (20).

El maíz es un cultivo muy importante a nivel mundial, por sus altos rendimientos de biomasa, es excelente para alimento en vacas lecheras y ganado de carne, porque contiene buena palatabilidad y gran valor energético, de fácil desarrollo y de siembra continúa, que concierne a la estirpe de los granos (21).

2.2.2. Influencia de corte del maíz forrajero en el ensilaje.

La calidad nutricional de las muestras a ensilar depende directamente del estado de la planta al momento del corte; es decir, a mayor edad de corte, menor cantidad de nutrientes, en cuanto a cantidad de nutrientes (22). La etapa de corte para ensilaje tradicionalmente se realiza en estado lechoso-masoso o masoso, por lo que los ensilajes presentan una baja proporción de elote que se refleja en menor producción y calidad del forraje. En etapas tempranas de cosecha las concentraciones de fibra son mayores, y se ha determinado que el máximo rendimiento de materia seca, mayor digestibilidad y menor contenido de fibra se obtiene cuando se cosecha a 1/2 o a 1/3 de línea de leche, debido principalmente a que incrementa la proporción de grano (23).

2.2.3. Cosecha del maíz.

La cosecha es una fase clave para la calidad del forraje. Después del período de cultivo, en un día, decidimos cuáles van a ser las calidades de nuestro ensilado para el resto del año, por lo tanto, se trata de una decisión muy importante. El objetivo en maíz forrajero es obtener una materia seca de entre 32-35%, para que se pueda garantizar una buena conservación del silo y un forraje de calidad. El momento en el que el maíz presenta una mayor digestibilidad de fibras es cuando la planta tiene una materia seca del 27%, pero ensilar en este momento produce muchas pérdidas por lixiviación, y el rendimiento en materia seca/ha y energía todavía no es el óptimo (24).

2.2.4. Momento óptimo de cosecha del maíz.

El momento ideal para el picado está determinado en función del tipo de corta-picadora a usar. Con los equipos antiguos (picado simple) se tiene que picar en estado lechoso, mientras que con equipos modernos (picado fino o ultra picado) el picado deberá realizarse cuando el grano alcanza el estado de madurez fisiológica. En estas condiciones se asegura un mejor llenado del grano (mayor % de almidón). El momento óptimo de picado se determina en función de la línea de leche; línea que separa el endosperma duro (almidonoso) del endosperma líquido (lechoso). Esta línea de leche debe ubicarse entre 1/4 a 1/2 del grano, es decir 1/4 a 1/2 del grano es líquido y el resto es sólido. De todos modos, generalizando, se puede decir que para pasar de grano lechoso a 1/2 línea de leche demora 11 días, de 1/2 a 1/4 línea de leche tarda 6 días y de 1/4 línea de leche a grano duro o sin leche 7 días. Cuando se alcanza la madurez fisiológica, el grano contiene entre 62 a 65% de Materia Seca, la espiga entre 55 a 60% y la planta entera entre 32 y 38% de MS. Cualquier variación en el % de MS después de este período, se debe a una pérdida de humedad. Si el ensilaje de maíz se almacena en silos embolsados o silopress, se recomienda trabajar con 65% de humedad en la planta entera (25).

2.2.5. Proteínas del maíz.

Después del almidón, las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano por orden de importancia. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11 por ciento del peso del grano, y en su mayor parte se encuentran en el endospermo. Las proteínas de los granos del maíz han sido estudiadas ampliamente, y según, están formadas por lo menos por cinco fracciones distintas. El maíz aporta numerosos elementos nutritivos (proteínas, aceites, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas, minerales, etc.) y materiales energéticos. El 57% de sus sales minerales son ácidas, por lo que tiene una acción ligeramente acidulante. Por su contenido en celulosa, favorece el peristaltismo intestinal y modera la acción tiroidea (26).

2.2.6. Híbridos del maíz.

Un híbrido de maíz es el resultado de la mejora genética de la especie mediante la cruce de dos líneas con características deseables algunas características que se buscan con esta técnica

son: mejoras en el rendimiento, composición del grano, tolerancias a plagas y enfermedades, adaptación a situaciones de estrés abiótico, resistencia al acame y precocidad, entre otras. Hasta no hace mucho tiempo, los híbridos de maíz seleccionados por alto rendimiento de grano se utilizaron para producción de ensilaje, asumiendo que el rendimiento de forraje y su calidad estaban determinados por la relación grano (tallo+hojas) el foco debe dirigirse a todos los componentes de la planta, y principalmente a la caña más las hojas juegan un rol igual o más importante que la espiga debido a que aportan entre el 50 al 70 % de la materia seca y a la potencialidad que poseen para mejorar su calidad (27).

2.2.7. Aspectos de selección de híbridos de maíz para ensilajes y forrajes.

Entre las razones importantes para seleccionar el mejoramiento del maíz para ensilaje se encuentran la digestibilidad, el contenido de fibras y el rendimiento de materia seca. Se han desarrollado híbridos forrajeros con mayor digestibilidad de la fibra bajo el supuesto de mejorar el consumo de materia seca y de esa manera la producción. Una buena calidad forrajera en maíz se puede lograr con una digestibilidad superior a 70 % (28).

Un aspecto importante es que el rendimiento de forraje y el valor energético de los híbridos de maíz es afectado por factores de manejo (fecha de siembra, densidad de plantas, el estado de madurez entre otros). Estos mismos autores indican que la selección de híbridos de maíz ' para forraje se lleva a cabo principalmente por su rendimiento de materia seca por hectárea, no obstante la relación entre rendimiento y digestibilidad son inconsistentes es decir no están relacionados los híbridos de mayor rendimiento con los 12% de mayor digestibilidad, por lo tanto es crucial en la selección de híbridos de maíz para forraje el estudio tanto de del rendimiento como de la calidad nutritiva (29).

2.2.8. Indicadores de calidad nutritiva.

La calidad nutricional del ensilaje, de cualquier especie, nunca sobrepasará la del forraje fresco (excepto cuando se utilizan aditivos que aumentan la concentración de nutrientes totales en el silo), esto es debido a que inevitablemente, el proceso de ensilado lleva implícitas unas pérdidas fermentativas que reducen la MS total que inicialmente fue ensilada (sin tener en cuenta pérdidas por procesos fermentativos indeseables), adiplamente, si dentro

del silo se generaron fermentaciones butíricas indeseables, existirá un rechazo generalizado del alimento por los animales aumentando así las pérdidas totales del alimento (30).

2.2.9. El maíz en ensilaje.

El forraje de maíz ha sido empleado con mucha frecuencia en los países subtropicales como parte del balance forrajero anual formando la reserva generalmente ensilada (31). Empleado como fuente de forraje en los sistemas de producción bovina mediante su conservación (ensilaje), debido a un alto rendimiento de biomasa área de 35-95 t.ha⁻¹ alto contenido de carbohidratos los cuales favorecen el proceso fermentativo (32).

En condiciones tropicales, el cultivo de maíz se considera la primera opción para ensilar, debido a su capacidad de adaptación como cultivo a diferentes latitudes, su ciclo de cosecha, entre 80 y 90 días (grano desarrollado en estado pastoso), producciones de forraje verde entre 30 a 50 t materia verde.ha⁻¹, alta concentración de carbohidratos fermentables (5 a 20% MS), baja capacidad alcalinizante y la presencia de una abundante flora natural de microorganismos productores de ácido láctico además, desde el punto de vista nutricional, el aporte de una alta concentración energética (33).

2.2.10. Ensilaje.

El ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos. El oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO₂ y H₂O, el ensilaje es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país por la gran variedad de forrajes, la intensidad solar y el nivel de lluvias que existen en el trópico. Este sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimento se emplea para manejar ganado en forma intensiva, semi-intensiva o estabulada. El ensilaje es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país por la gran variedad de forrajes, la intensidad solar y el nivel de lluvias que existen en el trópico (34).

2.2.11. Fases para del proceso de ensilaje.

El proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas que se detalla a continuación:

2.2.11.1. Fase aeróbica.

Se caracteriza por la presencia del oxígeno después de que el forraje picado se compacte en el silo. La respiración de la planta continúa durante horas (o quizás días si el forraje está poco prensado), y en las enzimas de la planta permanecen activas hasta que el oxígeno se agota. Durante esta fase, el exceso de oxígeno puede provocar una extensa degradación proteica, una indeseable elevación de la temperatura y crecimiento de levaduras, hongos y bacterias aerobias. La elevación de temperatura en el interior del silo por encima de los 35°C conduce a la formación de compuestos de Maillard, mediante reacciones de caramelización en las cuales las proteínas y aminoácidos del forraje se combinan con los azúcares para formar un polímero indigestible de comportamiento semejante a la lignina, lo que reduce la digestibilidad del forraje y su valor nitrogenado.

La proliferación de microorganismos aerobios en el material ensilado ejerce un efecto negativo sobre la estabilidad aeróbica del ensilaje una vez abierto el silo para su consumo. Los efectos negativos del oxígeno en esta primera fase del ensilado pueden ser minimizados por el rendimiento elevado en las labores de cosecha y llenado del silo, el picado del forraje, la compactación adecuada y el uso de los silos con paredes de obra de fábrica (35).

2.2.11.2. Fase de fermentación.

Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAL proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0 (36).

2.2.11.3. Fase estable.

La actividad de los microorganismos se reduce mucho debido a que la acidez está en su punto ideal. En esta fase, la permanencia del forraje puede superar el año de duración, si el proceso se ha realizado de manera adecuada (37).

2.2.11.4. Fase de deterioro aeróbico.

Una vez abierto el silo y durante la etapa de suministro del mismo a los animales que determinadas capas de ensilado quedan expuestas al oxígeno. Los microorganismos aeróbicos, principalmente levaduras y hongos, crecen y consumen materia seca (azúcar, ácido láctico y otras sustancias químicas), produciendo calor y altas pérdidas (CO₂ y H₂O).

Esta fase es decisiva porque las pérdidas de nutrientes pueden ser considerablemente altas. Los ácidos alifáticos (acético, propiónico y butírico) de cadena corta inhiben el crecimiento de levaduras y hongos, y esta es la razón por la cual son utilizados los inoculantes biológicos que contienen bacterias hetero fermentativas (38).

2.2.12. Residuo Cascara de maracuyá.

La producción de maracuyá (*P. edulis* Sims) está extendida en los países tropicales. La extracción de la pulpa para la obtención posterior de zumo deja como residuo un 70% del fruto (50% en cascara y 20% en semillas, aproximadamente), cuya disposición medio-ambiental apropiada supone un costo a las industrias. No obstante, la composición química del residuo lo hace adecuado para su uso en alimentación de rumiantes (39).

Los residuos agro-industriales de subproductos de la cascara de maracuyá se utilizan como alimento, sobre todo como forraje. El cultivo de maracuyá no es estacional, por lo que puede obtenerse en cualquier momento las cascara de maracuyá tiene un contenido de proteína cruda 7,32%, que es similar a las gramíneas, se trata de una cascara de fruta potencial para sustituir de forraje en el uso para la alimentación animal (40).

2.3. Microbiología del ensilaje

2.3.1. Bacterias ácido Lácticas.

Las bacterias ácido lácticas (BAL), propias del material a ensilar, fermentan los carbohidratos solubles del forraje, produciendo principalmente ácido láctico y, en menor grado, ácido acético, el éxito del proceso fermentativo que ocurre en los ensilajes depende, principalmente, de una cantidad suficiente de BAL y de una concentración adecuada de carbohidratos solubles en el forraje que genera el ácido láctico.

De esta manera, el pH se mantiene bajo y el ensilaje se preserva mejor entre las principales bacterias que intervienen en el proceso normal de fermentación en los ensilados pertenecen a la familia Lactobacillaceae; son bacilos o cocos Gram positivos (estreptococos) y fermentan los hidratos de carbono esencialmente para su desarrollo dando ácido láctico. (41).

2.3.2. Microorganismos indeseables.

2.3.2.1. Levaduras.

Las levaduras son microorganismos que en todo ensilaje son indeseables. Bajo condiciones anaeróbicas las levaduras fermentan azúcares produciendo etanol y CO₂. La producción de etanol no sólo disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico, sino que también produce un mal gusto en la leche. Bajo condiciones aeróbicas, muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O. La degradación del ácido láctico eleva el valor del pH del ensilaje, lo cual a su vez permite el desarrollo de otros organismos indeseables. La supervivencia de las levaduras durante el almacenaje depende de la severidad de la anaerobiosis y la concentración de ácidos orgánicos (42).

2.3.2.2. Hongos.

Los hongos son fáciles de identificar en un ensilaje infestado debido a los filamentos de diversos colores y de gran tamaño que producen muchas especies. Los hongos se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno. En un buen ensilaje eso ocurre al

inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante el deterioro aeróbico (extracción) todo el ensilaje puede ser invadido por hongos (2).

Algunas especies de hongos contaminantes son adquiridas en el material a ensilar durante la cosecha en campo, y otros son adquiridos durante el proceso de ensilado y almacenaje y la identificación de ciertas especies de hongos en los ensilajes hace posible en cierta medida identificar el sitio de contaminación sin embargo, la reducción rápida del pH en los ensilajes gracias a bacterias como *Lactobacillus*, es capaz de inhibir el crecimiento de hongos, por tanto, el proceso de ensilaje puede tanto favorecer como inhibir la presencia de estos microorganismos en función del manejo mismo del proceso para el ensilaje, aunque de forma difícil de prever (43).

También se produce cuando no se ha prensado bien las últimas capas o las orillas del silo, y cuando penetra aire en su interior o quedan bolsas de aire bajo la cubierta. Los hongos que se encuentran en el suelo y en la vegetación, se multiplican como células únicas (levaduras), o como colonias filamentosas multicelulares (mohos) (44).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología en el campus "La María", de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo-El Empalme, Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 25.8 °C.

3.1.1. Condiciones Climáticas.

Las características climáticas del lugar del experimento se detallan en la Tabla 1 que está a continuación:

Tabla 1. Condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación campus "La María" Mocache.

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	25.8
Humedad relativa, %	85.84
Precipitación, anual. Mm	2223.78
Heliofanía, horas/ luz /año	898.77
Evaporación, promedio anual (%)	78.30
Zona ecológica	bh - T

FUENTE: (45)

La presente investigación es de tipo experimental, obtenida mediante la planeación del problema, objetivo y variables a evaluar, enfocado en la determinación poblacional microbiana con diferentes niveles de inclusión de cascara de maracuyá en la elaboración de ensilaje con maíz forrajero; dándole uso a los recursos que desperdiciamos brindado así un aporte nutritivo en la alimentación de rumiantes que se realizó en el laboratorio de Rumiología en el campus "La María".

Contribuye a la línea de investigación haciendo enfoque al comportamiento agronómico, evaluación y mejoramiento de las características nutricionales y métodos de conservación de gramíneas, leguminosas, arboles forrajeros, subproductos agropecuarios y residuos agroindustriales con fines de alimentación de los animales domésticos.

3.3. Métodos de investigación.

Se utilizaron los métodos de observación y exploratorio, se realizaron análisis bromatológicos que permitió establecer diferencias en cuanto a contenido nutricional de los ensilajes de maíz con diferentes niveles de inclusión de cascara de maracuyá.

3.3.1. Método de observación.

A través de este método se pudo determinar la calidad del silo y cuantificar la población de bacterias presentes en el mismo.

3.3.2. Método de exploratorio.

Este método permitió conocer las condiciones perfectas para la elaboración del ensilaje de maíz forrajero, además de los niveles de inclusión de cascara de maracuyá para el correcto desarrollo del silo.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes primarias.

La observación directa en campo permitió obtener información precisa sobre el problema de la investigación.

3.4.2. Fuentes Secundarias.

Las fuentes secundarias de información tales como artículos científicos, libros, documentos de tesis y manuales entre otros.

3.5. Diseño de la investigación.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos de ensilajes de forraje de maíz con la inclusión de cascara de maracuyá de 25, 50 ,75% y 100%). Cada

tratamiento tuvo cinco repeticiones (microsilos). Las respuestas experimentales se representan en el siguiente modelo matemático:

Modelo Matemático

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable respuesta i "esimo" efecto de las observaciones

μ = Valor de la media general

T_i = Efecto de los tratamientos en estudio

E_{ij} = Error experimental o efecto aleatorio. (46)

El análisis de varianza se detalla en la tabla 2 con el siguiente esquema:

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	t-1	4
Error experimental	t x (r-1)	20
TOTAL	(txr)-1	24

Elaborado por: Jessica Viri Orellana

3.5.1. Arreglo de los tratamientos.

En la Tabla 3 que se encuentra a continuación se detalla la descripción de los tratamientos.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Detalle
T1	100% Forraje de maíz (Testigo)
T2	75% Forraje de maíz con inclusión 25 % de cascara de maracuyá
T3	50% Forraje de maíz con inclusión 50 % de cascara de maracuyá
T4	25% Forraje de maíz con inclusión 75 % de cascara de maracuyá
T5	100% cascara de maracuyá

Elaborado por: Jessica Viri Orellana

3.5.2. Manejo específico del experimento.

3.5.2.1. Preparación del pasto y subproductos

Se realizó un corte del maíz forrajero variedad Trueno a los 60 días después de la siembra, los subproductos se recolectaron y picaron simultáneamente con la cosecha del pasto el mismo día del ensilaje sin pre marchitamiento.

3.5.2.2. Proceso del ensilaje

Para el ensilaje se emplearon microsilos construidos de PVC cada uno de estos tiene una altura de 30 cm de longitud por 10 cm de diámetro con una capacidad de almacenamiento de 3kg con su respectiva tapa hecha de mismo material se colocó una manguera para permitir la salida de fluido de la fermentación esta se encuentra puesta una botella llena de agua para evitar el ingreso de oxígeno al microsilo, una vez elaborados se procedió al llenado con el material vegetal, en cada microsilo las proporciones requeridas entre forraje de maíz previamente picado a un tamaño de partícula entre 5 y 1 cm y los porcentajes de cáscara de maracuyá (25,50,75 y 100 %) en cada silo, se compactaron con un sistema hidráulico de presión construido para el efecto y se sellaron con su respectiva tapa PVC asegurando con tornillos y con cinta de embalaje para evitar la entrada de oxígeno. Estos fueron almacenados por un periodo de 30 días a temperatura ambiente dentro de un depósito con iluminación natural 12 horas luz - 12 horas oscuridad, sin radiación solar directa y la apertura a los 60 días de ensilaje.

3.5.2.3. Preparación de medios de cultivos y análisis microbiológico

Los medios de cultivo empleados se prepararon con anterioridad ya que requirieron una solución por más de cinco horas para cada uno. Para la inoculación de bacterias ácido lácticas se empleó los medios de cultivo Agar Nutritivo y para el crecimiento de hongos y levaduras Agar Sabouraud Dextrosa (adicionando clorafenicol y tetraciclina) diluidos a temperaturas mayores a 100°C. Se llenaron las cajas las cajas de Petri (15ml) con los medios de cultivo (ambos previamente esterilizados en autoclave) en una cámara de flujo laminar de manera completamente aséptica. La preparación previa de la muestra se realizó tomando 10 g de

ensilaje de cada tratamiento con una solución de peptona con factores de dilución de 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} .

Se incubo 120 horas posteriormente se determinó las unidades de formación de colonias con un contador de colonias.

3.5.3. Variables a Estudiar.

✓ Crecimiento de bacterias ácido lácticas.

Una muestra representativa de los ensilajes se inoculo en medios de cultivo Agar de MRS en dosis de 70 g por litro respectivamente, diluidos en matraces Erlenmeyer a una temperatura de 120 °C agitada a 1200 rpm por unas 4 horas aproximadamente sobre un agitador magnético con su barra magnética; el conteo de las colonias se evaluó en el contador de colonias digital (lkb 2002).

✓ Crecimiento de hongos y levaduras.

Se tomó una muestra representativa de cada ensilaje se inoculó en el medio de cultivo Agar Sabouraud Dextrosa (70 g por litro + 1000 g entre clorafenicol y tetraciclina para impedir el crecimiento de bacterias) diluidos en matraces a 120 °C y 1000 rpm por 4 horas.

✓ pH.

Se pesó 10 g de muestra a los cuales se les adicionó 100 ml de agua destilada en un envase y posteriormente se filtró la solución. Se determinó el pH a través de un potenciómetro con electrodo de vidrio (Oakton pH meter 510 Series).

✓ Temperatura.

Para la determinación de la temperatura se empleó un termómetro de mercurio de bulbo fino con el cual se procedió a tomar la temperatura. Para el efecto las

temperaturas fueron tomadas al momento de destapar el silo introduciendo el termómetro y dejándolo reposar por 15 minutos.

3.6. Instrumentos de investigación.

3.7. Tratamientos de los datos.

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza ANOVA y las medias fueron comparadas mediante la prueba del Test de Tukey ($p \leq 0.05$) de confiabilidad, con la utilización del paquete estadístico de Software libre, tablas y figuras y el procedimiento de los datos se efectuó en Excel paquete Office de Microsoft.

3.8. Recursos humanos y materiales.

En la realización de la investigación se contó con la contribución de talentos humanos como el Director del proyecto de investigación Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra, Ing. David Zapatier y la Autora del proyecto de investigación Jessica Magaly Viri Orellana.

En la investigación también se usaron materiales y equipos para medir y evaluar las distintas variables en la investigación, los mismos que se detallan a continuación.

3.8.1. Material vegetativo.

- ✓ Forraje de maíz (*Z. mays*)
- ✓ Residuos de cascara de maracuyá (*P. edulis* Sims)

3.8.2. Equipos.

- ✓ Estufa Memmert
- ✓ Estufa CO₂
- ✓ Balanza
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Calentador agitador

- ✓ Máquina picadora de pasto
- ✓ Máquina de compactación
- ✓ Mufla
- ✓ Cámara de bioseguridad o de flujo laminar
- ✓ Autoclave
- ✓ Incubadora
- ✓ Contador de unidades formadoras de colonias UFC

3.8.3. Materiales de laboratorio.

- ✓ Espátula
- ✓ Pinzas
- ✓ Barras de agitación magnética
- ✓ Matraces Erlenmeyer de 500 a 1000 mL
- ✓ Mecheros de Busen
- ✓ Cajas de Petri
- ✓ Vaso de precipitación
- ✓ Probeta
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Rejilla para tubos de ensayo
- ✓ Micropipetas
- ✓ Tips para micropipetas
- ✓ Cajón para puntas de microlitro
- ✓ Agitador (tubos de ensayo)
- ✓ Potenciómetro
- ✓ Termómetro virtex

3.8.4. Materiales otros.

- ✓ Cinta de embalaje
- ✓ Estilete
- ✓ Tijera
- ✓ Marcador permanente
- ✓ Bandejas de aluminio

- ✓ Rollo de Variables de estudio para comparación antes y después del ensilado
- ✓ Algodón
- ✓ Gasa
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Fundas plásticas y de papel
- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Bandejas de aluminio
- ✓ Guantes descartables
- ✓ Mascarillas
- ✓ Detergentes
- ✓ Envases plásticos de muestra de orina de 100ml
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Esfero
- ✓ Mandil

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Crecimiento de Unidades de Formación Colonias de bacterias ácido lácticas.

4.1.1. Crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá.

Camacho *et al.* (47) manifiestan que cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento, la técnica comúnmente utilizada es el recuento en placa. Esta técnica no pretende detectar a todos los microorganismos presentes, pero el medio de cultivo, las condiciones de temperatura y la presencia de oxígeno, permiten seleccionar grupos de bacterias cuya presencia es importante en diferentes alimentos; por ejemplo, las bacterias mesofílicas aerobias, o mesófilos aerobios son un indicador general de la población que pueden estar presente en una muestra y, por lo tanto, de la higiene con que ha sido manejado el producto.

Al analizar el crecimiento de las Bacterias Ácido Lácticas en los microsilos de maíz no se presentó diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los tratamientos evaluados Tabla 4, sin embargo, el T1 (100% maracuyá) presentó mayor crecimiento 8.55 UFC mL^{-6} , seguido por el T2 que presentó valores de $8,46 \text{ 55 UFC mL}^{-6}$, además, el T5 mostró un valor de $8,43 \text{ 55 UFC mL}^{-6}$, mientras, el T3 logró un valor de $8,39$ y T4 expuso un valor $8,05 \text{ 55 UFC mL}^{-6}$. Para la actual variable, según Espinoza (48) en la evaluación de calidad del ensilado de pasto saboya con cáscara de maracuyá, muestran valores inferiores de UFC g^{-1} con diferencias estadística.

Para la actual variable Espinoza *et al.* (49) encontraron valores promedios de bacterias ácido lácticas 7.86 UFC cuando se estudiaron las características microbianas de pasto saboya con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá que inferiores a los reportados en este trabajo de investigación. Las bacterias ácido lácticas son importantes en el proceso de acidificación del ensilado, debido a que no permitiría el crecimiento de microorganismos indeseables como son los clostridios, levaduras y hongos, Pahlow *et al.* (50) y para que exista un buen desarrollo de bacterias ácido lácticas se requiere abundante carbohidratos solubles que están presentes en los residuos de frutas tropicales en el material a ensilar, el ácido láctico es determinante en la correcta conservación del forraje evitando la contaminación

con otras bacterias ya que este baja el pH a niveles donde solo pueden sobrevivir aquellas que lo producen.

Mc Donald *et al.* (51) las bacterias ácido lácticas (BAL) tienen una aplicación en muchas áreas de la industria y juegan un rol importante en la conservación de los forrajes para la alimentación animal, donde los ácidos lácticos producidos por las BAL inhiben la proliferación de microorganismos indeseables en los ensilajes que no son tolerantes a condiciones ácidas.

Tabla 4. Crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas de ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá en un periodo de fermentación de 35 días.

Variables	Tratamientos UFC (ml ⁻⁶)					EE	Probabilidad P<
	T1	T2	T3	T4	T5		
Bacterias ácido lácticas	8,55 a	8,46 a	8,39 a	8,05 a	8,43 a	0,13	0,1034

Elaborado por: Jessica Viri Orellana.

Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadísticamente, según Tukey ($p > 0.05$). T1=100% Forraje de maíz, T2= 75 % Forraje de maíz con inclusión 25 % de cáscara de maracuyá, T3=50% Forraje de maíz con inclusión 50% de cáscara de maracuyá, T4= 25% Forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de maracuyá, T5=100% cáscara de maracuyá con EE= Error estándar.

4.1.2. Crecimiento de hongos y levaduras del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá.

En lo relacionado al crecimiento de hongos no se presentó diferencia ($p > 0.005$) entre tratamientos Tabla 5, mientras, el crecimiento de levaduras fue significativo, donde el T5 presentó el menor crecimiento de hongos con 7,46 UFC mL⁻⁶. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Narváez (52) en su estudio sobre el efecto de la aplicación de inoculantes sobre las características microbianas a los 60 días de ensilaje de maíz forrajero, sin diferencia ($p > 0.005$) entre tratamientos. Cabe recalcar que los valores de dicha investigación son inferiores a la investigación actual.

Tabla 5. Crecimiento de hongos y levaduras de ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá en un periodo de fermentación de 35 días.

Variables	Tratamientos UFC (ml ⁻⁶)						Probabilidad P<
	T1	T2	T3	T4	T5	EE	
Hongos	7,60 a	7,87 a	7,10 a	7,51 a	7,57 a	0,13	0,0822
Levaduras	7,96 ab	8,13 b	7,84 ab	7,63 ab	7,46 a	0,13	0,0100

Elaborado por: Jessica Viri Orellana.

Los promedios obtenidos con letras iguales no presentan diferencia estadísticamente, según Tukey ($p > 0.05$). T1=100% Forraje de maíz, T2= 75 % Forraje de maíz con inclusión 25 % de cáscara de maracuyá, T3=50% Forraje de maíz con inclusión 50% de cáscara de maracuyá, T4= 25% Forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de maracuyá, T5=100% cáscara de maracuyá con EE= Error estándar.

4.2. Estabilidad aeróbica

4.2.1. Temperatura en el ensilaje de maíz forrajero con inclusión de niveles de cáscara de maracuyá.

En el experimento se evaluó la temperatura con un intervalo de 24 horas y la última evaluación se realizó a las 144 horas. Las diferenciaciones de temperatura en los diferentes tratamientos en función del tiempo se exponen en la Tabla 6. Se observó que el tratamiento de mayor temperatura fue T1 a las 120 horas con 28.4 °C, sin embargo, se visualizó que el resto de tratamientos sostenía entre 26 °C a 27 °C donde existió mayor crecimiento de la población bacteriana, el T4 a las 0 horas con 22 °C presentó las temperatura más baja entre todos los tratamientos, a su vez, se observó que a las 72 h se mantiene la temperatura en un rango entre los 25°C a 26 °C, respectivamente. Espinoza (48) en su investigación sobre calidad del ensilado de pasto saboya con cáscara de maracuyá, durante los 6 día posteriores a la apertura de los silos, la temperatura no varió ($P > 0,05$) entre tratamientos, en el transcurso del tiempo. Sin embargo, la temperatura aumentó con el paso de los días en los tratamientos con 30 y 40% de residuo de maracuyá, respectivamente. Por otro lado, todos los tratamientos mostraron un incremento de temperatura superior a 1 °C en el último día del estudio, lo que indicaría que todos tuvieron la misma respuesta a la exposición al aire, estos resultados guardan relación con la información del presente proyecto, que mantuvieron su temperatura

en los 5 primeros días y las 120 horas aumento su temperatura y en las 144 horas aumentaron 1°C.

El deterioro del forraje ocurre en todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire para su empleo, pero puede ocurrir antes por daño de la cobertura del silo (roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto aumenta el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje los bacilos Honig y Woolford (53).

Tabla 6. Valores de temperatura de cada tratamiento durante siete días en periodos de 24 horas.

Variables	Temperatura °C					Probabilidad
	T1	T2	T3	T4	T5	
0 H	21,8 b	22,2 b	22,6 b	22 b	25,6 a	0,0001
24 H	25,8 a	25,8 a	26,4 a	26,6 a	27,0 a	0,0587
48 H	25,4 b	25,4 b	25,8 b	26,2 ab	27,0 a	0,0034
72 H	26,0 a	25,8 a	25,8 a	26,4 a	26,2 a	0,4854
96 H	28,2 a	25,6 b	26,6 ab	26,0 b	26,0 b	0,0011
120 H	28,4 a	26,8 b	26,6 b	27,2 ab	27,4 ab	0,0104
144 H	27,6 a	26,6 a	26,8 a	27,4 a	27,0 a	0,2741

Elaborado por: Jessica Viri Orellana

4.2.2. pH en el ensilaje de maíz forrajero con inclusión de niveles de cáscara de maracuyá.

Al igual que la temperatura, se valoró el pH con un intervalo de 24 horas y la última evaluación fue a las 144 horas (7 días), obteniendo cambios de pH en los diferentes tratamientos y en función del tiempo (Tabla 7).

El pH evaluado indica que a las 24, 96 y 120 horas, no existieron diferencias estadísticas en sus valores, pues, se encontraron valores entre 4.70 a 6,75. Sin embargo, los tratamientos sin y con inclusión de cáscara de maracuyá tuvieron un pH promedio de 5 desde las 24 h a 96

horas, indicando acidez en los tratamientos, superando la acidez hasta las 120 horas. No obstante, a las 144 horas los T1, T2, T3, T4 y T5 alcanzaron un rango de pH de 7.43 a 7.83 lo cual demostró alcalinidad en todos los tratamientos.

Estos valores tienen relación con los resultados de Espinoza (48) q valores de pH quienes tuvieron efectos importantes en la apertura de los silos, el pH fue mayor y menor ($P < 0,05$) en los ensilados con 10 y 40% de maracuyá, respectivamente, y la diferencia se mantuvo prácticamente en todos los días del estudio.

El valor del pH indica la acidez del ensilaje como resultado de la acción de las BAL. La disminución de este inhibe el desarrollo de los microorganismos indeseables, con lo que asegura la calidad de la fermentación. En los procesos de acidificación se desarrollan las bacterias productoras de ácido acético y butírico, y en estas condiciones se estimula la actividad proteolítica, por lo que se produce un ensilaje de media a baja calidad. El deterioro aeróbico es uno de los principales problemas que afectan a la conservación y la calidad higiénica de los ensilajes. Se manifiesta por el incremento de la temperatura del forraje y de su pH. Para Castillo *et al.* (32) midieron la fermentabilidad y valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*) mediante la técnica de microsilos, mostró que los resultados de pH en los distintos tratamientos, fluctuaron entre 3,65 y 4,82, respectivamente. Castillo señala que, con relación al pH, se cuantificó valores que garantizan la conservación del ensilaje y se observó una disminución en su valor al pasar de menor a mayor porcentaje de vigna en la asociación.

Tabla 7. Valores de pH de cada tratamiento durante siete días en periodos de 24 horas

Variables	pH					Probabilidad
	T1	T2	T3	T4	T5	
0 H	4,7 a	4,8 ab	4,82 ab	4,86 ab	5,07 b	0,0001
24 H	4,78 a	4,9 b	4,97 bc	4,98 cd	5,06 d	0,0001
48 H	4,81 a	5 ab	5,05 bc	5,16 bc	5,22 c	0,0001
72 H	4,94 a	5,29 a	5,26 a	4,92 a	4,9 a	0,2838
96 H	5,31 a	5,61 b	5,81 c	5,85 c	5,93 c	0,0001
120 H	6,74 a	5,76 a	6,48 a	6,75 a	5,18 a	0,1606
144 H	7,83 b	7,55 ab	7,47 a	7,43 a	7,27 a	0,0011

Elaborado por: Jessica Viri Orellana.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al cuantificar poblaciones microbianas (bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras) del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) según los niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*P. edulis* Sims), se pudo apreciar que la inclusión del residuo agroindustrial no tuvo efecto en los tratamientos, a pesar que los componentes BAL tuvieron un rango de temperaturas óptimo entre 25° y 30°C. Su crecimiento de población tuvo la misma tendencia igual que los hongos, en todos los tratamientos estudiados. Mientras, la población de levaduras tuvo efecto por la inclusión de cáscara de maracuyá, a medida que se incrementó esta, disminuyó la cantidad de levaduras

En el análisis de las variables fermentativas (temperatura y pH) del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*P. edulis* Sims), tuvo efecto en la temperatura y varió con la inclusión de la cáscara de maracuyá a IMAas 48 h, 96 h y 120 h regulándose a las 144 h con promedios de 27 °C para todos los tratamientos; mientras, el pH tuvo un promedio de 5 hasta las 72 h en todos los tratamientos, considerándose que los mejores inhibidores del crecimiento de los hongos y levaduras va con el pH va de 4,3 y 5 que es típico de los ensilados.

5.2. Recomendaciones

Es importante picar y compactar en su totalidad el material a ensilar, empacar herméticamente los silos inmediatamente para que no proliferen las bacterias aerobias. Además, los ensilajes de forrajes no deben sobrepasar de 25% de MS para evitar putrefacción, por tanto, al hacer puño no debe mojar la mano.

Se recomienda que las entidades involucradas en el sector agropecuario, propicien las transferencias de tecnologías relacionados con los residuos agroindustriales, la nutrición y producción ganadera, donde asistan los ganaderos de la zona.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. Ashbell G, Weinberg ZG. Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico Israel: FAO; 2016.
2. Elferink S, Driehuis F, Gottschal JC, Spoelstra S. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Lelystad, Holanda: FAO; 2019.
3. Weinberg ZG, Muck RE. Nuevas tendencias y oportunidades en el desarrollo y uso de inoculantes para ensilaje. *FEMS Microbiology Reviews*. 1996; 19(1): p. 53-68.
4. Pohorelice MR. Propionibacteria and their role in the biological control of anaerobic spoilage in silage. *Lait*. 1999; 1(79): p. 149-164.
5. Santos EM, Zanine AdM. Silaje de hierbas tropicales. *Coloquio agrariae*. 2006 enero-junio; 2(1): p. 32-45.
6. Rodríguez A, Acosta Y, Rivera V, Randel P. Efecto de un inoculante microbiano en las características de fermentación, estabilidad aeróbica, ingesta y digestibilidad del ensilaje de maíz por carneros. *Rev Colom Cienc Pecua [en línea]*. 2016 enero; 29(2): p. 108-118.
7. Ganchozo J. Composición química del ensilaje de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) con diferentes niveles de inclusión de cáscaras de maracuyá (*Passiflora edulis*) Mocache, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019.
8. Pantoja A, Hurtado A, Martínez H. Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO₂ supercrítico. *Acta Agronómica*. 2017 octubre; 66(2): p. 178 - 185.
9. Ashbell G, Weinberg ZG, Azieli A, Hen Y, Horev B. A simple system to determine the aerobic determination of silages. *Canadian Agricultural Engineering*. 1991; 33(2): p. 391-393.
10. Aguilera A, Pérez F, Grande D, de la Cruz I, Juárez J. Digestibilidad y características fermentativas de ensilajes de mango, limón y maíz con o sin adición de melaza y urea. *Small Ruminant Research*. 1997 Marzo; 26(1-2): p. 87-91.
11. Palacios D, Rodríguez L, Clavijo F, Godoy A. Desarrollo de tecnologías para el mejoramiento en el manejo de hatos de leche y carne bovina en áreas críticas del Ecuador Mejía, Ecuador: INIAP-EE Santa Catalina; 2013.
12. Rosero R, Posada S. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para

- rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2007 mayo; 20: p. 174-182.
13. Sánchez A. Métodos de conservación de residuos de cosecha para la alimentación de rumiantes en el Litoral ecuatoriano. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2012.
 14. Santiago S, Yagari S. Proyecto de pre-inversión para la producción de silo de maíz en el municipio de el Castillo, Meta Villavicencio: Universidad de Los Llanos; 2018.
 15. Estrada J, Villa N, Henao F. Digestibilidad de un ensilaje de caña de azúcar con porcinaza, y su evaluación en un sistema bovino de doble propósito. *Pastos y Forrajes*. 2015 octubre-diciembre; 38(4): p. 425-430.
 16. Andrade F, Mohamad L. Estrategias para mejorar la estabilidad aerobia del ensilaje. *Producir XXI*. 2010; 18(219): p. 58-62.
 17. Vargas Y, Pérez L. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. 2018; 1(1): p. 59-72.
 18. Alkemi. El análisis microbiológico. [Online].; 2018. Available from: <https://alkemi.es/blog/el-analisis-microbiologico/>.
 19. Espinoza I, Sánchez C, Barrera A, Quintana J, Muñoz J, Cuello A. Degradabilidad ruminal in situ de ensilajes de cuatro híbridos de maíz forrajero en dos edades de cosecha. *Revista de Perspectivas Alternativas en las Ciencias Sociales*. 2019; 10(1): p. 13-23.
 20. Collazos R, Neri JC, Huamán E, Juárez L. Cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en el distrito de Molinopampa-Chachapoyas-Amazonas. *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*. 2019 enero; 2(3): p. 23-29.
 21. Mendoza E, Bravo M, Muñoz C, Díaz L, Carpio C. Evaluación de la calidad nutricional de los ensilajes en bolsa de los híbridos de maíz Somma y Trueno aplicando dos aditivos en la zona de Colimes. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*. 2018 abril; 2(15): p. 137-153.
 22. Vanegas J, Cordero O. Ensilaje como fuente alterna de alimentación del ganado de bovino en la producción lechera. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*. 2019; 3(2): p. 129-162.
 23. Gonzalez F, Núñez G, Peña A. Etapas de corte, producción y calidad forrajera de híbridos de maíz de diferente ciclo biológico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2006; 29(Núm. Especial 2): p. 103-107.

24. Pigurina G, Pérez E. Momento de cosechar maíz para ensilar. 43rd ed. Montevideo, Uruguay: INIA; 1994.
25. Fernández A. Silaje de Maíz. *Desafío* 21. 2000; 6(14): p. 1-3.
26. Tene D. Ensilado de maíz con adición de lactosuero y microorganismos eficientes, en el cantón Paltas Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja; 2015.
27. Gaona C, Mendez S. Implementación estratégica de ensilaje como complemento alimenticio para la ganadería de la finca Catara en el municipio de Puerto Lleras-Meta: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD CEAD - ACACIAS; 2018.
28. Cervantes F, Hernández J, Rangel JA, Andrio E, Mendoza M, Rodríguez G, et al. Aptitud combinatoria de líneas de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2004 julio-septiembre; 39(3): p. 259-268.
29. Contreras E, Faz E, Núñez R. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Agris*. 2012; 41(1): p. 213-219.
30. Villa A. Estudio microbiológico y calidad nutricional de ensilaje de maíz cosechado en dos ecorregiones de Colombia Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2008.
31. Boschini C, Elizondo J. Desarrollo productivo y cualitativo de Maíz para ensilaje. *Agronomía Mesoamericana*. 2004; 15(1): p. 31-37.
32. Castillo M, Rojas A, Wing-Ching R. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*). *Agronomía Costarricense*. 2009 febrero; 33(1): p. 133-146.
33. Cubero J, Rojas A, Wing-Ching R. Uso del inóculo microbial elaborado en finca en ensilaje de maíz (*Zea mays*). Valor nutricional y fermentativo. *Agronomía Costarricense*. 2010 octubre; 34(2): p. 237-250.
34. Garcés A, Berrio L, Ruiz S, Serna J, Builes A. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. 2004 Junio; 1(1): p. 66-71.
35. Flores G. Factores que afectan a la calidad del ensilaje de hierba y a la planta de maíz forrajero en Galicia y evaluación de métodos de laboratorio para la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de estos forrajes ensilados Galicia, España: Universidad Politécnica de Madrid; 2004.
36. Mannelje L. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños

- campesinos Roma: FAO; 2000.
37. Campos J, Campos G. Aspectos básicos del ensilaje. Boletín Informativo. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Agencia de Servicios Agropecuarios de Vásquez de Coronado; 2017 Julio 04.
 38. Acosta Y. El proceso de ensilaje. BIOMIN Newsletter. 2011 Julio; 5(49).
 39. Viera C, Maldonado H, Silva J. Composición química y bromatológica y degradabilidad in situ de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutra de la corteza de fruta de tres variedades de fruta de la pasión (*Passiflora* spp). Brasileña de Ciencia Animal. 1999; 1(1): p. 1148-1158.
 40. Astuti T. Evaluación del valor nutricional de la piel de maracuyá fermentada con *Aspergillus niger* y *Trichoderma harzianum* como alimento para animales in vitro: Universidad de Andalas; 2008.
 41. Tobía C, Uribe L, Villalobos E, Soto H, Ferris I. Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido lácticas en ensilaje de soya. Agronomía Costarricense. 2003; 27(2): p. 21-27.
 42. Basurto E. Evaluación nutricional de ensilado cebada-vicia en diferentes proporciones, con y sin urea al 1% en la Región Huancavelica Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú; 2017.
 43. Alpízar C. Presencia de hongos y contaminación con mico toxinas en ensilajes para alimentación de rumiantes. Ciencias veterinarias. 2015 enero-junio; 33(1): p. 7-31.
 44. Godía J. Manejo del ensilado de forrajes. Frisona Española. 2019 Julio; 1(130): p. 96-106.
 45. INAMHI. Boletín climatológico mensual octubre Quito; 2019.
 46. Fernández R, Trapero A, Domínguez J. Experimentación en Agricultura Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca: Junta de Andalucía; 2010.
 47. Camacho A, Giles M, Ortegón A, Palao M, Serrano B, Velázquez O. Técnicas para el análisis Microbiológico de Alimentos México: Facultad de Química, UNAM; 2009.
 48. Espinoza Guerra ÍF. CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS, ESTABILIDAD AERÓBICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximus*) CON NIVELES CRECIENTES DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*). Facultad de ciencias veterinarias

- división de investigación. 2017 Agosto; XXVII(4): p. 181.
49. Espinoza I, Montenegro B, Rivas J, Romero M, García A, Martínez A. Características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista Científica, FCV-LUZ*. 2017 agosto; 27(4): p. 241-248.
 50. PAHLOW G, MUCK RE, DRIEHUIS F, OUDE-ELFERINK SIWH, SPOELSTRA SF. Microbiology of ensiling. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (Eds.). *Silage Science and Technology*. 2013 SEPTIEMBRE;: p. 31-93.
 51. McDonald P, Henderson A, & Heron S. *Biochemistry of silage*. 2nd ed. Chalcombe 3U, editor. U.S.A.: Chalcombe Publications.; 1991.
 52. Fernández Escobar R, Trapero A, Domínguez Giménez J. *Experimentación en Agricultura Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía*; 2010.
 53. HONIG H&WM. *Changes in silage on exposure to air* Anitoquia: Corporación Universitaria Lasallista; 2012.
 54. Narváez D. *Efecto de la aplicación de inoculantes sobre las características microbianas a los 60 días de ensilaje de maíz forrajero (Zea mays)* Mocache, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2013.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable bacterias ácido lácticas .en el Laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, d Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Bacterias Ácido Lácticas	25	0.31	017	3.38

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	0.71	4	0.18	2.22	<0.1034
Error	1.60	20	0.08		
Total	2.31	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.53577

Error: 0.0801

Anexo 2. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de hongos en el Laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Hongos	25	0.33	0.19	5,31

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	1.55	4	0.39	2.42	<0.0822
Error	3.20	20	0.16		
Total	4,75	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.75721

Error: 0.1601

Anexo 3. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de levaduras en el Laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Hongos	25	0.33	0.36	3,59

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	1.40	4	0.35	4.44	<0.0100
Error	1.57	20	0.08		
Total	2.97	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.53090

Error: 0.0787

Anexo 4. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las o horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Temperatura	25	0.83	0.80	3,10

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	49.36	4	12.34	24.68	<0.0001
Error	10.00	20	0.50		
Total	59.36	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.33823

Error: 0.5000

Anexo 5. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 24 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Temperatura	25	0.25	0.32	2.69

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	5.44	4	1.36	2.72	<0.0587
Error	10.00	20	0.50		
Total	15.44	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.33823

Error: 0.5000

Anexo 6. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 48 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Temperatura	25	0.53	0.43	2.44

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	8.96	4	2.24	5.60	<0.0034
Error	8.00	20	0.40		
Total	16.96	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.19625

Error: 0.4000

Anexo 7. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 72 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Temperatura	25	0.15	0.00	2.37

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	1.36	4	0.34	0.89	<0.4854
Error	7.60	20	0.38		
Total	8.96	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.16664

Error: 3800

Anexo 8. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 96 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Temperatura	25	0.58	0.50	3.29

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	21.04	4	5.26	6.92	<0.0011
Error	15.20	20	0.76		
Total	26.24	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.64988

Error: 0.7600

Anexo 9. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 120 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Temperatura	25	0.47	0.36	2,74

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	9.84	4	2.46	4.39	<0.0104
Error	11.20	20	0.56		
Total	21.04	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.41625

Error: 0.5600

Anexo 10. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable de temperatura a las 144 horas, en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

	N	R²	R² Aj	CV
Variable				
Temperatura	25	0.22	0.06	2,91

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	3.44	4	2.86	1.39	<0.2741
Error	12.40	20	0.62		
Total	15.84	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.49019

Error: 0.6200

Anexo 11. Cronograma de actividades 2019.

Actividades Meses Semanas	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Elaboración del anteproyecto.	x	x																						
Recolección de información, revisión bibliográfica.	x	x																						
Presentación y aprobación del anteproyecto.			x	x																				
Tramitar el inicio de trabajo de campo					x																			
Llenada de los silos.								x	x															
Abrir de los silos.										x	x	x												
Análisis en el laboratorio Rumiología composición química.														x	x	x								
Tabulación de los datos																	x							
Elaboración de tablas, figuras y gráficos.																	x	x						
Describir los datos.																	x	x						
Analizar los resultados.																	x	x	x					
Elaborar o redactar documento final (Tesis)																	x	x	x	x				
Revisión del informe final por parte del tutor de titulación.																		x	x	x				
Entregar informe final (Tesis).																					x	x	x	

Anexo 12. Croquis del experimento.

T1 R3	T2 R4	T3 R1	T5 R3	T1 R5
T3 R5	T4 R1	T5 R2	T4 R5	T2 R1
T2 R2	T4 R3	T1 R1	T5 R5	T5 R1
T1R4	T3 R2	T4 R2	T5 R4	T4 R4
T2 R5	T1 R2	T3 R4	T2 R3	T3 R3

Fotografías de la investigación.

Anexo 13. Corte forraje de maíz.



Anexo 14. Picado de forraje de maíz y residuo de cáscara de maracuyá.



Anexo 15. Llenado y compactado del material vegetativo.



Anexo 16. Fermentación 35 días.



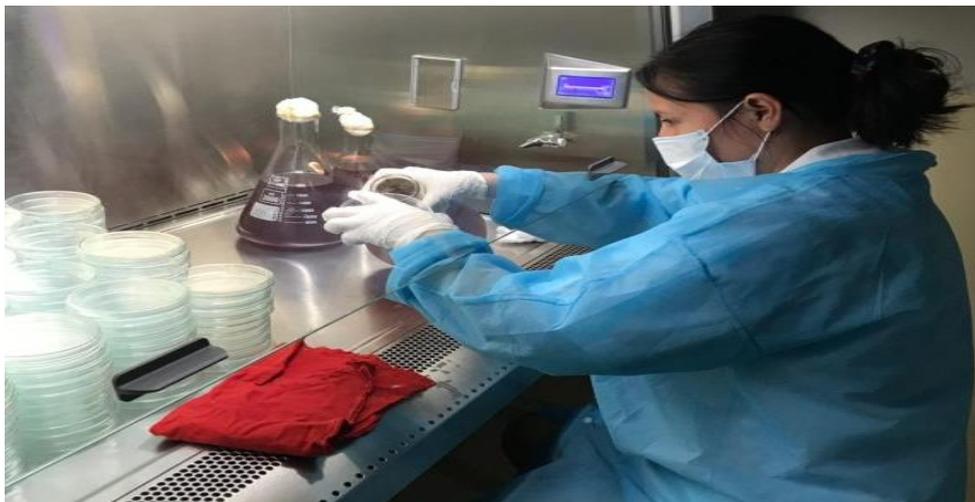
Anexo 17. Preparación medio de cultivo.



Anexo 18. Medios de cultivo estériles.



Anexo 19. Llenado de las cajas de petri con el medio de cultivo



Anexo 20. Descubierta de los microsilos a los 35 días de fermentación.



Anexo 21. Mezcla de muestra vegetativa con peptona.



Anexo 22. Medio de cultivo sembrado.



Anexo 23. Incubación de las bacterias.



Anexo 24. Conteo de las unidades de población microbiana.



Anexo 25. Medición de temperatura, periodo de 24 horas por 7 días.



Anexo 26. Toma de pH del ensilaje, periodo de 24 horas por 7 días.

