



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ – EXTENSIÓN
PEDERNALES**

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

TITULO:

“Elaboración de silo de maíz con distintos niveles de inclusión de lactosuero, en el sitio
Mache- Cantón Pedernales”

AUTOR (A)

Josselyn Fernanda Zambrano Napa

TUTOR (A)

Mvz. Henry Othón Intriago Mendoza Mgts.

PEDERNALES - ECUADOR

2024

CERTIFICACION

En calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de la estudiante ZAMBRANO NAPA JOSSELYN FERNANDA, bajo la opción de titulación del trabajo de investigación, con el tema: "ELABORACIÓN DE SILO DE MAÍZ CON DISTINTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE LACTOSUERO, EN EL SITIO MACHE- CANTÓN PEDERNALES".

La presente investigación ha sido desarrollada en el apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lo certifico.


MVZ. Henry Intriago Mendoza, Mgs.

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACION DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

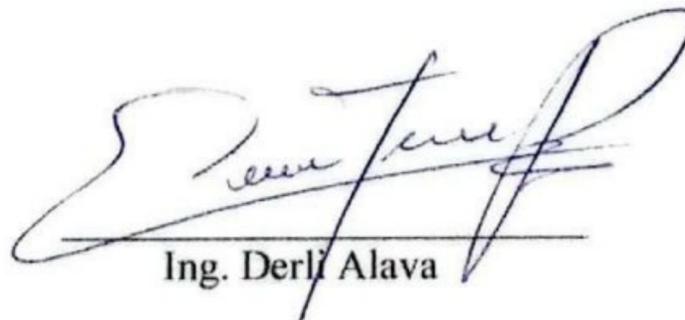
El tribunal evaluador Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación titulado: "ELABORACIÓN DE SILO DE MAÍZ CON DISTINTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE LACTOSUERO, EN EL SITIO MACHE- CANTÓN PEDERNALES". Realizado y concluido por la Sra. Josselyn Fernanda Zambrano Napa ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 27 de enero del 2025.

Para dar testimonio y autenticidad firman:



Ing. Derli Alava

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dra. Paola Alvarado

Miembro del tribunal



Ing. Jacinto Andrade

Miembro del tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Josselyn Fernanda Zambrano Napa, con cedula de ciudadanía N° 080361005-4, declaro que el presente trabajo de titulación "Elaboración de silo de maíz con distintos niveles de inclusión de lactosuero, en el sitio Mache- Cantón Pedernales". ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ellos me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 27 de enero del 2025

Josselyn E

Josselyn Fernanda Zambrano Napa

C.I: 080361005-4

DEDICATORIA

Dejo constancia de mi agradecimiento:

A la UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABI” EXTENSION PEDERNALES, por abrirme las puertas en sus instalaciones educativas, no solo por mi estancia sino también por los saberes, experiencias y conocimientos adquiridos a lo largo del tiempo, sobre todo a la carrera de Ingeniería Agropecuaria.

A mi tutor: MV. Henry Othón Intriago Mendoza, por su esfuerzo y compromiso el cual me ha permitido nutrirme más de sus conocimientos permitiéndome terminar mis estudios con éxito.

Al Ingeniero Raúl Macias por brindarme su tiempo y ayuda en cada etapa de mi carrera estudiantil, quedo muy agradecida por el compromiso y entrega que demuestra diariamente en la universidad; la de servir a cada persona que requiere de su ayuda, esperando siga así estoy segura sacara adelante excelentes profesionales con cariño a la carrera.

A los docentes que durante toda mi carrera profesional me han brindado sus enseñanzas, que han permitido mi formación académica.

A las personas que han formado parte de mi carrera profesional, amigos, familia y a las personas que ya no estan pero que se las mantiene presente en recuerdos, sin duda alguna son personas que, con sus consejos, bromas, alegrías han hecho que mi proceso estudiantil sea más llevadero.

AGRADECIMIENTO

“Somos lo que hacemos para cambiar lo que somos” (Eduardo Galeano).

A Dios.

Por brindarme la oportunidad de cumplir uno de mis tantos objetivos de vida, por darme el conocimiento y sabiduría necesaria que me permitió llegar hasta este lugar, por demostrarme cuanto me amaba aun en temporadas en las que ni siquiera le estaba hablando.

A mi Madre

Elizabeth Napa Bravo por brindarme su apoyo, valores, consejos y sacrificios que me han permitido seguir adelante y ser una persona constante y dedicada en lo que hace, pero sobre todo agradecer el amor que me ha demostrado desde que tengo uso de memoria.

A mi Padre

Ricarte Zambrano Rosado por ser un pilar fundamental en mi etapa de vida y preparación profesional, por brindarme su apoyo y cariño incondicional, enseñándome a ser más consiente, más humana; pues al igual que mi madre que con su gran amor hacia mí, espero estar retribuyendo algo de lo tanto que me han ofrecido.

También agradecer de corazón a mis Hermanos y demás familiares que me han acompañado en esta etapa llena de muchas emociones, conocimientos y experiencias. A las personas que ya no se encuentran en este plano terrenal pero que las recuerdo con mucho cariño y sé que al igual que los demás, se estan alegrando de mi desde el lugar en el que se encuentren.

RESUMEN

En esta investigación se determinó la eficiencia obtenida luego de la aplicación de lactosuero en distintos niveles al ensilaje de maíz en etapa de floración, En el Sitio Mache del canton Pedernales. Con la finalidad del incremento en su composición química determinada mediante análisis bromatológicos y FDN. Para esta investigación se utilizó la variedad de Maíz DAS 3383, el cual fue cosechado en etapa de floración y ensilado durante 60 días. El diseño utilizado fue un cuadro comparativo con 4 tratamientos (T1: Testigo 0; T2: lactosuero en dosis de 75ml/kg; T3: Lactosuero en dosis de 150 ml/kg; T4: lactosuero en dosis de 225 ml/kg), el cual para respaldar la investigación se hizo uso del Coeficiente de correlación de Pearson y el modelo de regresión lineal simple. Los resultados permitieron determinar que los tratamientos: T1 Y T4 fueron los que mayor porcentaje demostraron en el análisis bromatológico (Proteína, Ext. Etéreo, Ceniza, Fibra, Ext libre de nitrógeno), el tratamiento con mejor porcentaje de energía bruta y metabolizable fue el T1 y T4, en cuanto a FDN el T1 Y T3 fueron los mejores en análisis de composición celular.

Se culmina la investigación concluyendo que la adición de lactosuero en el ensilado de maíz permite incrementar una cierta cantidad en el aporte nutricional y de energía disponible para bovinos, el ensilaje es una excelente alternativa de conservación de forrajes en épocas lluviosas para luego suministrarle al ganado en época seca.

Palabras clave: Ensilaje de maíz, lactosuero, análisis bromatológicos, energía, alimentación, FDN.

ABSTRACT

In this research, the efficiency obtained after the application of whey at different levels to corn silage in the flowering stage was determined, at the Mache Site in the Pedernales canton. With the purpose of increasing its chemical composition, it is determined through bromatological analyzing and NDF. For this research, the DAS 3383 Corn variety was used, which was harvested in the flowering stage and ensiled for 60 days. The design used was a comparative table with 4 treatments (T1: Control 0; T2: whey at a dose of 75 ml/kg; T3: Whey at a dose of 150 ml/kg; T4: whey at a dose of 225 ml/kg), which to support the research, the Pearson correlation coefficient and the simple linear regression model were used. The results allowed us to determine that the treatments: T1 and T4 were the ones that showed the highest percentage in the bromatological analyzes (Protein, Etheral Ext, Ash, Fiber, Nitrogen-free Ext), the treatment with the best percentage of gross and metabolizable energy was T1 and T4, in terms of NDF, T1 and T3 were the best in cellular composition analysis.

The research is completed concluding that the addition of whey in corn silage allows increasing a certain amount in the nutritional and energy contribution available for cattle, silage is an excellent alternative for preserving forage in rainy seasons and then supplying it to the cattle in dry season.

Keywords: Corn silage, whey, bromatological analysis, energy, feeding, FDN

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACION	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACION DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
Marcador no definido.	
DERECHOS DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE DE TABLA.....	18
ÍNDICE DE FIGURAS.....	19
1 CAPÍTULO: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.1 Introducción.....	22
1.1.1 Lactosuero.....	24
1.2 Planteamiento del problema.....	24
1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	25
1.2.2 Formulación del problema.....	26

	10
1.2.3 Preguntas de directrices	26
1.3 OBJETIVOS	26
1.3.1 Objetivo General:.....	26
1.3.2 Objetivos Específicos:	27
1.4 Justificación.	27
1.5 Marco teórico.....	28
1.5.1 Alimentación.....	28
1.5.2 Nutrición	28
1.5.3 Composición de los alimentos	29
1.5.4 Nutrientes presentes en la ingesta animal.	29
1.5.5 Medio ambiente ruminal	29
1.5.6 Población microbiana.....	30
1.5.7 Carbohidratos.....	30
1.5.8 Los carbohidratos simples.....	30
1.5.9 Carbohidratos complejos	31
1.5.10 Producción de ácidos en el rumen	32
1.5.11 Producción de ácido butírico.	33

1.5.12	Aditivos.....	33
1.5.13	Consumo de fibra (pasto) en Bovinos.....	33
1.5.14	Forraje.....	34
1.5.15	Silo, Ensilaje y Silaje.....	34
1.5.15.1	Silo.....	34
1.5.15.2	Ensilaje.....	35
1.5.15.3	Silaje.....	35
1.5.16	Proceso del ensilaje.....	36
1.5.16.1	Fase aeróbica.....	36
1.5.17	Ácidos grasos volátiles.....	37
1.5.18	Acido butírico.....	37
1.5.19	Ácido láctico.....	37
1.5.20	Acido propiónico.....	37
1.5.21	Características de buena fermentación del silo.....	37
1.5.22	Fase de fermentación.....	38
1.5.22.1	Fase deterioro aeróbico.....	38
1.5.22.2	Fase estable.....	38

1.5.23	Tipos de silos.....	38
1.5.24	Elaboración de silo.....	38
1.5.25	Picado.....	39
1.5.26	Deshidratación	40
1.5.27	Llenado	40
1.5.28	Compactación	40
1.5.29	Sellado.....	40
1.5.30	Silos en bolsas plásticas.....	40
1.5.31	Ventajas y desventajas del silo en bolsas.....	41
1.5.31.1	Ventajas.....	41
1.5.31.2	Desventajas	41
1.5.32	Maíz	41
1.5.33	Condiciones agroecológicas del cultivo.....	42
1.5.34	Clima.....	42
1.5.35	Riego.....	43
1.5.36	Suelo	43
1.5.37	Etapas del cultivo.....	43

	13
<i>Tabla 3</i>	44
1.5.38 Semilla	44
1.5.39 Proteínas del maíz	45
1.5.39.1 Almidón.....	45
1.5.39.2 Proteínas	45
1.5.39.3 FND y FDA en maíz	46
1.5.39.4 Vitaminas liposolubles	46
1.5.39.5 Vitaminas hidrosolubles.....	46
1.5.40 Cultivo de maíz en Ecuador	47
<i>Tabla 4</i>	47
1.5.41 Variedades de maíz en Ecuador.....	48
1.5.42 Lactosuero.....	48
1.5.43 Lactoglobulinas.....	49
1.5.44 Albuminas	49
2 CAPÍTULO: DESARROLLO METODOLÓGICO	50
2.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	50
2.2 Ubicación.....	50

	14
2.2.1 Materiales.....	51
2.3 Diseño de investigación.....	52
2.4 Tipo de investigación.....	53
2.4.1 Métodos de investigación	54
2.4.2 Población y muestra.....	54
2.5 Técnicas de investigación	54
2.5.1 Materia prima.....	54
2.5.2 Medición	56
2.5.3 Siembra	56
2.5.4 Fumigación	57
2.5.4.1 Primera fumigación.....	57
2.5.5 Germinación.....	57
2.5.6 Fertilización	57
2.5.7 Medidas después de la fertilización	58
2.5.8 Segunda fumigación.....	59
2.5.9 Segunda fertilización	60
2.5.10 Control de plagas	60

	15
2.5.11 Tercera fertilización	61
2.5.12 Floración	61
2.5.13 Resultados luego de aplicar arena de mar.....	61
2.5.14 Corte.....	62
2.5.15 Picado.....	62
2.5.16 Tamaño de la partícula.....	63
2.5.17 Lactosuero.....	63
2.5.17.1 Medidas y niveles.....	63
2.5.17.2 Fundas plásticas	63
2.5.17.3 Compactación.....	63
2.5.17.4 Sellado.....	64
2.5.17.5 Almacenamiento y reposo.....	64
2.6 Toma de muestras	64
2.6.1 Evaluación cualitativa y organoléptica	65
2.7 Operacionalizaciones de variables	66
Tabla 12. <i>Operacionalización de variables</i>	66
2.7.1 Metodología para el primer objetivo.....	67

	16
2.7.2	Metodología para el segundo objetivo..... 68
2.7.3	Metodología para el tercer objetivo 68
3	CAPÍTULO: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 69
3.1	Valor nutritivo del ensilaje..... 69
	Figura 2. 69
3.1.1	FDN (FIBRA DETERGENTE NEUTRA)..... 71
3.1.2	Correlación lineal..... 72
3.1.3	Método 72
3.1.4	Correlaciones 73
3.1.5	Regresión lineal 75
3.1.6	BRUTA Y ENERGIA METABOLIZABLE..... 79
3.1.7	ENERGIA BRUTA (EB)..... 79
3.1.8	ENERGIA METABOLIZABLE 80
3.1.9	Relación EB/EM 81
3.1.10	COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA..... 82
3.1.11	COSTO DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO. 82
3.1.12	RENTABILIDAD ECONÓMICA POR TRATAMIENTO..... 83

DISCUSIÓN	84
3.1.13 Valor nutritivo del ensilaje.....	84
3.1.14 Energía bruta y energía metabolizable.....	85
3.1.15 Rentabilidad	86
3.2 CONTESTACIÓN A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	86
3.2.1 ¿Cuáles son los efectos del suero de leche en la fermentación del silo de maíz? 86	
3.2.2 ¿Cuál es el costo-beneficio de la producción de silo de maíz con suero de leche en comparación con el ensilado tradicional?	87
3.2.3 ¿Cuáles son las perspectivas futuras y las áreas de investigación adicionales relacionadas con el uso de suero de leche en la producción de silo de maíz y su aplicación en la industria ganadera?.....	87
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Elección de especies vegetales.....	39
Tabla 2. Clasificación taxonómica del maíz (Zea Mays L).	42
Tabla 3. Etapas de crecimiento del maíz.....	44
Tabla 4. Cultivo de maíz en el Ecuador.	47
Tabla 5. Condiciones meteorológicas Mache-Chindul	51
Tabla 6. Tratamientos de la investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Ficha técnica de híbrido de maíz DAS 3383.....	55
Tabla 8. Distanciamiento de siembra.	56
Tabla 9. Medidas del maíz después de la primera fertilización.	59
Tabla 10. Medidas del maíz antes del corte.	62
Tabla 11. Indicadores organolépticos para la evaluación de ensilajes.	66
Tabla 12. Tipo de correlación de Pearson.	72
Tabla 13. Tabla de correlación.....	73
Tabla 14. Regresión lineal entre muestra y composición bromatológica.....	75
Tabla 15. Costo de producción de la propuesta.	82

Tabla 16. Tabla de beneficio.....	82
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	50
Figura 2. Composición bromatológica del ensilaje de maíz con distintos niveles de inclusión de lactosuero	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Fibra detergente neutra del ensilaje de maíz (FDN.	71
Figura 4 CORRELACION: PROTEINA %; EXT. ETEREO %GRASA; CENIZA %; FIBRA %; E.L.N.N OTROS %; FDN (%).	72
Figura 5 Proteína.....	75
Figura 6. Extracto etéreo.....	76
Figura 7. Ceniza	77
Figura 8. Fibra.....	78
Figura 9. Extracto libre de nitrógeno.	78
Figura 11. Siembra.....	90
Figura 12. Tratamiento curado de semilla.	90
Figura 13. Medición de terreno para sembrar.	90
Figura 14. Preparación del terreno antes de siembra.	90
Figura 15. Semilla Das 3383.....	90

	20
Figura 16. Mezcla y dosificación de herbicida (GLISTAR).....	91
Figura 17. Disolución y aplicación de urea.....	91
Figura 18. Dosis de urea.	91
Figura 19. Germinación.	91
Figura 20. Aplicación de GLISTAR.	91
Figura 21. Aplicación de Amina.	92
Figura 22. Medidas de plantas.	92
Figura 23. Control gusano cogollero con Arena de Mar.....	92
Figura 24. Daño ocasionado por Patada negra.....	92
Figura 25. Daño ocasionado por Gusano Cogollero.	92
Figura 26. Fertilización con Kristalon.	92
Figura 27. Dosis de Kristalon.	92
Figura 28. Ultima fertilización.....	93
Figura 29. Resultados después de la aplicación de Arena de mar.	93
Figura 30. Floración.....	93
Figura 31. Compactación manual.	94
Figura 32. Tamaño de la partícula.	94

Figura 33. Picado.	94
Figura 34. Etapa de deshidratación	94
Figura 35. Altura y número de hojas.....	94
Figura 36. Diámetro de tallo.	94
Figura 37. Altura de corte.	94
Figura 38. Selección por cuarteo.....	95
Figura 39. Toma de muestras.....	95
Figura 40. Almacenamiento y reposo.	95
Figura 41. Sellado.	95
Figura 42. Aplicación de lactosuero.	95

1 CAPÍTULO: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La producción ganadera actualmente va en aumento, debido a la mayor demanda de sus derivados ya sean cárnicos, lácteos, entre otros, lo que representa un mayor número de animales en producción, generando como respuesta una mayor carga animal. En esta industria pecuaria mayormente se basan en pastoreos rotativos, extensivos y semi intensivos por lo cual se requiere mayor superficie de pasto para cubrir sus requerimientos alimenticios, la producción de pastizales está expuesta a condiciones climáticas muy cambiantes. En la costa ecuatoriana tenemos dos épocas bastantes marcadas, que son la época lluviosa y la época seca, esta última es una de las más críticas a la que se enfrentan los ganaderos, pues el rendimiento de los pastizales y valor nutricional de la biomasa es muy escaso (Solís, R. 2017).

Actualmente existen alternativas a base de forrajes alimenticios que suplementan la deficiencia nutricional en el ganado, tales como el ensilaje, henolaje y subproductos agroindustriales, lo que permite subsanar la deficiencia nutricional a bajo costo. (Fontagro 2023) Afirma que “Estados Unidos y Brasil encabezan la lista de los países que más producen carne de res en el mundo. El país suramericano es el que concentra mayor número de cabezas de ganado, superando incluso su número de habitantes”. FAO (2007) explica que para el año 2007 “El país que dominaba en producción de leche era la India, con el 22% de producción mundial, seguido de Estados Unidos, China, Pakistán y Brasil. De acuerdo con (Orus 2024) para el año 2023 el país con mayor producción lechera lo encabeza Estados Unidos con 102.92 toneladas métricas, seguido India con 99 Tn.

Según Pesquisa (2022) a pesar de que estos países tienen mayor volumen de superficie geográfica, si se gestiona el manejo de forma inadecuada, el resultado es una productividad baja y degradación del suelo, lo que hace necesaria la obtención de nuevas áreas pastoriles.

Caraballo *et al.*, (2007) La conservación de excedentes de forraje en épocas de abundancia permite obtener fuentes de alimentos de buena calidad y bajo costo, ayuda a estabilizar la producción durante los períodos más críticos y aumenta la productividad; Además, la modernización de los sistemas de producción de pastos hace que su conservación sea cada vez más importante, por otro lado, esta tecnología se adapta muy bien a las pequeñas y medianas explotaciones, las independiza de fuentes externas de suministro de aprovechamiento de recursos forrajeros y, sobre todo, ayuda a garantizar una ganadería sana, productiva y rentable.

Una de las alternativas con mayor rentabilidad de forrajes son los ensilajes de maíz, siendo este un forraje de verano, debido a que en corto plazo tengamos alto aporte de materia seca siempre y cuando no le falte agua, se cultiva mayormente en época lluviosa. Este cultivo tiene muchas ventajas, entre ellas ocupa alrededor de 89% del total producido, el punto óptimo para el corte del maíz en el ensilaje es de 30 y 35% de materia seca. Los silos de maíz deben tener un PH bajo, o cercano a 4 y contenidos de nitrógeno amoniacal, en nitrógenos solubles inferiores al 10% y finalmente 50% de nitrógeno total (FEDNA, 2011).

Entonces al ser viable la planta de maíz para su debido proceso de ensilaje, hay que tener en cuenta de que el contenido de fibra no sea muy alto (FDA 29% , FDN 56%) pues le reduciría la cantidad de nutrientes a los microorganismos del rumen, por esto, para la rápida recuperación de los carbohidratos solubles se necesita aditivos como biocatalizadores (hogos, bacterias, levaduras etc.) por intermedio de las enzimas que estos biocatalizadores secretan, contribuyendo a solubilizar la pared celular (Contexto ganadero, 2023).

El lactosuero es un producto que contiene en su mayoría distintas bacterias benéficas en cuanto a la nutrición animal, pues ayudan en la descomposición de alimentos, absorción de nutrientes y atacan organismos patógenos que pueden causar enfermedades, afirma que en el lactosuero fresco una de las bacterias más representativas es *Lactobacillus* sp. con 87.18% de las bacterias totales identificadas y aisladas. por ello la inclusión de distintos niveles de Lactosuero (suero de leche) como aditivo en el ensilaje de maíz, y poder mostrar cual es el porcentaje optimo en valor nutricional y aporte de energía (Medlineplus, 2024).

1.1.1 Lactosuero

El lactosuero es un producto que contiene en su mayoría distintas bacterias benéficas en cuanto a la nutrición animal, pues ayudan en la descomposición de alimentos, absorción de nutrientes y atacan organismos patógenos que pueden causar enfermedades, afirma que en el lactosuero fresco una de las bacterias más representativas es *Lactobacillus* sp. con 87.18% de las bacterias totales identificadas y aisladas. por ello la inclusión de distintos niveles de Lactosuero (suero de leche) como aditivo en el ensilaje de maíz, y poder mostrar cual es el porcentaje optimo en valor nutricional y aporte de energía (Medlineplus, 2024).

1.2 Planteamiento del problema

La falta de ejecución respecto al amplio uso que se le puede dar al lactosuero (suero de leche) es lo que limita a mejorar el manejo nutrición del animal, en el mundo de la producción de suero de leche va en aumento y su falta de aprovechamiento suficiente genera cambios ambientales y perdidas de recursos económicos debido a la poca información que poseen los pequeños y medianos productores (Gómez y Sánchez, 2018).

El cambio climático, es uno de los problemas más grandes que todo ganadero enfrenta, trayendo consecuencias como la escasez de pastizales debido a una menor frecuencia de lluvias. Los pastos se siembran para la obtención de energía, alimento y fibra que requieren de condiciones específicas para desarrollarse, como la temperatura y el requerimiento hídrico, pero si no se dispone de agua suficiente y nutrientes, se produce bajos rendimientos. (Ramírez de la Ribera *et al.*, 2007).

Varela y Ron (2018) asegura que en Ecuador existen dos estaciones climatológicas a lo largo del año, época lluviosa y época seca. La época lluviosa se inicia en diciembre y termina en mayo, en varias ocasiones se extiende hasta junio, mientras que la época seca reanuda y llega hasta finales de noviembre o diciembre. Provocando que en los meses de sequía los ganaderos no cuenten con suficiente alimento debido a la escasez de pasturas, por consiguiente, baja el rendimiento lechero y cárnico obligándoles a vender parte del ganado o sacrificarlos a que padezcan de hambre.

Por otra parte UTPL (2021) manifiesta que el lactosuero siendo un derivado de la leche, en empresas lácteas se obtiene este producto a un costo relativamente bajo, pero altamente rentable y nutritivo rico en proteínas solubles, bajo en lactosa, vitaminas y sales minerales, lastimosamente los pequeños y medianos productores no le dan la importancia correspondiente como una opción de ayudante en la dieta nutritiva bovina, ya sea por desconocimiento o simplemente porque se sale de su presupuesto económico.

1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES

Testigo 0

Tratamiento 1 (75 ml lactosuero/kg)

Tratamiento 2 (150 ml lactosuero/kg)

Tratamiento 3 (225 ml lactosuero/kg)

VARIABLES DEPENDIENTES

Análisis Bromatológicos

FDN

VARIABLE ECONOMICA

Costo-Beneficio (\$)

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué manera influiría los distintos niveles de inclusión de lactosuero en la composición nutricional del ensilaje de maíz?

1.2.3 Preguntas de directrices

¿Cuáles son los efectos del suero de leche en la fermentación del silo de maíz?

¿Cuál es el costo-beneficio de la producción de silo de maíz con suero de leche en comparación con el ensilado tradicional?

¿Cuáles son las perspectivas futuras y las áreas de investigación adicionales relacionadas con el uso de suero de leche en la producción de silo de maíz y su aplicación en la industria ganadera?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

Elaborar silo de maíz con distintos niveles de inclusión de lactosuero.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el valor nutricional de los diferentes silos de acuerdo con el nivel de inclusión de lactosuero.
- Incluir los valores de energía de los silos con el fin de recomendar cual es el más optimo.
- Generar el estudio de rentabilidad económica de los silos

1.4 Justificación.

OEA (1989) En la provincia de Manabí durante la época seca la disponibilidad de recursos hídricos es baja, debido a la disminución de precipitaciones y el decrecimiento de los niveles de cuerpos de agua, trae como consecuencias múltiples inconvenientes como deshidratación del ganado y sobre todo la escasez de forrajes, pues las pasturas no crecen, dificultando la alimentación del ganado en pastoreo, el resultado es una disminución de la disponibilidad de alimento y nutrientes para el ganado, lo que afecta su salud y producción

MAG (2017) explica que, es justo aquí en donde aparece el aprovechamiento de forrajes, para ser exactos los ensilajes de maíz, que sirve de alternativa para la preservación de forrajes, garantizando la alimentación de los animales durante todo año, tener más carga animal, aumentar la producción de leche y la ganancia de peso en bovinos. Aportando una elevada cantidad de energía debido a su alto contenido de carbohidrato solubles, los más presentes son el almidón y la fibra soluble.

Mientras Grupo Ceres (2022) recalca que, en el aporte nutricional de los ensilajes se registra el aporte de proteína, aunque en el maíz es un poco bajo a diferencia de otros forrajes,

aun así, es significativo, del mismo modo aporta otros nutrientes como, fibra, grasas, vitaminas y minerales.

Por otra parte, Contreras F *et al.*, (2006) declara su alto contenido de distintas bacterias benéficas en el suero de leche, que actúan en la descomposición de alimentos, absorción de nutrientes, las bacterias de mayor importancia es el lactobacillus sp. Es una bacteria hetero fermentativa usada como inoculante para ensilaje, esta bacteria puede convertir ácido láctico a ácido acético y otros productos. Pues el lactosuero, en empresas lácteas es un producto de costo relativamente bajo, pero que si se emplea de manera correcta es altamente rentable y nutritivo.

El presente trabajo de investigación se justifica en la necesidad de direccionar toda nuestra atención y fuerza en la elaboración de ensilajes de maíz con diferentes niveles de inclusión de suero de leche, como una alternativa altamente rentable para el ganadero como para la nutrición del ganado en la provincia de Manabí en general y en el cantón Pedernales particularmente.

1.5 Marco teórico.

1.5.1 Alimentación

Mora (2007, p. 13) manifiesta que la alimentación es una serie de normas o procesos para proporcionar a los animales una adecuada nutrición, que en resumen es la acción de suministrar comida al animal que se relacionan con ingredientes y cantidades.

1.5.2 Nutrición

Mientras que la nutrición es la ciencia que estudia las reacciones químicas y procesos fisiológico al que se somete un alimento en el organismo animal, que luego se transforma en leche, carne y trabajo, y a su vez provocando que los animales demuestran todo su potencial genético (Loor, 2016).

1.5.3 Composición de los alimentos

Debemos saber que, el productor pecuario y el fabricante de alimentos maniobran distintos ingredientes alimenticios que van de mayor a menor concentración, nutriente específico como proteína, energía, calcio, etc. esto le permite reunir alimentos proteicos como (pastas de oleaginosas, harina de origen animal) energéticos tales como (granos de cereales, harinas de tubérculos, aceites) minerales como roca fosfórica, piedra caliza, concha de ostión (Mora 2007, p. 16).

Cuellar (2021) manifiesta que, en rumiantes los minerales se obtienen a través de forrajes y pienso, y la cantidad en estos es variable, permitiendo que se suplementen de acuerdo con la composición mineral, cabe recalcar que el tipo de pasto y el suelo cambian la composición de minerales suministrados en la dieta.

1.5.4 Nutrientes presentes en la ingesta animal.

Mora (2007, p. 16).

- ✓ **Agua**
- ✓ **Proteínas:** formada por aminoácidos
- ✓ **Nitrógeno no proteico:** se utiliza solo en rumiantes presentes en forma de urea, sales de amonio, nitritos, nitratos y ácidos nucleicos.

1.5.5 Medio ambiente ruminal

El rumen ofrece un excelente medio para el crecimiento bacteriano, el pH por lo general varía, pero está entre 5.5 y 7.0, y la temperatura entre 39% y 40% C llegando a ser óptimo para el sistema enzimático. Una vez que el alimento llegue al rumen es mezclado por contracciones de las paredes ruminales, esto les permite a los microorganismos que empiecen a trabajar con

los alimentos recién ingeridos, la Re-insalivación de los alimentos durante el tiempo de la rumia está en contacto con el agua y las secreciones que al rumen llegan (Zabaleta, 2017).

1.5.6 Población microbiana

La población microbiana del rumen es variable, pero predominan las bacterias y protozoarios ciliados, aunque en ocasiones aparecen cantidades considerables de levaduras. Las bacterias del rumen se han agrupado según el sustrato que fermentan en forma predominante (Zabaleta, 2017).

1.5.7 Carbohidratos

Clasificación: Según Mollinedo y Benavides (2014). Los hidratos de carbono se clasifican en dos grupos; **carbohidratos simples** y **carbohidratos complejos**.

1.5.8 Los carbohidratos simples.

Son azúcares con una rápida absorción y que lo único que le aportan al organismo es energía, y estos se los conocen como **monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos**. Los **Monosacáridos** son hidratos de carbono con una estructura bastante simple, pues la **Glucosa** o también llamada dextrosa, es uno de los carbohidratos más importantes para el organismo, la principal fuente de energía se obtiene en las frutas y en la miel. La **galactosa** se encuentra en la leche producida por la hidrólisis de lactosa. Y finalmente la **fructuosa** conocida como levulosa, es básicamente es el azúcar de las frutas. Todas son Hexosas, eso quiere decir que se constituyen por seis átomos de carbono en sus debidas formulas (Mollinedo y Benavides 2014).

Plaza-Diaz *et al*, (2013) menciona que los **Disacáridos** se dividen en tres grupos, **sacarosa, lactosa y maltosa**. La **Sacarosa** constituida por una molécula de fructuosa y otra de glucosa unida por un enlace glucosídico, es un azúcar no reductor, bastante soluble en agua y que se cristaliza fácilmente, tiende a hidrolizarse en el intestino por la acción del complejo enzimático sacarasa-isomaltosa. La **Lactosa** es el azúcar de la leche, formada por la unión de

dos moléculas de galactosa y glucosa unida por un enlace glucosídico, esta es la encargada del aumento también de la biodisponibilidad de calcio y de otros minerales aportando galactosa el cual es una excelente ayuda en el desarrollo del sistema nervioso. La **Maltosa** considerado también como un azúcar reductor, se constituye por dos moléculas de glucosa unidas por un enlace glucosídico presente en algunas frutas, y se hidroliza en el intestino por la acción de la maltasa.

Los **Oligosacáridos** como menciona Plaza Diaz *et al*, (2013) es la combinación de tres a nueve moléculas de monosacáridos, estos se unen mediante enlaces glucosídicos. No tienen la capacidad de solubilizarse en agua y tampoco tienen sabor dulce.

1.5.9 Carbohidratos complejos

Su nombre son polisacáridos, y son azúcares que se disuelven de una manera más lenta, por lo que su digestión demora un poco más, pero estos también se comportan como energía de reserva, existe un amplio número de polisacáridos, entre los más conocidos están el **almidón, glucógeno, celulosa y pectina** (Mollinedo y Benavides (2014).

Almidón: se concibe como una porción que actúa como fuente de energía en monogástricos y como alimento para la flora rumial en rumiantes, formada por una fracción lineal de amilosa y una ramificada de amilopectina. La **Amilosa** es la más simple, pues está constituida por una cadena lineal de glucosas unidas por enlaces glucosídicos, conforman del 10% al 30% el almidón total. Mientras que la **Amilopectina** es más compleja en su estructura y compone entre el 70 y el 90% de los gránulos de almidón (Salazar, 2018).

El **Glucógeno** es el principal carbohidrato de almacenamiento en animales; corresponde al almidón en los vegetales; es un polímero ramificado de α -d-glucosa Se trata de un **polisacárido**, ya que se compone de una cadena de diez o más monosacáridos azúcares que no pueden descomponerse en otros más simples a través de la hidrólisis (Bender *et al.*, 2016).

Celulosa: Es un polímero formado exclusivamente por la unión de moléculas de glucosas, se forma a partir de enlaces glucosídicos de tipo β -1,4 de glucosa y no presenta ramificaciones si esta se hidrolizarse totalmente se obtiene glucosa. Mientras que la **Hemicelulosa** está formada por una cadena lineal larga, es un polímero integrante de las paredes celulares de los vegetales compuestos por esqueletos de glucosas, manosas o xilosas. En la **Lignina** las paredes secundarias de las células vegetales poseen gran rigidez y fortaleza y ésta se debe principalmente a que en su composición se encuentra la lignina, su estructura no se encuentra de forma aislada, sino que ella misma se entrelaza con otras moléculas como la hemicelulosa, la lignina es el único compuesto de la pared celular de las plantas que es indigestible en el rumen de los bovinos, debido a que los microorganismos por una cuestión física no alcanzan las zonas degradables y que el polímero cuando se degrada puede ser tóxico para los microorganismos (Romero, 2014).

Lípidos: se componen de triglicéridos, glicerol y ácidos grasos. **Minerales:** PK, calcio, sodio, cloro, magnesio, manganeso, zinc, cobre, hierro, yodo, selenio, cobalto, molibdeno, azufre, flúor. **Vitaminas liposolubles:** A, D, E, K. **Vitaminas hidrosolubles:** tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6), cianocobalamina (B12), ácido nicotínico, ácido pantoténico, ácido fólico, colina, inositol, biotina, ácido ascórbico (Mora 2007, p. 16).

1.5.10 Producción de ácidos en el rumen

Producción de ácido acético: las reacciones predominantes en la producción de este ácido al igual que con el butírico, son reacciones fosfoclasticas en el cual es ácido pirúvico es transformado en fosfato de acetilo y ácido fórmico o hidrogeno y CO₂. Hay bacterias como las propionibacterias que al oxidar el ácido pirúvico hasta acético no liberan hidrogeno, más bien este es utilizado para hacer ácido propiónico simultáneamente (Zabaleta, 2017).

Producción de ácido propiónico: es producido por el rumen a partir del ácido pirúvico o láctico siguiendo dos vías diferentes; una predominante formada por oxalacetato y succinato. La segunda requiere de la formación de acrilato, se presenta en el rumen de animales en el que la ración de alimento es baja en azufre debido a un cambio de población bacteriana (Zabaleta, 2017).

1.5.11 Producción de ácido butírico.

En el rumen se sintetiza este ácido a partir del acético o de sustancias las cuales son capaces de formar Acetil-CoA, como el ácido pirúvico (Zabaleta, 2017).

Los factores que pueden afectar la producción de ácidos volátiles en el rumen dependerán de la composición de la ración de alimento y actividad microbiana, el pH del medio y la frecuencia de ingestión de alimentos. La mayor concentración de ácidos grasos volátiles en el rumen se pueden observar pasado 3 a 6 horas de ingestión, la producción de ácidos grasos volátiles disminuye de acuerdo aumenta el pH del rumen (Zabaleta, 2017).

1.5.12 Aditivos

Son compuestos que se añaden por quien está a cargo, con el fin de aumentar el consumo y la digestibilidad de los alimentos (Ibáñez *et al.*, 2003).

1.5.13 Consumo de fibra (pasto) en Bovinos

Arronis (2006) nos explica que, esta es la parte de la alimentación más importante, pues estamos hablando de volumen y aporte de nutrientes, el consumo de forraje de pasto depende de si se usa en pastoreo o no, en general se calcula que un bovino necesita de 7 a 10 % de su peso en forraje verde, ejemplo: un toro de 350 kilogramos requiere de 24,5 a 35 kg de pasto a diario. Además, el pasto de por si produce solo ganancias de peso bajas (450 gramos/día) si es buen pasto.

En cuanto a materia seca el ganado lechero en promedio consume 3 kg por cada 100 kg de peso vivo, el consumo también vario debido a su nivel productivo o la etapa, pues una vaca de alto rendimiento, por cada 100 kg de peso vivo consume más de 4 kg de MS (AGROVET, 2023).

1.5.14 Forraje

El término “forraje” hace referencia principalmente a pasto verde, pasto seco y cereales usados en alimentación animal, pues su significado proviene del francés “Fourrage” y fue adoptada por nuestro idioma como forraje, el cual es toda planta o residuo no procesado que sirve de alimentación al ganado, y abarca plantas como las gramíneas y leguminosas principalmente, las cuales al ser cultivadas, cosechadas y transformadas se pueden convertir en heno, ensilaje, henolaje o amonificación. Y su aporte dependerá del tipo de especie, el suelo y sus condiciones fisicoquímicas, además del clima (Martínez, 2012).

Estos forrajes son una opción económica para la alimentación del ganado, pues si su manejo y cultivo es de manera correcta puede satisfacer tranquilamente las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción del ganado permitiéndole al ganadero aumentar fácilmente la producción de leche o carne. Hay que tener en cuenta para su aprovechamiento de materia seca, proteína, vitaminas y carbohidratos, se deberá alcanzar el punto óptimo, el cual dependerá de factores como: fertilidad del suelo, época del año, edad y estado vegetativo (Martínez, 2012).

1.5.15 Silo, Ensilaje y Silaje.

1.5.15.1 Silo

Es el lugar o espacio físico donde se va a acumular y conservar el forraje cortado y picado (AAPA 2011, pág. 26).

1.5.15.2 Ensilaje

Es el conjunto de operaciones o procesos al que se somete el forraje hasta su acondicionamiento en el silo (AAPA 2011, pág. 26).

1.5.15.3 Silaje

Es el producto terminado que se obtiene en el proceso de ensilaje o forraje fermentado en el silo, y es de consistencia húmeda (AAPA 2011, pág. 26).

Tene (2015) Explica que, para que un ensilaje pueda cumplir las características de calidad, es necesario identificar su olor, que no contenga moho, el color y la palatabilidad de este. Su olor debe de ser parecido al alcohol, su color debe ser verde semi oscuro, uniformidad tanto en su interior como exterior y una palatabilidad adecuada para que pueda ser asimilable por el animal.

El tiempo de la cosecha es de suma importancia, pues esto es lo que define la cantidad de materia seca que tendrá el material almacenado en el silo, la materia seca influye en el proceso de la conservación del forraje, la recomendación en el contenido de humedad del silo deberá ser entre 60 y 70%, y su humedad deberá ser monitoreada a lo largo de la etapa, para determinar la calidad del ensilaje se evalúa mediante análisis químicos que aportará información de la composición nutricional. Para la toma de muestras el ensilaje deberá ser un tiempo después de un momento de reposo de mes y media a dos meses (RumiNews, 2024).

En los análisis de nutrientes se debe tener en cuenta lo siguiente:

- **Materia seca**
- **Proteína total**
- FDN (fibra de detergente neutra).
- **pH:** Indicador de acidez y calidad de fermentación (inferiores a 4,5% indica

acidez.

FDN: Sistema de fibra detergente neutro y **FDA** (fibra detergente acida), fue desarrollado por Goering y Van Soest en 1970, es considerado como un estándar esencial para la caracterización de forrajes, una elevada concentración de FDA en los forrajes se vincula con la baja digestibilidad ruminal, y una alta concentración de FDN se asocia con un bajo consumo de alimento (Cobos *et al*, 2003).

1.5.16 Proceso del ensilaje.

1.5.16.1 Fase aeróbica

Se observan cambios desde el momento después del corte y un poco antes de eliminar el aire, pues al momento del corte se suspende el proceso fotosintético, pero la respiración sigue su tránsito dentro de las células vivas, si dentro de la funda de silo existe oxígeno libre (aire) se presenta una condición aerobia, en el cual las azúcares, grasas, almidones y proteínas se degradan formando sustancias más simples (Tene, 2015).

Esta fase dura escasas horas, ya que el oxígeno atmosférico disminuye pronto debido a la respiración de los microorganismos aerobios como, levadura y enterobacterias. Las proteasas y las carbohidrasas también se encuentran en movimiento siempre y cuando el pH se mantenga normal para el jugo del forraje fresco, lo óptimo es un pH 6,5- 6.00. Las levaduras son organismo anaeróbicos y heterótrofos las cuales son las encargadas en su mayoría de la fermentación de azúcares que producen etanol y CO₂, en este proceso de fermentado, si el etanol disminuye los azúcares disponibles para la producción de ácido láctico en el silo, dará como resultado mal sabor en la leche cuando la finalidad de la producciones es en vacas lecheras, si las levaduras desintegran el ácido láctico en CO₂ y H₂O aumenta la cantidad de pH en las fundas de silo permitiendo el desarrollo de microorganismos indeseables (Tene, 2015).

1.5.17 Ácidos grasos volátiles

El exceso de estos ácidos en los ensilajes determina un grado de fermentación baja, son 4 los más representativos: ácido butírico, ácido acético, ácido propiónico y ácido Isobutírico. En cuanto al **ácido acético**: se explica que es un constituyente normal en los ensilajes, presente en fermentaciones producidas por bacterias coliformes, butíricas y lácticas heterofermentativas. Lo recomendable es de 2- 3% en la base de MS. Si su contenido es alto afectara la palatabilidad del silo (Macías, 2011).

1.5.18 Ácido butírico

Es un excelente indicador en la calidad del producto conservado, pues debe de tener menos del 0,1% para en la base de MS para que el ensilaje sea apropiado (Macías, 2011).

1.5.19 Ácido láctico

Producido por lactobacillus, si alta presencia en silos determina una rápida fermentación y mejor preservación de proteína (Macías, 2011).

1.5.20 Ácido propiónico

La presencia de este ácido es un indicador de la desintegración que han sufrido los compuestos nitrogenados, si el valor es 15/kg Ms indica que el silo es de mala calidad (Macías, 2011).

1.5.21 Características de buena fermentación del silo

Demaret, (2017, pág. 13-15)

- **Color:** verde amarillento o castaño claro verdoso
- **Olor:** olor a alcohol o vinagre
- **Textura:** firme, hoja suave
- **Palatabilidad:** buena

1.5.22 Fase de fermentación

Comienza su desarrollo anaerobio, su tiempo de duración dependerá de días, semanas y meses, todo depende del material que se está usando en el ensilaje y las condiciones ambientales a la hora del ensilaje, si todo el proceso de fermentación ocurre de manera correcta, la actividad de bacterias ácido lácticas se multiplica produciendo mayor ácido láctico y el pH bajará entre 3,8 y 5,0. (Fernández *et al*, 2017).

1.5.22.1 Fase deterioro aeróbico

Son ensilajes que se abren o se tiende a dañar la cobertura ya se por algún accidente o por el daño de animales como los roedores, este proceso se da dos maneras, se degradan los ácidos orgánicos, y la segunda es un aumento de temperatura ocurriendo que los microorganismos deterioren el ensilaje provocando moho y enterobacterias. (Fernández *et al*, 2017).

1.5.22.2 Fase estable

los microorganismos de fermentación se reducen lentamente, algunos que otros sobreviven como es el caso de clostridios y Bacillus. (Fernández *et al*, 2017).

1.5.23 Tipos de silos.

Agrosavia (2020) explica que los silos más comunes son:

- Trincheras
- Bunker
- Montón
- Bolsa plástica
- Barril

1.5.24 Elaboración de silo

AAPA (2011, pág. 27).

1. Elección de la especie vegetal a utilizar y su determinación óptima de corte
2. Corte y picado del material
3. Llenado
4. Compactación
5. Sellado

Tabla 1.

Elección de especies vegetales para la elaboración de ensilaje.

Especie	Relación % H y de C./ % proteínas	Aptitud para ensilaje
Maíz	1.5 – 1.7	Alta
Pasturas consociadas	0.6 – 1.3	Media
Trébol	0.3 – 0.4	Regular
Alfalfa	0.2 – 0.3	Regular - Baja

Nota: Relación de hidratos de carbono y proteínas. Datos tomados de AAPA (2011, pág. 28).

1.5.25 Picado

Hay que tener en cuenta el tamaño de las partículas a la hora de picar los ensilajes, que la partícula sea de tamaño pequeño para que no haya inconveniente en su compactación, si no existe la compactación adecuada se producen fermentaciones tipo aeróbicas, aumentando la temperatura y elevando el PH deteriorando el ensilaje, pero que a su vez las partículas no deben ser tan pequeña para que le aporte al animal suficiente FDN, las medidas recomendadas en la mezcla de alimentos procesados (ensilajes/henos/concentrados) debe tener de 5% a 10% de partículas mayores a 2 cm y 40 a 50% de partículas entre 0,8 y 2 cm (Tene, 2015).

1.5.26 Deshidratación

Cuando el material tiene alto contenido de humedad, lo ideal es dejar deshidratándolo de un día para otro, o al menos unas cuantas horas; realizando volteo de este, para garantizar que la humedad disminuya en todo el material cortado (Contexto ganadero, 2020).

1.5.27 Llenado

En esta etapa se comienza a desarrollar el proceso de fermentación para la conservación y se debe de tener mucho cuidado en su temperatura y el pH (AAPA 2011, pág. 30).

1.5.28 Compactación

Pisar el silo es uno de los puntos más importantes, pues se eliminaría el oxígeno y se aseguraría la fermentación anaerobia, hay que mantener capas que no pasen de 15 a 20 cm de profundidad y su pisado debe de ser continuo mientras se realice el proceso de llenado (Aba, 2018).

1.5.29 Sellado

Se debe de excluir el aire y la entrada de lluvia por lo que las paredes del silo no deben tener ninguna rajadura, su proceso dura 4 semanas. la misión es llenar y compactar el silo rápidamente para reducir la degradación de nutrientes (AAPA 2011, pág. 32).

1.5.30 Silos en bolsas plásticas

Lino (2014.pág.: 3) nos explica la importancia de silos en bolsas, al ser una alternativa altamente rentable debido a su fácil elaboración, baja demanda de infraestructura y gastos pocos elevados, a su vez permite preservar más tiempo el forraje en estado físico similar al que se tenía al momento de la recolección, además la composición química no se verá afectada por las modificaciones a las que se va a someter.

1.5.31 Ventajas y desventajas del silo en bolsas

Así como en todo proceso existen ventajas, también desventajas, a continuación, detallaremos las siguientes (Lino 2014.pág.: 8):

1.5.31.1 Ventajas

- ✓ Aportación de forrajes succulentos de excelente calidad durante todo el año
- ✓ Método práctico para la conservación nutricional de maíz
- ✓ Disminución del uso de alimentos concentradas

1.5.31.2 Desventajas

- Grandes pérdidas si no se elabora de forma adecuada

Estos silos en bolsas plásticas son de calibre 6 a 8 y su capacidad de 30 a 50 kg de forraje, hay que tener cuidado al momento de la compactación pues el pisoteo puede provocar daños en las bolsas (Tene, 2015).

1.5.32 Maíz

El maíz es una especie de planta gramínea originaria de Mesoamérica, según registros su origen se dio en la Región central de México, a través de la mezcla de plantas que crecían de forma silvestre como el teocintle o teosinte, se considera que el maíz fue cultivado hace aproximadamente 10 mil años A.C, pues la evidencia más antigua es de hace 6,250 años, cuya evidencia de encontró en la cueva de Guila Naquitz, en Oaxaca a uno kilómetros de Mitla (Gob.mx, 2018).

La palabra maíz tiene un origen caribeño que significa “Lo que sustenta la vida”, este junto con el trigo y el arroz, suministra elementos nutritivos a las personas y animales, siendo una de las materias primas básicas para la industria de transformación, con esta se produce almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas y edulcorantes alimenticios. Mientras que, con

la planta tierna, se emplea como forraje en la industria lácticas y cárnicas y ha demostrado ser altamente rentable (FAO, 1993).

Tabla 2. Clasificación taxonómica del maíz (*Zea Mays* L.).

Reino	Plantae
Subdivisión	Magnoliophyta
Clase	Angiosperma
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoidae
Tribu	Andropogoneae
Subtribu	Tripsacinae
Genero	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea Mays</i> L., Sp. Pl., 2: 97, 1753

(Obando *et al.*, 2021)

1.5.33 Condiciones agroecológicas del cultivo

El maíz es un cultivo de rápido crecimiento (3-5 meses) con mayor rendimiento a temperaturas moderadas y suministro de agua adecuada, a excepción de las zonas altas, en donde su crecimiento llega hasta los 8 meses su adaptación oscila entre 0- 2,500 m.s.n.m. (Cruz, 2013).

1.5.34 Clima

Requiere una temperatura de entre 24.4 a 35.6 °C, siendo una medida de 32 °C la temperatura ideal para lograr una óptima producción y su requerimiento de luz solar es bastante alto, bajando su rendimiento en climas húmedos. La temperatura ideal varía entre 15- 27 °C para que la semilla germine, la planta puede llegar a soportar temperaturas de hasta 8 °C y máximas hasta 39 °C, pasando los 40 °C la planta tiende a tener problemas como la mala absorción de nutrientes y baja polinización. El clima ideal para el maíz sería días soleados, noches frescas, temperaturas y vientos moderados (Cruz, 2013).

1.5.35 Riego

El agua en forma de lluvia es bastante necesario, debido a que en ocasiones existe un control de plagas de manera natural, más cuando la planta está en periodo de crecimiento. Con una variedad tropical de maíz con un ciclo de 120 días requiere de entre 600 a 700 mm de agua en todo su periodo vegetativo. Los riegos que se pueden emplear son por aspersión, gravedad y goteo, aunque el más usado es el de aspersión y su requerimiento hídrico dependerá del periodo en la que se encuentre. Por ejemplo; cuando la planta comienza a nacer requiere una menor cantidad de agua, pero manteniendo la humedad constante, cuando ya llega a la fase de desarrollo vegetativo su requerimiento es más grande, se comienza a hacer riegos suplementarios de entre 8 a 10 días antes de floración para evitar estrés hídrico (Cruz, 2013).

1.5.36 Suelo

Los suelos óptimos para la producción de maíz son los suelos francos o franco arcillosos con un buen drenaje. Los factores físicos, químicos y ambientales son los que determinarán la capacidad de producción del suelo (Cruz, 2013).

1.5.37 Etapas del cultivo

Los investigadores de maíz han elaborado una guía para identificar varias etapas de crecimiento del maíz, no todas las plantas llegan a una etapa en particular, por tanto, los investigadores asumen que el cultivo alcanza una etapa específica cuando al menos el 50% de las plantas presenten las características correspondientes. Tales etapas de crecimiento se dividen en dos grandes categorías (Gob.mx, 2023).

- Vegetativa (V)
- Reproductiva (R)

Además, las etapas de crecimientos se dividen en cuatro grandes periodos (Gob.mx 2023):

- Crecimiento de las plántulas (etapas VE y V1)
- Crecimiento vegetativo (etapa V2, V3...Vn)
- Floración y fecundación (Etapas VT, R0, R1)
- Llenado de grano y madurez (etapas R2 a R6)

Tabla 3.

Etapas de crecimiento del maíz.

Etapa	DAS	Características
VE	5	El coleoptilo emerge de la superficie al suelo.
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn	Variable	Es visible el cuello de la hoja número "n" (entre 16 y 22 hojas).
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
R0	57	Antesis o floración masculina. Comienza a arrojarse el polen.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapa de ampolla. Granos llenos de líquido claro, visible el embrión.
R3	80	Etapa lechosa. Granos llenos de líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapa masosa. Granos con pasta blanca, embrión ocupa la mitad del grano.
R5	102	Etapa dentada. Granos con almidón sólido, se observa "la línea de leche"
R6	112	Madurez fisiológica. Capa negra en la base del grano, humedad del grano al 35%.

Nota: etapas de crecimiento vegetativo del maíz. (Gob.mx 2023).

1.5.38 Semilla

La semilla de maíz está contenida dentro de un fruto denominado cariósipide, la capa externa que rodea el fruto corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endosperma y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleoriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleóptilo y el escutelo o cotiledón (Sturtev, 2023).

1.5.39 Proteínas del maíz

1.5.39.1 Almidón

El componente principal del maíz es el almidón, pues corresponde el 72-73 % del peso del grano, otros hidratos de carbono son azúcares sencillos en forma de glucosa, fructuosa y sacarosa, en cantidades variables de 1-3% en el grano. El almidón está formado por dos polímeros de glucosas: amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula esencialmente lineal de unidades de glucosa, que constituye hasta el 25-30 por ciento del almidón. El polímero amilopectina también consiste en unidades de glucosa, pero en forma ramificada y constituye hasta el 70-75 por ciento del almidón. La composición del almidón viene determinada genéticamente (FAO, 1993).

1.5.39.2 Proteínas

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 están formadas por lo menos cinco fracciones distintas (Landry y Moureaux, 1970).

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 (Cruz, 2012)

1.5.39.3 FND y FDA en maíz

La fibra se subdivide en Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA). La primera engloba a todas las fibras encontradas en los forrajes: Hemicelulosa, Celulosa y Lignina. La FDN es parcialmente digestible, dependiendo del tipo de forraje y del grado de madurez. FDN altos limitan el consumo y la producción de leche (Cofre y Jahn, 2003).

La FDA indica la concentración de celulosa y lignina en la planta. La FDA también es parcialmente digestible. A mayor FDA menor digestión de la fibra. A mayor madurez mayor FDA (Cofre y Jahn, 2003).

1.5.39.4 Vitaminas liposolubles

El grano de maíz tiene dos vitaminas solubles en grasa, la provitamina A o carotenoide y la vitamina E, Los carotenoides se hallan sobre todo en el maíz amarillo, en cantidades que pueden ser reguladas genéticamente, en tanto que el maíz blanco tiene un escaso o nulo contenido de ellos. La mayoría de los carotenoides se encuentran en el endospermo duro del grano y únicamente pequeñas cantidades en el germen (FAO, 1993).

La otra vitamina liposoluble, la vitamina E, que es objeto de cierta regulación genética, se halla principalmente en el germen (FAO, 1993).

1.5.39.5 Vitaminas hidrosolubles

Las vitaminas solubles en agua se encuentran sobre todo en la capa de aleurona del grano de maíz, y en menor medida en el germen y el endospermo (FAO, 1993).

1.5.40 Cultivo de maíz en Ecuador

Según registros actuales de INEC (2023), el maíz se encuentra en el tercer lugar de producción en el Ecuador por debajo del Arroz y el Cacao. Y se produce de cuatro maneras; Maíz duro seco, maíz suave seco, maíz suave choclo y maíz duro choclo. Los últimos registros a continuación son hasta el 2023, y sus cifras son las siguientes:

Tabla 4.
Cultivo de maíz en el Ecuador.

Producto	Sub-plantas (ha)	Sub cosechadas (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Maíz duro seco	344.272	321.229	1.413.382	4,40
Maíz suave seco	48.001	44.598	49.482	1,11
Maíz suave choclo	17.176	15.949	54.429	3,41
Maíz duro choclo	5.496	5.477	18.512	3,38

Nota: Cultivo de maíz en el Ecuador (INEC, 2023).

La siembra de maíz suave en la región andina es altamente importante desde la óptica de soberanía alimentaria, pues su consumo es la base de alimentación en la dieta diaria de los pobladores de la zona. Por el contrario, el maíz duro es el principal cultivo en el país, debido a que su importancia radica en la utilización para elaboración de alimentos balanceados de gran

consumo en la industria agropecuaria, de este maíz se produce sobre todo en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí que concentra el 75% del área total nacional (MAG, 2023).

1.5.41 Variedades de maíz en Ecuador

En Ecuador existen alrededor de 36 razas de maíz identificadas como: (Blanco, Harinoso, Dentado, Canguil, Chillo, Chococeño, Chulpi Ecuatoriano, Clavito, Complejo Mishca-Chillo, Complejo Mishca-Huandango, Complejo Mishca-Kcello Ecuatoriano, Cónico Dentado, Cuzco Ecuatoriano, Gallina Huandango, Kcello Ecuatoriano, Maíz Cubano, Mishca Montaña Ecuatoriano, Morochón, Patillo Ecuatoriano, Pojoso Chico Ecuatoriano, Racimo De Uva, Sabanero Ecuatoriano, Tusilla, Tuxpeño, Uchima), de las cuales varias no están bien definidas hasta la actualidad (Figueroa *et al*, 2022).

El “Maíz criollo” es un término campesino usado para describir que es un material nativo de la comunidad, diferenciándose de un material extranjero híbrido o mejorada (Figueroa *et al*, 2022).

1.5.42 Lactosuero

Según Parra (2009) El lactosuero es definido como "La sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso. Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína, existen varios tipos de lactosueros que dependen de la eliminación de la caseína.

Agudelo *et al*, (2005) explica que, la caseína es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas (α , β y Kapa caseína).

Al ser la industria láctea uno de los sectores de producción más importantes en la economía de países subdesarrollados, aproximadamente el 90% de la leche es eliminada mediante

el lactosuero, el cual tiene una capacidad de retención de hasta el 55% total de ingredientes de la leche como lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales (Parra, 2009).

El suero de leche (SL), un subproducto de la industria quesera tiene lactosa y proteínas de alto valor biológico (lactoglobulinas y albúminas) y gran potencial como alimento para rumiantes (Tene, 2015).

1.5.43 Lactoglobulinas

Miembro de la familia lipocalina, es la proteína más abundante en cuanto a las proteínas de suero de leche, independientemente de ser una importante fuente de aminoácidos ramificados y esenciales, interviene de forma activa en la digestión de lípidos de la leche en el neonato mediante la mejora de la actividad pregastrica (Europa sport nutrition, 2012).

1.5.44 Albuminas

Proteína que se encuentra en el plasma sanguíneo, leche, semillas y hasta en la clara de huevo y participa también en la transportación de hormonas liposolubles (Corbeto J. 2018).

Durante varias décadas se han buscado salidas a encontrar el método menos costoso de eliminación del suero líquido y a identificar nuevas salidas para la utilización del suero, evitando la pérdida de nutrientes potencialmente valiosos y reduciendo la contaminación ambiental (Gallardo *et al*, 2005).

Una opción puede ser fermentarlo con lactobacilos (Gallardo *et al*, 2005); además, los lactobacilos vivos en el SL fermentado podrían constituir un alimento probiótico.

El contenido de humedad del Suero Leche (SL) es usualmente alto (94 %), lo que favorece el crecimiento de microorganismos como hongos, levaduras, bacterias ácido lácticas y Enterobacteriácea (Tene, 2015).

2 CAPÍTULO: DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se enfoca en dar a conocer que tratamiento de ensilaje de maíz es el más rentable de acuerdo con el nivel de inclusión de lactosuero; usando la variedad de maíz DAS 3383 para su elaboración con el fin de determinar el aporte nutricional y de energía, además de la rentabilidad económica del productor.

2.2 Ubicación.

El presente trabajo investigativo tendrá lugar en el sitio Mache, margen izquierdo de la vía Pedernales-Chamanga en el kilómetro 31/2 (Ruta Spondylus). Las coordenadas son 0°13'54.7" N y 79°53'14.5W en formato DMS (grados, minutos, segundos).

Figura 1



Nota: Ubicación geográfica de la zona de investigación, Sitio Mache. **fuentes:** Google 2024.

Tabla 5.*Condiciones meteorológicas Mache-Chindul*

Temperatura	24 C ⁰
Precipitación	800-3000 mm/año
Rango altitudinal	200-800 msnm
Velocidad de viento	7 km/h
Clima	Tropical húmedo

Nota: Condiciones meteorológicas del sitio de la investigación. Elaborado por: (MAE 1996).

2.2.1 Materiales.

Equipos:

- Picadora mecánica
- Pesa
- Baldes plásticos
- Palas
- Termómetro

Insumos:

- Lactosuero
- Fundas de polietileno calibre 5,5
- Semilla de maíz

Campo:

- Machete

- Cámara de fotografías
- Libreta de recolección de datos
- Computadora

2.3 Diseño de investigación.

La presente investigación es de carácter cuantitativa, utilizando dos modelos matemáticos: Correlación de Pearson y Modelo de regresión lineal simple en los cuatros tratamientos.

Correlación de Pearson:

Fórmula:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

En donde X es (tratamientos) y Y (niveles de lactosuero)

r: Coeficiente de correlación

x_i : Valores de la variable x en una muestra

\bar{x} : Media de los valores de la variable x

y_i : Valores de la variable y en una muestra

\bar{y} : Media de los valores de la variable y

Regresión lineal simple

El modelo matemático de regresión lineal simple se utiliza para estudiar la relación entre una variable dependiente Y y una variable independiente X. El modelo se expresa de la siguiente manera:

$$y = \alpha + \beta x$$

Para realizar estos dos cálculos matemáticos, se utilizaron los resultados de FDN y bromatológicos obtenidos del laboratorio de 3 distintos tratamientos de inclusión de lactosuero más un testigo 0.

Tabla 6.

Tratamientos de la investigación

Tratamientos	Descripción
T ₀	Sin ningún aditivo
T ₁	Lactosuero en dosis de 75 ml/kg
T ₂	Lactosuero en dosis de 150 ml/kg
T ₃	Lactosuero en dosis de 225 ml/kg

Nota: Niveles de lactosuero/tratamiento. (Elaborado por: Zambrano F, 2024).

2.4 Tipo de investigación.

La presente investigación es de carácter cuantitativa, utilizando dos modelos matemáticos: Correlación de Pearson y Modelo de regresión lineal simple en los cuatro tratamientos. Se evaluaron medidas de valores nutritivos por medio de análisis bromatológicos y de FDN del cultivo de maíz variedad: DAS 3383 luego del ensilaje.

Para esta investigación se trabajará con los resultados de los análisis bromatológicos y FDN del ensilaje de maíz, realizando histogramas de comparaciones entre niveles de lactosuero y características del ensilaje con la finalidad de recomendar cual tratamiento tiene el valor nutricional más alto. Para darle mayor repercusión a esta investigación trabajaremos con el

modelo matemático de la correlación de Pearson para determinar la fuerza y dirección de la relación entre los niveles de inclusión de lactosuero (X) y las características del ensilaje (Y). Mientras que con el modelo de regresión lineal simple es redactar cómo los niveles de inclusión de lactosuero (X) afectan una característica específica del ensilaje (Y).

2.4.1 Métodos de investigación

La investigación se realizó en un enfoque cuantitativo usando dos modelos matemáticos sobre tres distintos niveles de inclusión de lactosuero más un testigo 0, y poder recomendar en base a los resultados el aporte de nutricional y de energía.

2.4.2 Población y muestra

Para la presente investigación se utilizaron 54 fundas de ensilaje de 45 kg de forraje verde y 237 litros de lactosuero.

2.5 Técnicas de investigación

2.5.1 Materia prima.

Elección de semilla: La clave para la elección de la semilla se basa principalmente de las condiciones locales y el objetivo del cultivo, las variedades a escoger deben ser resistentes a plagas y enfermedades, además de tener un óptimo rendimiento en condiciones específicas del cultivo (Porres y Cuxil, 2024).

La semilla de maíz que se utilizara en este proyecto de investigación es el híbrido **Das 3383**. Este híbrido pertenece a la empresa **FARMAGRO**, siendo una organización que se dedica a la importación, comercialización y distribución de insumos fitosanitarios, semillas y

equipos de alta tecnología para la producción agropecuaria. A continuación, la ficha técnica de este híbrido:

Tabla 6.

Ficha técnica de híbrido de maíz DAS 3383.

Buen color de grano, alta densidad de planta y mazorca.	✓
Zonas recomendadas (Manabí).	✓
Población de miles de plantas/hectárea entre surcos 80-85.	80-85
Días para la floración	53-55
Días para la cosecha	120
Altura de planta	2.25-2.35 m
Altura de mazorca	1.15-1.25 m

Fuente. (Farmagro, 2024)

Preparación del terreno: El objetivo de la preparación del terreno a sembrar, es quitar toda hierba que presente algún tipo de maleza en nuestro cultivo, como competencia entre espacio, luz y nutrientes. Al ser un área total de 3.000 m² el que usaremos para la siembra, limita un poco el trabajo su topografía irregular además de la cantidad de plantas y árboles que condicionan el uso de maquinarias como la moto guadaña, no se tiene más opción que trabajar el área de forma manual con el uso del machete. Y se calcula un total de 6 jornales para la limpieza total de esta superficie. (**figura. 3**)

2.5.2 Medición

Después de 8 días de trabajado el terreno, se realizó la medición del terreno a utilizar para la siembra con el fin de establecer medidas correctas de distanciamientos entre surcos y plantas (**figura 4**).

Curado de la semilla: El curado de semilla antes de la siembra, es el primer paso para obtener una buena condición de plantas en el cultivo a desarrollar, permitiendo la eliminación de patógenos y prevención de enfermedades provenientes del suelo, además de ser repelente para las aves (Casafe 2019).

Para el curado se semillas se utilizó **Semevin (Figura 5)**, el cual según (Bayer 2022) es un tratamiento de semilla que protege a los cultivos de maíz, sorgo, soya y algodón durante su germinación y primera etapa de desarrollo contra plagas como: gusano de alambre, gusano cogollero, gusano trozador y gusano saltarín, otorgando unidad uniforme y plantas sanas evitando la resiembra; su principal componente es **THIODICARB 31.5%: Carbamato**, que según (O'Malley G & Rika 2022) son ingredientes comunes de insecticidas que inhiben la actividad colinesterasa y provocan manifestaciones muscarínicas y algunos síntomas nicotínicos incluidas fasciculaciones musculares y debilidad. La dosis que se utilizo fue de 20 cc/kg de semilla.

2.5.3 Siembra

La siembra se realizó manualmente con el uso espeques, que según la (RAE 2023) “Es un palo puntiagudo usado para abrir hoyos y sembrar. (**Figura 6**).

Tabla 7.

Distanciamiento de siembra.

Distanciamiento de siembra	
Distancia entre planta	0.30 cm

Distancia entre surco	0.80 cm
Semilla por hoyo	2 semillas
Profundidad de la semilla	5 cm
Superficie sembrada	3.000 m ²

Nota: Distanciamiento de siembra. Elaborado por: (Zambrano F,2024).

2.5.4 Fumigación

2.5.4.1 Primera fumigación

Después de 3 días de sembrado el maíz, se realizó una aplicación de **GLISTAR**; el cual es un herbicida de contacto no selectivo, que actúa dentro de las hojas predominantes desde la base de las hojas hasta las puntas de estas. Con el fin de eliminar amplias gamas de malezas y hierbas de hojas anchas anuales y perennes. La dosis de **Glistar** recomendada por hectárea es de 1.5 litros. La dosis de aplicación usada fue de 562.5 ml de **Glistar** disueltos en 75 litros de agua (**Figura 7**).

La aplicación de este herbicida fue mediante el uso de bomba de fumigar a motor roseando sobre la superficie, de manera que parezca llovizna (**Figura 8**).

2.5.5 Germinación

Nueve días después de sembrado el maíz, se evaluó crecimiento y germinación, dando como resultado un 98% total de plantas germinadas, garantizando una siembra exitosa (**Figura 9**).

2.5.6 Fertilización

Primera fertilización: 18 días después de sembrado el maíz, se realizó la primera fertilización. Se uso **Urea** como fuente de fertilizante nitrogenado granulado. Tepeyac (2019) menciona que la urea corresponde al compuesto orgánico de fórmula NH_2CONH_2

(Carbamida); con un contenido de Nitrógeno de 46%, el cual es esencial para la planta ayudando a la formación de células vivas, además de ser un elemento necesario para la síntesis de clorofila y proceso de la fotosíntesis. Pues las plantas demandan de bastantes cantidades de N para su crecimiento esencial para incrementar la proteína de la planta estando directamente relacionado con la cantidad de hojas, brotes, tallos etc.

La **Urea** que se utilizó fue granulada (**figura 10**), pero se la aplicó disuelta en agua en dosis de 1 libras por cada 20 litros de agua, en total se ocupó 5 bombadas que dan como resultado una aplicación total de 5 libras/100 litros de agua. La aplicación fue directa a la pata de planta para evitar pérdida de nitrógeno por evaporación y optimizar el aprovechamiento de este (**Figura 11**).

2.5.7 Medidas después de la fertilización

Pasando 5 días luego de la fertilización, es decir 23 días después de nacido el maíz, se llevó a cabo la toma de medidas de las plantas, para evaluar el desarrollo del maíz luego de la fertilización y cómo influye esta práctica en su crecimiento.

Los materiales utilizados fueron:

- ✓ Flexómetro
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Lápiz
- ✓ Libreta
- ✓ Calculadora

Los aspectos que medir fueron: longitud de hojas primarias, hojas secundarias, diámetro de tallo y altura de planta, conteo total de hojas, además de calcular cuantas plantas por m² hay (**figura 12**). Luego de esta toma de datos, se procede a calcular todas las medidas obtenidas para sacar la media de la medida en general de las plantas de Maíz, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 8. *Medidas del maíz después de la primera fertilización.*

PLANTAS/m²	10 plantas/m ²
HOJAS PRINCIPALES	36 cm
HOJAS SECUNDARIAS	66 cm
DIAMETRO DE TALLO	6 cm
ALTURA DE PLANTA	50 cm
TOTAL, DE HOJAS	8 hojas

Nota: (Elaborado por: Zambrano F, 2024).

2.5.8 Segunda fumigación

Pasando 3 días desde la primera fertilización, es decir a los 23 días se realizó la segunda fumigación debido al crecimiento rápido de malezas alrededor del Maíz, se reconoció el tipo de maleza y al detectar que se trataba de hojas anchas se procedió a aplicar **Amina (figura 13)**.

La **Amina** es un herbicida de acción sistemática para el control de una amplia gama de malezas de hoja ancha en cultivos, contiene como ingrediente activo el ácido 2,4-diclorofenoxiacético en forma de sal dimetilamina, en concentración de 720.0 gramos/litro del ácido equivalente a 867.0 gamos en forma de sal (**Agro activo 2023**).

2.5.9 Segunda fertilización

La segunda fertilización se realizó cuando el maíz tenía 34 días de nacido, 11 días después de la segunda aplicación de herbicida, debido al estrés al que se sometió la planta luego de este proceso. Esta fertilización se la realizó con **Kristalon Special**, un fertilizante foliar producido por la empresa Yara Tera (**figura 14**),

con un empaque de 1kg es más que suficiente, pues el área total de siembra era de 3.000 m², la dosis fue de 2 cucharadas diluidas por cada 20 litros de agua, en total se utilizó 12 cucharadas/120 litros de agua, la aplicación de este fertilizante fue de forma foliar procurando que el producto llegue a todas las hojas de la planta en raciones iguales (**figura 15**).

2.5.10 Control de plagas

En todo el proceso del crecimiento del maíz no se tuvo inconvenientes de plagas, hasta este momento. Pues al realizar el monitoreo de semanal se detectó dos tipos de plagas, entre ellas **gusano cogollero** "Spodoptera frugiperda". (**figura 16**) y **La pata negra** "Erwinia carotovora" (**figura 17**).

Gusano cogollero: Es conocida comúnmente como "cogollero del maíz" (derivado de su forma de daño más conocida) u "oruga militar tardía" ya que, si el alimento se hace escaso, las larvas se trasladan a otros cultivos desplazándose en masa (como un "regimiento") (Casmuz et al., 2010).

Antes de aplicar cualquier producto químico para el MIP O MIPE se deberá evaluar el rango de daño, si el rango ocasionado por plagas y enfermedades es inferior al 10% o 15% se recomienda el uso de insumos orgánicos o caseros, para evitar daños al suelo y no hacer resistente a la plaga o enfermedad. por el contrario si el rango de daños es mayor del 20% a 25% se deberán tomar medidas rápidas y efectivas, ahí si se recomienda insumos químicos. En este caso, nuestro daño en el cultivo no paso del 10% debido al monitoreo constante que se realizó,

por esto se tomó la iniciativa de aplicar **Arena de mar**. (Ríos, F. B. P., & Baca, 2006) recomiendan la Arena de Mar como insumo orgánico para el control de gusano cogollero con aplicaciones dirigidas al cogollo (**Figura 18**), en algunos casos debe ser mezclado con Cal o ceniza. debido a sus componentes como la **salinidad** pues la arena de mar puede contener sales que podrían ser perjudiciales para los cultivos si se usa en grandes cantidades o de manera repetida. También la arena es sinónimo de **disecación** y puede ayudar a secar el ambiente, creando condiciones menos favorables para el gusano cogollero.

2.5.11 Tercera fertilización

La tercera y última fertilización se la realizó 45 días después de nacido el maíz, debido a la etapa vegetativa en la que la planta de maíz se encontraba, en esta etapa se recomienda fertilizar con el objetivo de estimular la planta y que inicie su proceso de floración de manera correcta, con todos los nutrientes presentes en el suelo para que sea asimilada por la planta (**figura 19**).

2.5.12 Floración

La etapa de floración de la variedad de maíz Das 3383 es de 52-55 días, nuestro cultivo empezó a los 52 días de sembrado, el punto exacto en el que se tenía que iniciar el corte para nuestra investigación, pues la teoría dice que la demanda de fotosíntesis alcanza la capacidad máxima, capturando grandes cantidades de luz solar para producir energía (**figura 20**).

2.5.13 Resultados luego de aplicar arena de mar

Los resultados obtenidos como respuesta a la aplicación de arena de mar, para el control del gusano cogollero tuvieron resultados excelentes, la planta de maíz resistió al ataque de esta plaga y se desarrolló al 100% (**figura 21**).

2.5.14 Corte

Para esa etapa, se cortó el maíz al segundo día de floración, es decir al día 53.

Tabla 9.

Medidas del maíz antes del corte.

Altura de planta	2,15 m
Diámetro de tallo	6 cm
Numero de hojas/planta	19-20

Nota: Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

El corte de la planta de maíz se lo hizo manualmente, con ayuda de machete, el corte se realizó a una altura no más de 4 cm del suelo (**figura 22**), con una media de longitud de tallo de 6 cm (**figura 23**), una altura de planta de 2,15 m y un numero de hojas de entre 19-20 (**figura 24**). Después de la etapa de corte, se acumularon las plantas en bultos y se dejó en reposo por 3 días al sol para su deshidratación, en esos tres días las plantas de maíz perderán la mayor parte de humedad que nos evitara el exceso de humedad a la hora de realizar nuestro Silaje (**figura 25**).

2.5.15 Picado

Pasando los 3 días de deshidratación se comenzó el picado de la plata, se realizó la prueba de campo para medir el grado de humedad que contiene el material picado para ensilar, la prueba consiste en agarrar un puñado de material picado y hacer presión, si salen gotas de aguas del material significa que no se puede ensilar por el exceso de humedad, por el contrario, si al hacer presión se siente poca humedad en el material y no resume agua, significa que el

material picado está en el punto exacto para su llenado. Luego de hacer la prueba de campo se pudo apreciar que el material picado estaba en el punto correcto para proceder a su llenado.

2.5.16 Tamaño de la partícula

El picado del maíz se ejecutó con la ayuda de una maquina picadora (**figura 26**), el tamaño de la partícula en la que se efectuó el picado no fue mayor a 4 cm para evitar daños en la conservación y calidad del material. (**figura 27**)

2.5.17 Lactosuero

2.5.17.1 Medidas y niveles

Antes de realizar la compactación, se calcularon los niveles de lactosuero para cada tratamiento, las dosis por kg fueron: 75 ml, 150ml, 225 ml.

La primera dosis de 75 ml dio como resultado 3 litros /45 kg, la segunda dosis de 150 ml dio como resultado 6 litros/45kg, y la tercera dosis de 225 ml dio como resultado 9 litros/45 kg.

2.5.17.2 Fundas plásticas

Las fundas que se utilizaron para el ensilaje fueron de polietileno calibre 5,5 (45 kg),

2.5.17.3 Compactación

La compactación fue manual (**figura 28**) con la ayuda de una vara de madera para la aplicación de lactosuero, las capas de maíz picado no pasaron 15 cm, es decir cada 15 cm se iba aplicando lactosuero (**figura 29**) de esta manera no queden láminas de aires sueltas, y a la misma vez para que a la hora del sellado el material junto con el lactosuero cree una mezcla homogénea facilitando la fermentación. El tratamiento testigo no llevo ningún tipo de aplicación.

2.5.17.4 Sellado

Una vez que se llenó cada funda con su respectivo tratamiento, se pesó en la báscula digital para asegurar su peso acorde a la capacidad de las fundas, el sellado se lo hizo manual con la ayuda de ligas de caucho para evitar filtraciones de aires y evitar el dañado de nuestro silo (**figura 30**).

2.5.17.5 Almacenamiento y reposo

Terminada la etapa de sellado, se trasladaron las fundas de ensilajes al área de reposo, en donde quedaran guardadas por un periodo de 2 meses para su fase de fermentación, el ambiente de esta área deberá ser fresco (**figura 31**), luego de este lapso el ensilaje estará listo para ser consumido por el animal y a su misma vez se tomarán muestras de cada tratamiento para enviar a laboratorio.

2.6 Toma de muestras

Pasando los 2 meses de fermentación del ensilaje, se procedió a realizar las tomas de muestras de cada tratamiento, para esto es importante realizar el proceso de selección de cada tratamiento pues (Bruno et al., 1995) menciona que, la manera correcta para la extracción de muestra de un silo en bolsa es limpiar el área de la funda de silo con las que se van a trabajar, luego hacer un corte longitudinal, introducir la mano y extraer material de distintas profundidades. Las debe extender la muestra sobre una superficie plástica, posteriormente mezclar hasta homogenizar y distribuir el material de forma pareja, dividir el material en 4 partes iguales (cuarteo), luego se descartan 2 partes y los 2 sobrantes se deben mezclar hasta conseguir un tamaño de muestra adecuado.

Las tomas de muestras se realizaron según afirma la teoría, como primer paso realizamos el corte de las fundas de silo y se procedió a extraer las cantidades necesarias (**Figura 32**), como segundo paso se realizó la selección por cuarteo (**figura 33**) luego se descartaron dos

partes y las dos sobrantes las mezclamos hasta homogeneizar todo, esa muestra es la que vamos a enviar a laboratorio en fundas ZIPLOC con su respectiva etiqueta de datos y tratamientos para esto se deben seguir ciertos parámetros.

Para la identificación de las muestras se tomó en cuenta lo siguiente.

- ✓ Nombre y domicilio de quien envía las muestras: Zambrano Napa Josselyn
Fernanda
- ✓ Teléfono: 0988489790
- ✓ Gmail: jfzn.0803610054@gmail.com
- ✓ Fecha de envió: 04/11/2024
- ✓ Descripción de la muestra: ensilaje de maíz con distintos niveles de lactosuero, 3 tratamientos y un testigo 0.
- ✓ Pedido: Análisis de FDN y bromatológicos

Los análisis de FDN y Bromatológicos fueron realizados en el laboratorio de análisis químico AGROLAB.

2.6.1 Evaluación cualitativa y organoléptica

El mismo día que se abrieron los sacos de ensilajes para sus respectivas tomas de muestras, se realizó la evaluación cualitativa y organoléptica de los diferentes tratamientos, para realizar la debida comparación se utilizó una tabla de indicadores organolépticos como, olor, color, y texturas para la evaluación de ensilajes de Cárdenas et al., (2004).

La actividad se realizó con la ayuda de nuestros sentidos como la vista, tacto y olfato; para determinar la calidad de nuestro ensilaje, también con la ayuda de la tabla de indicadores organolépticos la cual nos proporcionó todas las cualidades que un ensilaje posee.

Tabla 10.*Indicadores organolépticos para la evaluación de ensilajes.*

	RANGOS DE CALIDAD			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
OLOR	Agradable a fruta madura	Agradable, ligero a vinagre	Acido, fuerte a vinagre o manteca rancia	Putrefacto a humedad o moho
COLOR	Verde aceituno	Verde amarillento	Verde oscuro	Casi negro, o negro total
TEXTURA	El forraje conserva todos sus contornos definidos, las hojas aparecen unidas a los tallos.	El forraje conserva todos sus contornos definidos, las hojas aparecen unidas a los tallos.	Las hojas tienden a ser transparentes con bordes poco definidos.	No se diferencia entre hojas y tallos forman masa amorfa jabonosa al tacto.
HUMEDAD	No humedece las manos al hacer presión con el puño y se mantiene suelto el forraje	No humedece las manos al hacer presión con el puño y se mantiene suelto el forraje	Al ser comprimido con el puño emana afluentes, con tendencia a ser compactado y formar una sola masa.	Al ser comprimido con el puño emana afluentes, con tendencia a ser compactado y formar una sola masa.

Fuente. (Cárdenas *et al*, 2004).

2.7 Operacionalizaciones de variables

Tabla 12. *Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Medición
Nivel de lactosuero testigo 0	Ensilaje sin inclusión de lactosuero	Preparación del silo utilizando solo forraje de maíz y sin adición de lactosuero.	No hay inclusión de lactosuero.	No se le añade lactosuero

Nivel de lactosuero (tratamiento1)	Ensilaje con inclusión baja de lactosuero.	Ensilaje elaborado con 75 ml de lactosuero por kg de forraje.	Inclusión de lactosuero/kg)	Jeringa y recipientes
Nivel de lactosuero (tratamiento2)	Ensilaje con inclusión moderada de lactosuero.	Ensilaje elaborado con 150 ml de lactosuero por kg de forraje.	Inclusión (ml de lactosuero/kg)	Jeringa y recipientes
Nivel de lactosuero (Tratamiento3)	Ensilaje con inclusión alta de lactosuero.	Ensilaje elaborado con 225 ml de lactosuero por kg de forraje.	Inclusión (ml de lactosuero/kg).	Jeringa y recipientes
Valor nutricional	Composición química del ensilaje.	Análisis de laboratorio para determinar proteína bruta, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas, ELN y FDN.	% Proteína, % Fibra, % Grasas, % Cenizas, % ELN, % FDN.	Porcentajes
Materia prima	Tipo, calidad y desarrollo del maíz utilizado en el ensilaje.	Uso del mismo lote de maíz con igual contenido de materia seca y calidad en todos los tratamientos.	% Materia del maíz	Cada 5 días
Tiempo de fermentación	Duración del proceso de fermentación del ensilaje.	Período estándar de fermentación, 60 días	Días	Escala continua
Costo beneficio	Relación entre el costo de producción y el beneficio obtenido.	Análisis de costos vs ganancias.	Costos de gastos y valor de mercado.	Registro contable y análisis financiero

Nota: Operacionalización de variables. Elaborado por (Zambrano, 2024).

2.7.1 Metodología para el primer objetivo

“Determinar el valor nutricional de los diferentes silos de acuerdo con el nivel de inclusión de lactosuero”

Para la realización de este objetivo, fue necesario utilizar un análisis estadístico descriptivo en base a los análisis del ensilaje.

Composición bromatológica se interpretaron:

- ✓ Materia seca (MS)
- ✓ Cenizas (Cz)
- ✓ Proteína cruda (PC)
- ✓ Extracto etéreo (EE)
- ✓ Fibra cruda (FC)
- ✓ Extracto libre de nitrógenos (ELN)

Composición de las paredes celulares: mediante la metodología de Van Soest

- ✓ FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN)

2.7.2 Metodología para el segundo objetivo

“Incluir los valores de energía de los silos con el fin de recomendar cual es el más optimo”.

Para la realización de este objetivo, se hizo un cálculo de los resultados de los análisis bromatológicos obtenidos de laboratorio, mediante la siguiente fórmula para determinar el aporte de energía Bruta y energía Metabolizable de los cuatro tratamientos. Con la siguiente fórmula.

ENERGÍA BRUTA

$$EB/Kg/Ms = (5,77 \times Pc) + (8,74 \times EEC) + (5,0 \times Fc) + (4,06 \times ELNC)$$

ENERGÍA METABOLIZABLE

$$EM/Kg/Ms = (3,8 \times Pc) + (9 \times EEC) + (3,3 \times Fc) + (3,5 \times ELNC)$$

2.7.3 Metodología para el tercer objetivo

“Generar el estudio de rentabilidad de los silos”

Para el cumplimiento de este último objetivo, y poder sacar la rentabilidad tanto de costos como de beneficios utilizamos una tabla del costo total de la propuesta.

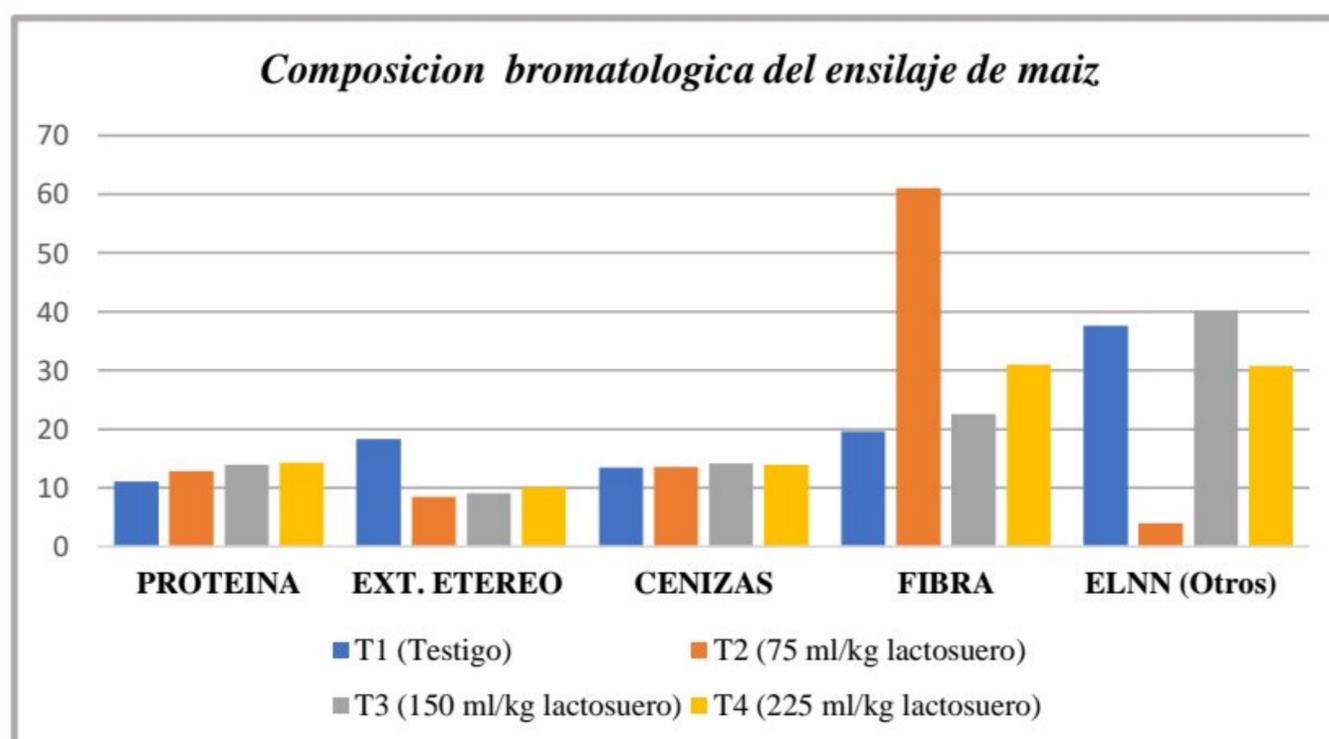
3 CAPÍTULO: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Valor nutritivo del ensilaje

Pasando 60 días de la elaboración del ensilaje en la que los distintos tratamientos se sometieron a cambios internos en su etapa de fermentación, se abrieron los tratamientos y se tomaron las muestras, posteriormente fueron enviados a laboratorio para sus respectivos análisis de FDN y Bromatológicos.

Figura 2.

Composición bromatológica de maíz con distintos niveles de inclusión de lactosuero.



Nota: Resultados de los análisis obtenidos de laboratorio. Elaborado por (Zambrano, 2024).

Los resultados sobre el efecto de la inclusión de lactosuero sobre el material ensilado, nos muestra el tratamiento 3 (225 ml de lactosuero) con un alto porcentaje de proteína de 14.22%; le sigue el tratamiento 2 (150 ml de lactosuero) con 13.96%, y con menor porcentaje

de proteína nos muestra el tratamiento testigo 0 con 11.01%, el cual no tuvo ninguna dosis de lactosuero.

En el extracto etéreo, el tratamiento más alto fue el testigo 0, con porcentajes de 18,32%, después tenemos el tratamiento 3 (225 ml de lactosuero) con un aporte del 10,11% es decir 8,21% de diferencia; y el tratamiento más bajo fue el tratamiento 1 (75 ml de lactosuero).

El tratamiento con el porcentaje de cenizas más altas es el 2 (150 ml de lactosuero) con valores del 14,16%, después está el tratamiento 3 (225 ml de lactosuero) con un 13,91%, que no se diferencian casi en nada, es más, los porcentajes son casi parecidos con los tratamientos restantes.

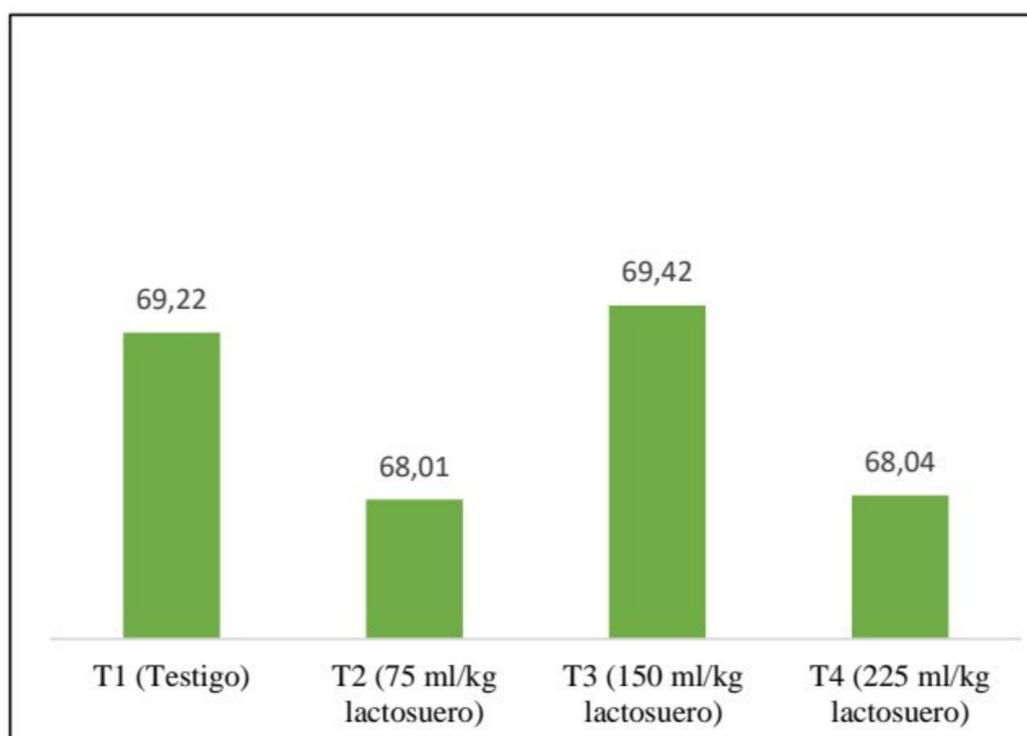
En cuanto al porcentaje de fibra el tratamiento optimo fue el 2 (150 ml de lactosuero) con 22,6%. Le sigue el testigo 0 con 19,6%, finalmente el tratamiento menos recomendable es el 1 (75 ml de lactosuero) con un alto exceso de fibra del 61,10.

En los resultados del ELNN (extracto libre de nitrógeno) el tratamiento 2 (150 ml de lactosuero) fue el que mejor resultado tuvo con un total de 40,27%, el tratamiento testigo 0 presento valores similares 37,59. Mientras que el aporte más bajo lo tuvo el tratamiento 1 con un total del 4%.

3.1.1 FDN (FIBRA DETERGENTE NEUTRA)

Figura 2.

Fibra detergente neutra del ensilaje de maíz (FDN).



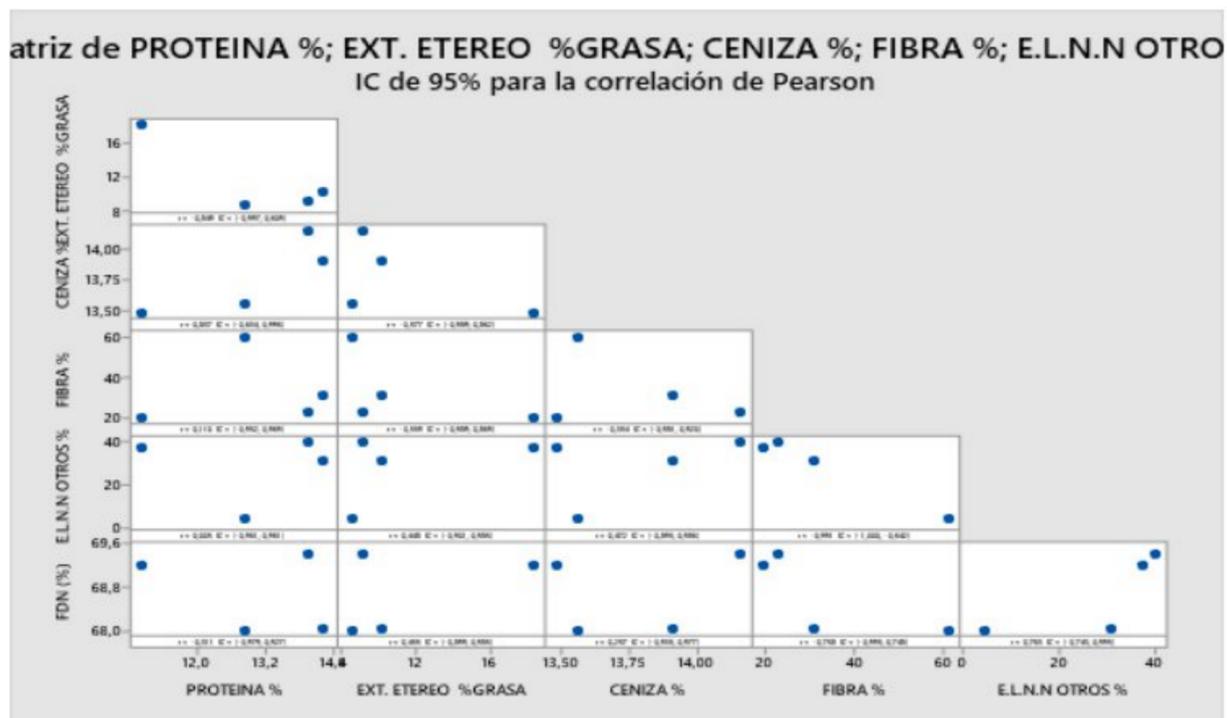
Nota: Resultados de FDN obtenidos de laboratorio. Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

En la figura 3 se aprecian los rangos de fibra detergente neutra (FDN) los cuales son similares entre ellos, y se mantienen dentro del margen óptimo de FDN en ensilajes. El tratamiento 2 (150 ml de lactosuero) con el tratamiento testigo 0 fueron los más altos con un margen de diferencia del 0,2 %. Mientras tanto los tratamientos 3 (225 ml de lactosuero) y 1 (75 ml de lactosuero) son del 68%; La diferencia no es significativa.

3.1.2 Correlación lineal

Figura 3

Correlación: proteína %; ext. etéreo %grasa; ceniza %; fibra %; e.l.n.n otros %; fdn (%).



Nota: Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

3.1.3 Método

Tabla 11.

Tipo de correlación de Pearson.

Tipo de correlación	Pearson
Filas utilizadas	4

Nota: (Elaborado por: Zambrano F, 2024).

3.1.4 Correlaciones

Tabla 14.

Tabla de correlación.

		PROTEINA %	EXT. ETEREO %GRASA	CENIZA %	FIBRA %	E.L.N. N OTROS %
EXT. %GRASA	ETEREO	-0,849				
CENIZA %		0,837	- 0,577			
FIBRA %		0,110	- 0,559	-0,354		
E.L.N.N %	OTROS	0,005	0,448	0,472	- 0,991	
FDN (%)		-0,311	0,455	0,257	- 0,758	0,763

Nota: Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

El coeficiente de correlación de Pearson más alto se encuentra entre **PROTEINA** y **CENIZA**. Este valor de 0.837 representa una relación positiva entre las variables. A medida que **CENIZA AUMENTA**, **PROTEINA** también aumenta. El intervalo de confianza de 95% es 0.801 – 0.877.

- El coeficiente de correlación de Pearson entre **PROTEINA** y **EXT. ETEREO** es -0,849, lo que nos indica una correlación fuerte y negativa, tanto que el aumento de proteína está relacionado a una disminución en el contenido de grasa. Mientras que la correlación entre **PROTEINA** y **FIBRA** es de 0,110 manifestando una correlación muy baja casi que inexistente similar al porcentaje de correlación entre Proteína y **E.L.N.N**, pues su valor de 0,005 indica que no existe una correlación lineal. Finalmente, entre **FDN** y proteína la correlación de -0,311 es

moderada y negativa, lo que nos indica que el aumento de proteína está relacionada a la reducción del FDN.

- El coeficiente de correlación de Pearson más alto se encuentra entre **FDN** y Ext. Etéreo, el valor es de 0,455 y representa una relación positiva entre las variables. En tanto que la medida que el FDN aumenta Ext. Etéreo también. El Intervalo de confianza de 95% es -0.994 a 0.878 . seguida del valor entre EXT. etéreo y E.L.N.N del 0,448 moderada y positiva, a medida que la grasa aumenta el E.L.N.N también. Con FIBRA la correlación de $-0,559$ tiende a ser moderada y positiva lo que nos muestra que a mayor aumento de grasa mayor fibra. Del mismo modo la correlación de ceniza con EXT etéreo es de $-0,577$ moderada y hasta cierto punto negativa. A medida que la grasa aumenta baja el contenido de ceniza.

- El coeficiente de correlación de Pearson más significativo entre **CENIZA** y E.L.N.N, tiene un valor de 0, 472. Representa una variación moderada o positiva, entre más ceniza mayor contenido de E.L.N.N. Con FDN existe una correlación débil de 0,257; relación que tiende a ser ligera. A diferencia de la FIBRA que su correlación es de $-0,354$ colocándose como negativa.

- El coeficiente de correlación de Pearson entre **FIBRA** y E.L.N.N, es de $-0,991$ indicando una correlación demasiado negativa que nos demuestra que al aumentar FIBRA disminuye E.L.N.N. A diferencia de FDN que la correlación es de 0,763, bastante positiva que nos indica que a mayor aumento de fibra suele haber más FDN.

Generalmente, cuando la correlación es más fuerte, el intervalo de confianza es más estrecho. Por ejemplo, EXT. ETEREO %GRASA y PROTEINA tienen una débil correlación y el intervalo de confianza de 95% varía de -0.468 a 0.242 .

3.1.5 Regresión lineal

Para el cálculo de regresión tomamos la variable “y” como rango de salida (composición bromatológica), mientras “x” (muestra) como rango de entrada.

Tabla 15.

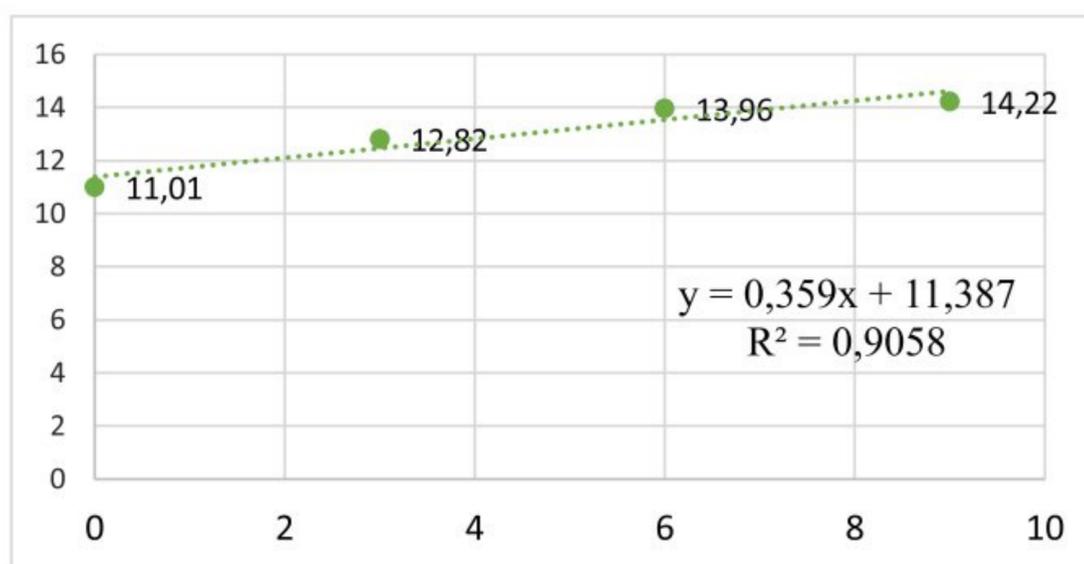
Regresión lineal entre muestra y composición bromatológica.

Muestra	Proteína	Muestra	EXT. ETERE O (Grasa)	Muestra	Ceniza	Muestra	Fibra	Muestra	ELN N Otros
0	11,01	0	18,32	0	13,48	0	19,6	0	37,59
3	12,82	3	8,52	3	13,56	3	61,1	3	4
6	13,96	6	9,01	6	14,16	6	22,6	6	40,27
9	14,22	9	10,11	9	13,91	9	31	9	30,76

Nota: Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

Figura 4

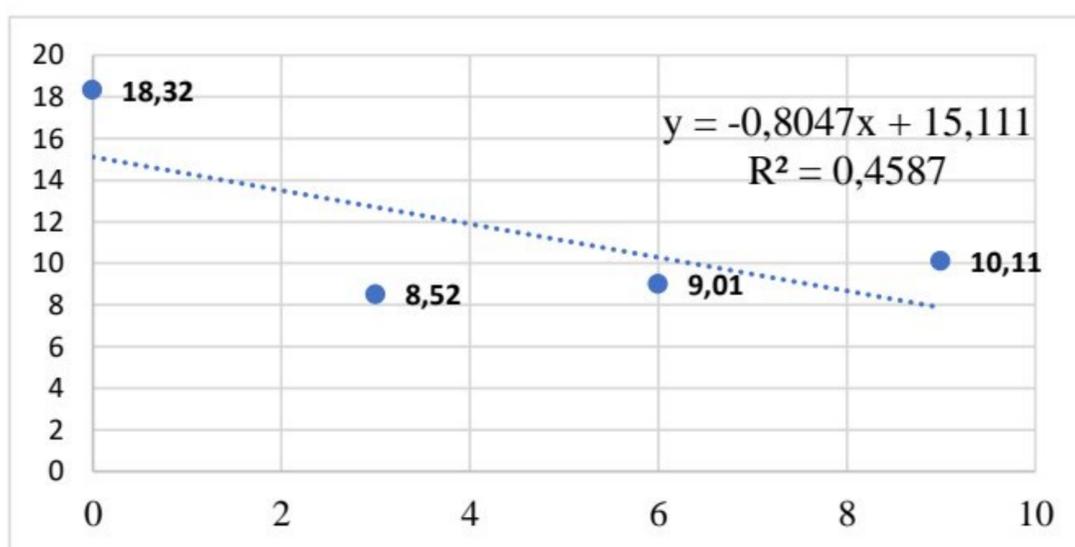
Proteína.



Nota: Nivel de proteína de los cuatro tratamientos de lactosuero. Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

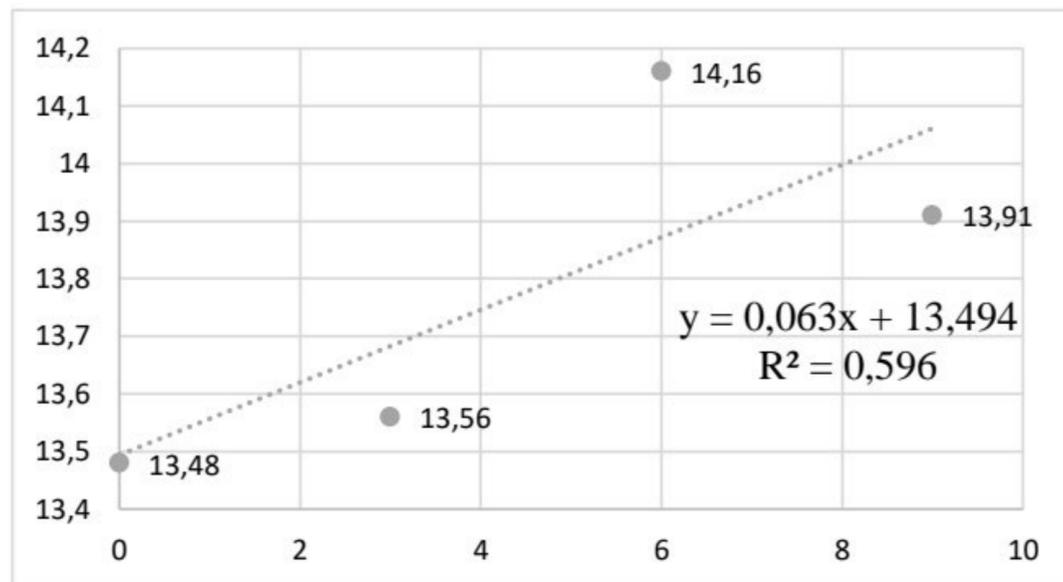
Según la gráfica 5, la proteína nos muestra una relación lineal positiva debido a que la variable independiente x tiene mucha influencia en el nivel de proteína, tanto que cada que aumenta "x" "y" también aumenta 0,359. Además, el valor de R^2 es alto con 0,9058 sugiriendo una relación positiva.

Figura 5.
Extracto etéreo.



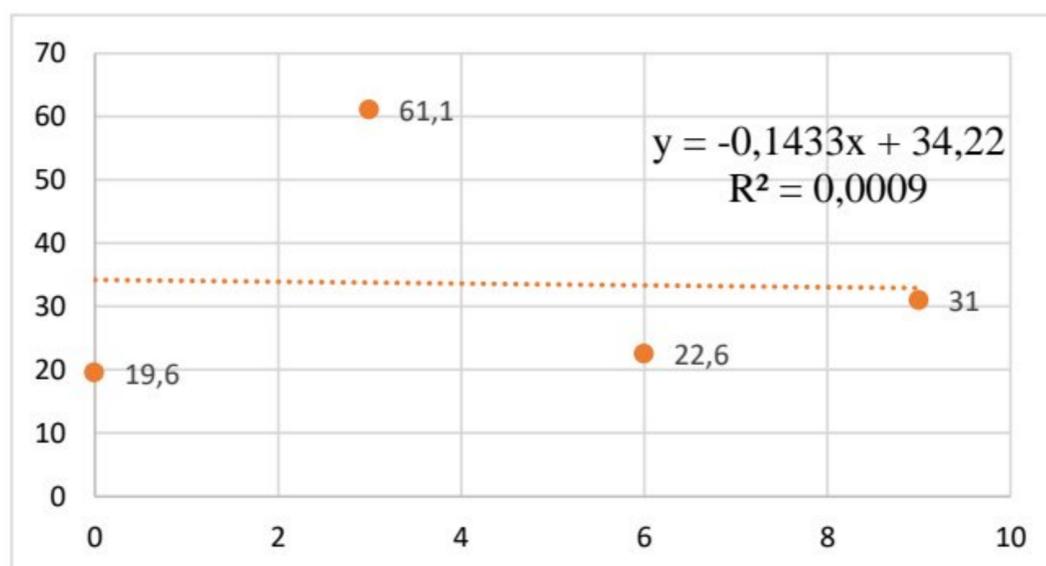
Nota: Nivel de Ext. etéreo de los cuatro tratamientos de lactosuero. Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

En la gráfica 6 de EXT. Etéreo, se puede apreciar una relación media baja, pues por cada unidad que aumenta x , el "Extracto Etéreo" disminuye en aproximadamente **0.8047 unidades**. Esto sugiere una relación negativa entre las variables. El valor R^2 indica que aproximadamente el **45.87%** de la variabilidad en la variable dependiente (Y) puede explicarse por la variable independiente (x) a través de este modelo lineal. Aunque es un valor moderado, sugiere que hay otros factores que también pueden estar influyendo en el "Extracto Etéreo".

Figura 6.*Ceniza*

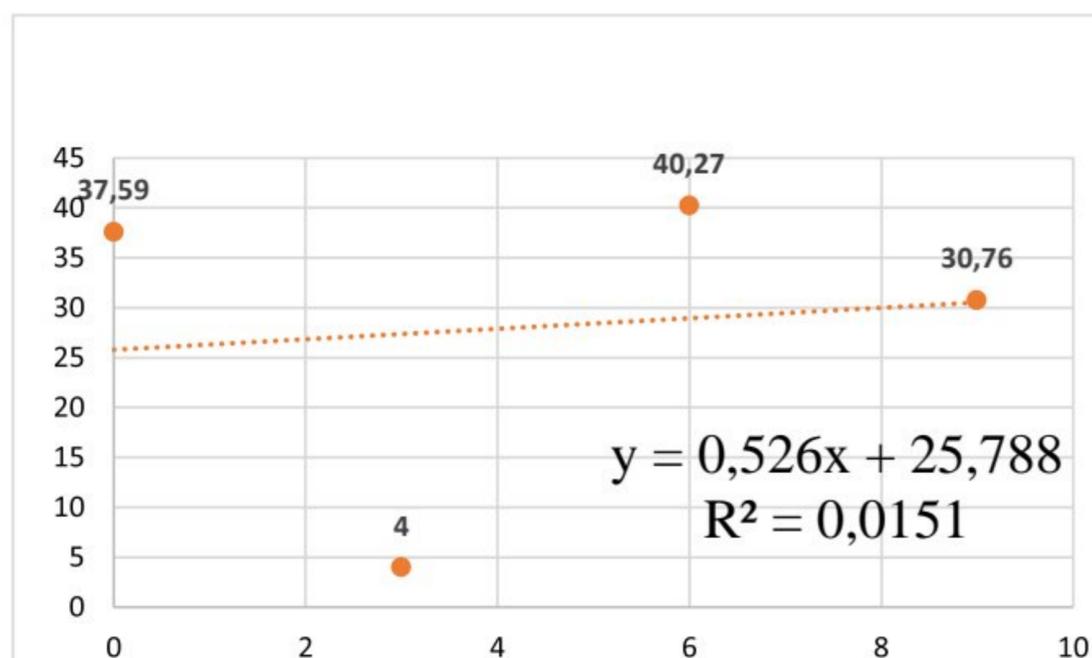
Nota: Nivel de Ceniza de los cuatro tratamientos de lactosuero Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

La grafica 7 nos muestra la relación entre x y Y ("Ceniza") es positiva y lineal. A medida que x aumenta, el contenido de ceniza también aumenta, aunque de forma leve (dado el bajo valor de la pendiente). El valor de R^2 indica que aproximadamente el **59.6%** de la variación en la variable dependiente "Ceniza" puede explicarse por el modelo de regresión lineal con la variable independiente x. El coeficiente de determinación indica que el modelo tiene un poder explicativo moderado, por lo que podrían existir otros factores adicionales que afectan al contenido de ceniza.

Figura 7.*Fibra.*

Nota: Nivel de Fibra de los cuatro tratamientos de lactosuero. Elaborado por: (Zambrano F, 2024).

En la gráfica 8 observamos que la relación entre x y Y ("Fibra") es negativa. Aunque el modelo indica una tendencia decreciente, el bajo valor de $R^2 = 0.0009$ indica que el modelo de regresión lineal explica solo el 0.09% de la variabilidad en Y ("Fibra"). Esto significa que prácticamente no hay una relación lineal significativa entre x y Y.

Figura 8.*Extracto libre de nitrógeno.*

Nota: Nivel de E.L.N.N de los cuatro tratamientos. (Elaborado por: Zambrano F, 2024).

La relación entre X y Y “ELNN” en la figura 9 nos muestra una relación negativa, pues el R^2 es de 0.0151 realmente bajo, indicándonos que a medida que la variable X aumenta; ELNN disminuye.

3.1.6 BRUTA Y ENERGIA METABOLIZABLE

El cálculo de energía bruta (EB) y energía metabolizable (EM) se lo realizo mediante esta fórmula, en la cual ocupamos los valores obtenidos de los análisis bromatológicos de los ensilajes de maíz con distintos niveles del lactosuero, reemplazando valores según la formula.

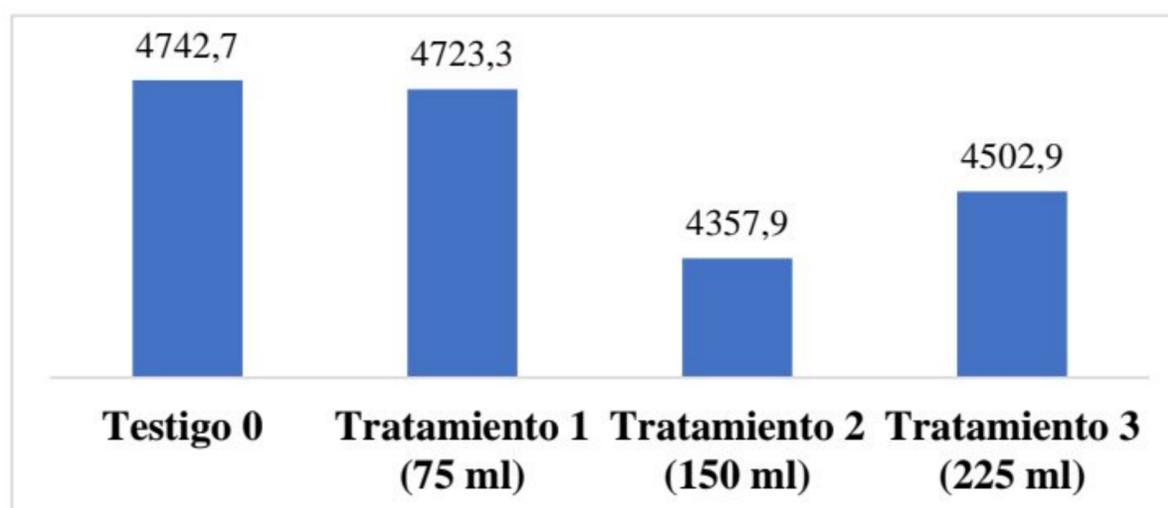
3.1.7 ENERGIA BRUTA (EB)

Fórmula

$$EB/Kg/Ms = (5,77 \times Pc) + (8,74 \times EEC) + (5,0 \times Fc) + (4,06 \times ELNC)$$

Figura 10.

Datos de cálculo de energía bruta por tratamiento.



Nota: Porcentaje total de energía bruta por tratamiento. Elaborado por (Zambrano, 2024).

En la figura 10 podemos observar una ligera variación entre los 4 tratamientos, el tratamiento con mayor valor energético fue el tratamiento 1 (testigo 0), el cual no lleva ningún nivel de lactosuero, el porcentaje fue de 4742,7 Kcal/EB. Mientras que el tratamiento más bajo

fue el tratamiento 3 (150 ml de lactosuero) con la 4357,9 kcal/EB; Dicha variación depende de los niveles de inclusión de lactosuero usadas en la investigación

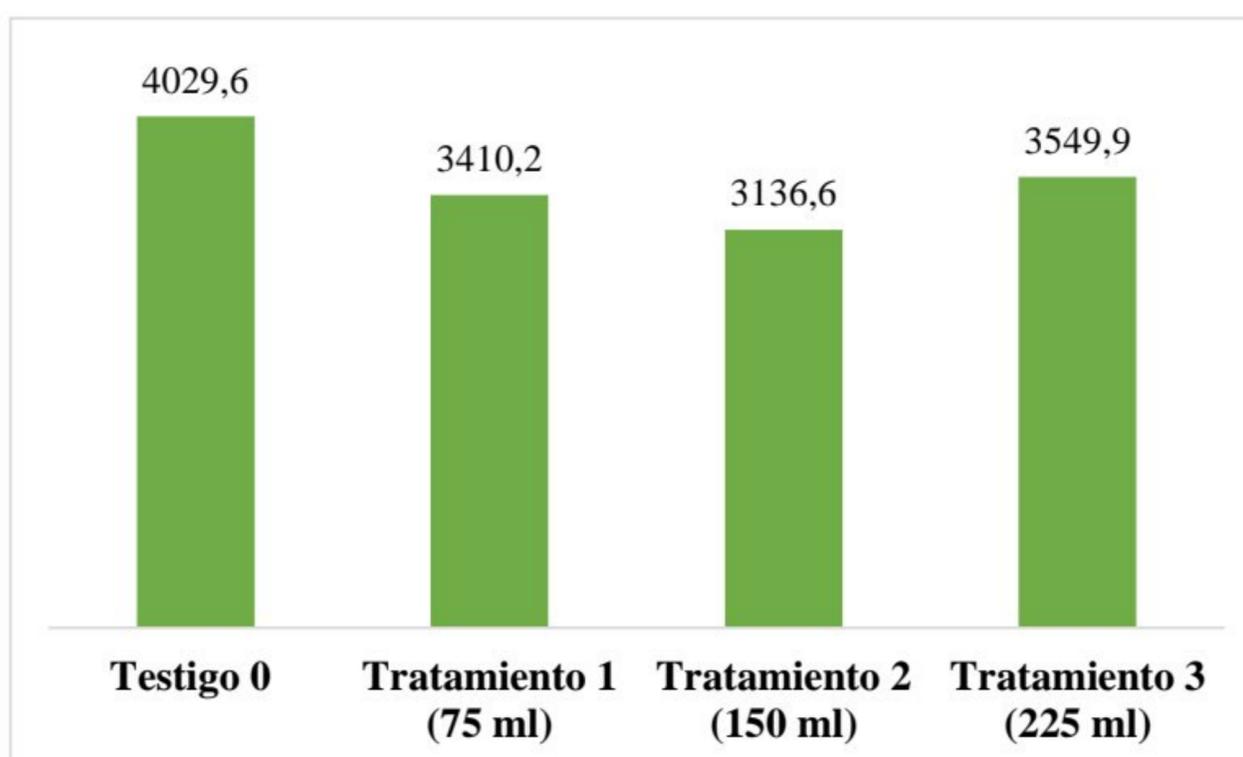
3.1.8 ENERGIA METABOLIZABLE

Fórmula:

$$EM/Kg/Ms = (3,8 \times Pc) + (9 \times EEC) + (3,3 \times Fc) + (3,5 \times ELNC)$$

Figura 11.

Datos de cálculo de energía metabolizable por tratamiento.



Nota: Porcentaje total de energía bruta por tratamiento. Elaborado por (Zambrano, 2024).

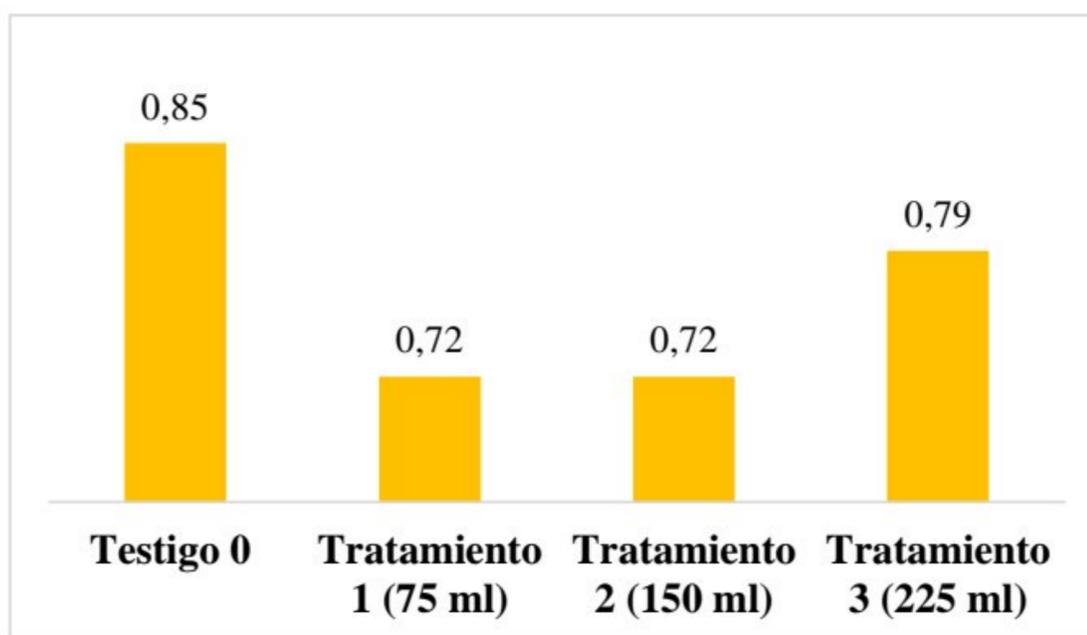
En el cálculo de la figura 11 la energía bruta sigue casi la misma tendencia de valores, siendo el tratamiento testigo 0 con valores de energía metabolizable más alto con 4029.6 kcal EM, por el contrario del tratamiento 2 (150 ml de lactosuero) con un valor energético más bajo del 3136,63. La relación entre EB (energía bruta) y EM (energía metabolizable), es la representación de la disponibilidad de nutrientes y la carga energética aprovechada por el animal.

3.1.9 Relación EB/EM

Para hacer el cálculo de relación usamos los valores obtenidos de cada tratamiento tanto de energía bruta como de energía metabolizable y los agrupamos de acuerdo con sus tratamientos, una vez agrupados se dividen entre sí y el resultado es la relación EB/EM.

Figura 12.

Relación de energía bruta y energía metabolizable en los 4 tratamientos.



Nota: Datos de la relación entre energía bruta y energía metabolizable. Elaborado por

(Zambrano, 2024).

La figura 12 nos muestra el testigo 0 con la relación más alta ,85 (85%), indicando mayor eficiencia energética. Los tratamientos 1 y 2 tienen una eficiencia similar 0,72 (72%), sugiriendo mayores pérdidas de energía (posiblemente por diferencias en los ingredientes o procesos metabólicos).

3.1.10 COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA.

Tabla 16. *Costo de producción de la propuesta.*

CONCEPTO	COMENTARIO	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Semilla de maíz	Funda de 19.49 kg	1	\$200.00	\$200.00
Herbicida "Glistar"	Una sola aplicación	1	\$12.00	\$12.00
Fundas de silo	Polietileno Calibre 5,5	200	\$0.50	\$100,00
Limpieza del área	jornales	9	\$15.00	\$135
Fertilizante	Urea	1	\$60	\$60
Tratamiento de semilla "Semevin"	Tratamiento para curar la semilla	1	\$12.00	\$12.00
Lactosuero	Aditivo	7	\$1	\$9,75
Corte y recolección	Jornales	4	\$20	\$80
Pruebas de laboratorio	Muestras	4	\$35; \$45	\$334,00
TOTAL				\$942,75

Nota: (Elaborado por: Zambrano F, 2024).

3.1.11 COSTO DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO.

Tabla 17.

Costo de producción por tratamiento.

	Testigo 0	Tratamiento 1 (75 ml)	Tratamiento 2 (150 ml)	Tratamiento 3 (225 ml)
Unidades	14	14	13	13
Semilla	\$15,00	\$15,00	\$15,00	\$15,00
Limpieza del terreno	\$33,75	\$33,75	\$33,75	\$33,75
Herbicida	\$3,00	\$3,00	\$3,00	\$3,00
Fundas de silo	\$6,50	\$6,50	\$6,50	\$6,50
Fertilizante	\$20,00	\$20,00	\$20,00	\$20,00

Tratamiento de semilla	\$3,00	\$3,00	\$3,00	\$3,00
Lactosuero	\$0,00	\$2,00	\$2,50	\$5,25
Corte y recolección	\$20,00	\$20,00	\$20,00	\$20,00
TOTAL	\$104,95	\$106,95	\$108,95	\$110,95

Nota: Elaborado por (Zambrano, 2024).

3.1.12 RENTABILIDAD ECONÓMICA POR TRATAMIENTO.

Tabla 18.

Tabla de beneficio por tratamiento.

	UNIDADES	PESO	COSTO	PRECIO/SACO	GANANCIA
Testigo 0	14	45 kg	\$104,95	\$10,00	\$140
Tratamiento 1 (75 ml)	14	45 kg	\$106,95	\$10,00	\$140
Tratamiento 2 (150 ml)	13	45 kg	\$108,95	\$10,00	\$130
Tratamiento 3 (225 ml)	13	45 kg	\$110,95	\$10,00	\$130
TOTAL			\$431,80		\$540,00

Nota: Elaborado por: (Zambrano, 2024).

DISCUSIÓN

3.1.13 Valor nutritivo del ensilaje

La calidad de los ensilajes depende de dos factores de suma importancia: la calidad del forraje utilizado y el correcto desarrollo de las técnicas que se empleen. Entre ellos también se encuentra el clima, la estación, sistema de aprovechamiento, intensidad del pastoreo, y sobre todo la composición química y botánica del forraje en estado de madurez, son quienes determinaran su calidad para ser ensilado (Recharte 2012).

Con la inclusión de los distintos niveles de lactosuero se puede observar un aumento de proteína que van desde 11,01 del tratamiento testigo 0, hasta el tratamiento 3 (225 ml de lactosuero) 14,22 con un margen de diferencia de 3,21, relacionado al ensilaje de (Castillo et al., (2009) el cual alcanzo una proteína cruda mayor al 10% en su ensilaje de maíz con frijol, por lo que distintos autores proponen la elaboración de ensilajes asociadas con gramíneas para mejorar el contenido proteico de los ensilajes.

En cuanto al Extracto etéreo existen valores casi similares entre el tratamiento 1 (75 ml de lactosuero) tratamiento 2 (150 ml de lactosuero) tratamiento 3 (225 ml de lactosuero), que van en rangos de 8 a 10, mientras que el tratamiento testigo 0 presento un alto valor de 18,32, valor bastante alto pues Tobía et al., (2003), evidencia valores de 4,1 de extracto etéreo en sus muestras de ensilajes de soya y maíz. Además, Palmquist y Jenkins (1980), menciona que en las dietas normales de bovino pocas veces contienen valores mayores a 3,5 de extracto etéreo, debido a que los altos niveles de grasa están estrechamente relacionados a la disminución de la fracción fibrosa. Es por eso necesario mencionar que la dieta en los ensilajes con altos porcentajes de extracto etéreo debe ser limitada.

El contenido de cenizas fue sumamente igual en todos los tratamientos, rangos que van entre 13 y 14% lo cual fueron superiores comparados con los de (TENE DENNYS 2015) que

en su ensilaje de maíz con distintos niveles de lactosuero alcanzo un porcentaje de 6,77, que según Irwin Cathal (2023) “Un alto contenido de cenizas en los ensilajes de leguminosas es normal debido a su mayor contenido mineral”.

La presencia de fibra va desde porcentajes de 19,60% testigo 0 hasta 61,1% del tratamiento 1 (75 ml de lactosuero) superiores a los valores de (Mier, 2009) en los cuales sus ensilajes elaborados con aditivos y sin, alcanzaron promedios de 19% de Fibra cruda. Nuestros valores obtenidos del tratamiento 3 (225 ml de lactosuero) con 31% y tratamiento 1 (75 ml de lactosuero) con 61,1% nos muestra un ensilaje optimo que según (Demagnet y Canales, 2020) “Los rumiantes van a consumir un máximo de fibra cercano al 1,2% de su peso corporal. Un buen ensilaje presenta un valor de digestibilidad medido como porcentaje de la FDN entre 72 y 80%.

El extracto libre de nitrógeno (ELNN) es el que mide los carbohidratos solubles, podemos observar como el tratamiento 1 (75 ml de lactosuero) fue el más bajo con 4%. Mientras tanto los tratamientos testigo 0, 2 (150 ml de lactosuero) y 3 (225 ml de lactosuero) fueron muy similares entre sí, con una media de 36,21 pero no se encontró resultados de este añadido.

3.1.14 Energía bruta y energía metabolizable

La energía según INTAGRI (2018) tiene como unidad de valor la caloría y todo alimento que el ganado consume tiene un valor energético que proviene de la combustión física del mismo, es de esta manera por la que se elabora una atribución de valores energéticos. Y en ganadería la unidad base energética es la kilocaloría, que equivale a un millón de calorías o mil kilocalorías. En el manejo de estas dietas energéticas es necesaria definir las raciones como energía bruta que es lo que el animal ingiere y la energía metabolizable que es la energía disponible para el animal después de restar las perdidas por gases y orina.

En los cálculos de energía bruta se obtuvo valores en rangos similares, que van de 4357,9 tratamiento 2 (150 ml de lactosuero) hasta 4742.7 tratamiento testigo 0. Sacando la media de los cuatro tratamientos tenemos una media de 4581.7 kcal/kg MS. Lo que significa que estamos dentro de los requerimientos; pues (McDonald et al., 2011) explica que la energía bruta del ensilaje de maíz varía entre 17 y 19 MJ/KG que viene siendo **4.0604** Kilocalorías de materia seca (MS); por lo que nuestros rangos de energía bruta en el ensilaje con adición de lactosuero sobrepasan este valor. Además, este valor dependerá del contenido de carbohidratos estructurales y no estructurales como el almidón.

En cuanto a la energía metabolizable tenemos al tratamiento testigo 0 con el valor más alto 4029,6 Kcal/kg MS, mientras el tratamiento 2 (150 ml de lactosuero) con 3136,63 kcal/kg MS bajo, a pesar de tener esos valores se cumple con los requerimientos energéticos del animal, pues (NRC, 2001) manifiesta que “El ensilaje de maíz bien manejado puede aportar entre 10 y 12 MJ/kg MS de EM”. En general, el porcentaje de EM sobre la EB en el ensilaje de maíz oscila entre 55% y 65%, dependiendo de la eficiencia digestiva (McAllister et al., 1996).

3.1.15 Rentabilidad

La tabla 17, se puede observar que el **Testigo 0** y el **Tratamiento 1 (75 ml)** generan más ganancia, aunque los Tratamientos 2 y 3 podrían ofrecer mayor beneficio en términos de calidad nutricional, su impacto en la rentabilidad es menor, ya que no compensa el aumento de los costos con una mejora proporcional en los ingresos. Por lo tanto, el **Testigo 0** y **Tratamiento 1** son los mejores económicamente hablando.

3.2 CONTESTACIÓN A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 ¿Cuáles son los efectos del suero de leche en la fermentación del silo de maíz?

Según resultados de la investigación, el suero de leche puede tener efectos beneficiosos en la fermentación del silo de maíz, ya que actúa como un aditivo natural que promueve un

entorno favorable para el crecimiento de bacterias lácticas, mejorando la calidad y estabilidad del ensilaje.

3.2.2 ¿Cuál es el costo-beneficio de la producción de silo de maíz con suero de leche en comparación con el ensilado tradicional?

El ensilado de maíz con suero de leche puede ser más rentable que el ensilado tradicional, especialmente cuando el suero se obtiene de manera económica y se maneja adecuadamente. Los beneficios incluyen una reducción de costos en aditivos, menores pérdidas de materia seca, mejora en la calidad del forraje y mayor productividad animal, lo que genera ingresos adicionales y optimiza el costo-beneficio general del proceso.

3.2.3 ¿Cuáles son las perspectivas futuras y las áreas de investigación adicionales relacionadas con el uso de suero de leche en la producción de silo de maíz y su aplicación en la industria ganadera?

Valorización del subproducto: El uso de suero de leche en el ensilado de maíz tiene un alto potencial para transformar la industria ganadera, promoviendo sistemas más sostenibles y eficientes. Sin embargo, requiere un enfoque multidisciplinario que abarque la investigación técnica, la transferencia tecnológica y el diseño de políticas públicas que fomenten su adopción. Con el avance de estas investigaciones, es probable que esta práctica se convierta en un estándar en la producción ganadera a nivel mundial.

CONCLUSIONES

✓ De acuerdo con el valor nutricional de los diferentes silos, el tratamiento que mejor resultados mostró añadiéndole lactosuero fue el tratamiento 3 (225 ml de lactosuero/kg). Con niveles de proteína de 14,22%; Ext. Etéreo 10,11%; Cenizas 13,91%; Fibra 31% y ELNN 30,76% más equilibrado.

✓ El tratamiento testigo 0 es el más recomendable, pues nos muestra un porcentaje de energía bruta alto con 4742,7, que luego del cálculo metabolizable queda disponible para el animal 4029,6 kilocalorías de energía metabolizable por kilogramo de materia seca.

✓ El estudio de rentabilidad en cuanto a nivel económico nos muestra el Testigo 0 como opción más viable, con un costo de producción de \$104,95 por tratamiento y ganancia de \$140,00 totales, a diferencia del tratamiento 2 (225 ml) en donde el costo de producción es más alto \$110,95 y su ganancia de \$130,00 es más baja.

RECOMENDACIONES

✓ En base al análisis nutricional de los diferentes silos, el tratamiento 3 (225 ml de lactosuero/kg) se destaca por ofrecer un perfil nutricional más equilibrado, con niveles óptimos de proteína (14,22%), extracto etéreo (10,11%), cenizas (13,91%), fibra (31%) y ELNN (30,76%). Estos valores sugieren que este tratamiento es adecuado para satisfacer las necesidades nutricionales del ganado, promoviendo un balance adecuado entre energía, proteínas y fibra sin embargo es recomendable realizar pruebas productivas que comprueben que este tratamiento también ofrezca mejoras significativas en parámetros como ganancia de peso, producción de leche o conversión alimenticia.

✓ Como el tratamiento testigo 0 presenta el mayor porcentaje de energía bruta (4742,7) y una alta disponibilidad de energía metabolizable para el animal (4029,6 kcal/kg de materia seca), se considera la opción más adecuada desde el punto de vista energético. Se recomienda la priorización de este tratamiento en dietas destinadas a maximizar el aporte energético para el animal, especialmente en sistemas de producción que buscan optimizar el rendimiento y la eficiencia alimenticia.

✓ Dado que el Testigo 0 presenta un costo de producción más bajo (\$104,95) y una ganancia total mayor (\$140,00) en comparación con el tratamiento 3 (225 ml), se recomienda

priorizar este tratamiento en términos económicos. Sin embargo, sería razonable evaluar otros factores que puedan influir en la selección del tratamiento, como el aporte nutricional o la sostenibilidad a largo plazo. Si el objetivo principal es la maximización de la rentabilidad económica, el Testigo 0 sería la opción más viable. Para decisiones futuras, podría ser útil realizar un análisis de sensibilidad para considerar cómo variaciones en los costos o precios podrían afectar la rentabilidad de ambos tratamientos.

ANEXOS

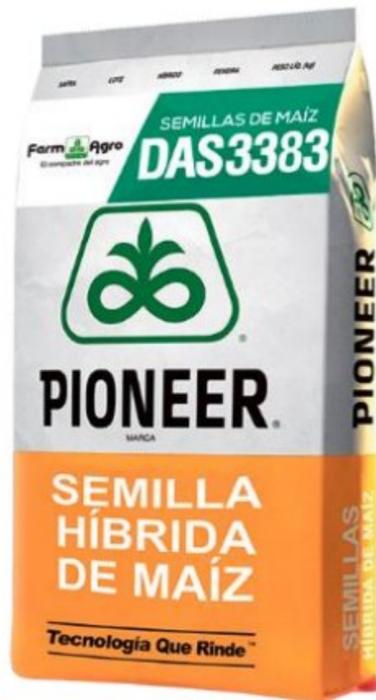


Figura 13. Semilla Das 3383.



Figura 12. Preparación del terreno antes de siembra.



Figura 11. Medición de terreno para sembrar.



Figura 10. Tratamiento curado de semilla.



Figura 9. Siembra.



Figura 14. Mezcla y dosificación de herbicida (GLISTAR).



Figura 18. Aplicación de GLISTAR.



Figura 17. Germinación.



Figura 16. Dosis de urea.



Figura 15. Disolución y aplicación de urea.



Figura 20. Medidas de plantas.



Figura 19. Aplicación de Amina.



Figura 25. Dosis de Kristalon.



Figura 24. Fertilización con Kristalon.



Figura 23. Daño ocasionado por Gusano Cogollero.



Figura 22. Daño ocasionado por Patada negra.



Figura 21. Control gusano cogollero con Arena de Mar.



Figura 26. Ultima fertilización.



Figura 28. Floración.



Figura 27. Resultados después de la aplicación de Arena de mar.



Figura 35. Altura de corte.



Figura 34. Diámetro de tallo.



Figura 33. Altura y número de hojas.



Figura 32. Etapa de deshidratación



Figura 31. Picado.



Figura 30. Tamaño de la partícula.



Figura 29. Compactación manual.



Figura 40. Aplicación de lactosuero.



Figura 39. Sellado.



Figura 38. Almacenamiento y



Figura 37. Toma de muestras.



Figura 36. Selección por cuarteo.

Resultados bromatológicos de laboratorio

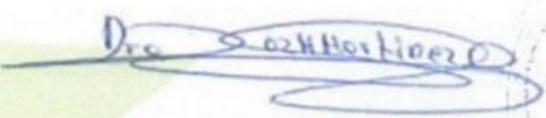


RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JOSSELYN FERNANDA ZAMBRANO NAPA	Número Muestra:	8597
		Fecha Ingreso:	4/11/2024
Tipo muestra:	ENCILADO DE MAIZ 53 DIAS	Impreso:	16/11/2024
Identificación:	TESTIGO 0	Fecha entrega:	18/11/2024

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	84,95	1,66	2,76	2,03	2,95	5,66
Seca		11,01	18,32	13,48	19,60	37,59

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono:
 2752-607

M&J

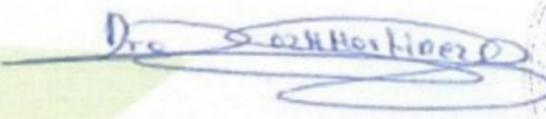


RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JOSSELYN FERNANDA ZAMBRANO NAPA	Número Muestra:	8598
		Fecha Ingreso:	4/11/2024
Tipo muestra:	ENCILADO DE MAIZ 53 DIAS	Impreso:	16/11/2024
Identificación:	TRATAMIENTO 1 / 3 LIT FERMENTO	Fecha entrega:	18/11/2024

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	84,58	1,98	1,31	2,09	9,42	0,62
Seca		12,82	8,52	13,56	61,10	4,00

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
 2752-607

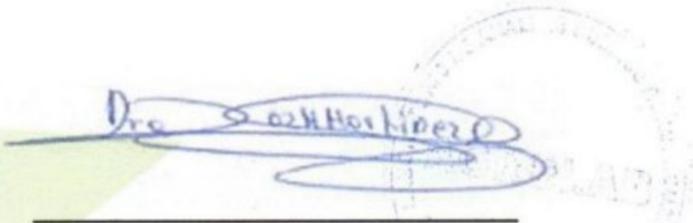
M&J

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JOSSELYN FERNANDA ZAMBRANO NAPA	Número Muestra:	8599
		Fecha Ingreso:	4/11/2024
Tipo muestra:	ENCILADO DE MAIZ 53 DIAS	Impreso:	16/11/2024
Identificación:	TRATAMIENTO 2 / 6 LIT FERMENTO	Fecha entrega:	18/11/2024

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	84,52	2,16	1,39	2,19	3,50	6,23
Seca		13,96	9,01	14,16	22,60	40,27

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

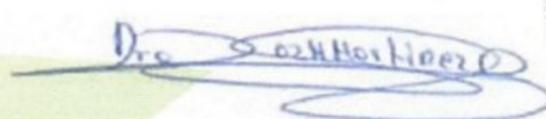


RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JOSSELYN FERNANDA ZAMBRANO NAPA	Número Muestra:	8600
		Fecha Ingreso:	4/11/2024
Tipo muestra:	ENCILADO DE MAIZ 53 DIAS	Impreso:	16/11/2024
Identificación:	TRATAMIENTO 3 / 9 LIT FERMENTO	Fecha entrega:	18/11/2024

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	85,57	2,05	1,46	2,01	4,47	4,44
Seca		14,22	10,11	13,91	31,00	30,76

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono:
 2752-607

M&J

Resultados de FDN de laboratorio



RESULTADOS: FIBRA DETERGENTE NEUTRA

Datos del cliente	Referencia
Cliente : Sra. JOSSELYN FERNANDA ZAMBRANO NAPA	Número Muestra:
	Fecha Ingreso: 4/11/2024
Tipo muestra: ENCILADO DE MAIZ 53 DIAS	Impreso: 19/11/2024
Identificación:	Fecha entrega: 21/11/2024

# MUESTRA	FDN (%)
8597	69,22
8598	68,01
8599	69,42
8600	68,04

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

M&J

Bibliografía

Agrosavia, (mayo 2020) Agrosavia presenta alternativas de alimentación y nutrición de bovinos para tiempos de escasez de pasturas. *Agronet*.

<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/AGROSAVIA-presenta-alternativa-de-alimentaci%C3%B3n-y-nutrici%C3%B3n-de-bovinos-para-tiempos-de-escasez-de-pasturas.aspx#:~:text=Los%20tipos%20de%20silos%20m%C3%A1s,es%20ensilar%20en%20bolsas%20pl%C3%A1sticas.>

Agrovet (2023). *Guía para la alimentación y nutrición del ganado lechero*. Agrovet.

[https://blog.agrovetmarket.com/alimentacion-nutricion-ganado-lechero/#:~:text=La%20cantidad%20de%20materia%20seca,de%20peso%20corporal%20\(3\).](https://blog.agrovetmarket.com/alimentacion-nutricion-ganado-lechero/#:~:text=La%20cantidad%20de%20materia%20seca,de%20peso%20corporal%20(3).)

Agro activo (2023). *Amina Invesamina 720*. Agroactivo.col.

<https://agroactivocol.com/producto/sanidad-vegetal-alimentos-saludables/amina-invesamina-720-2/>

Agudelo Gómez, D. A., & Bedoya Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/31684/1/AgudeloDivier_2005_ComposicionNutricionalLeche.pdf

Aba Matías (2018). *Características de un buen silo de maíz*. Primia, nutrición animal.

<https://primianutricion.com.ar/2019/01/08/caracteristicas-de-un-buen-silo-de-maiz/>

Arronis Victoria (2006). *Sistemas intensivos de producción bovina*. MAG, San José-Costa Rica.

<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0887.PDF>

Asociación Argentina de producción animal (2011) *conservación de forrajes*. Aapa (pág. 26-28).

<https://n9.cl/g2cx7>

Bayer (2022). *Protección temprana contra el gusano cogollero*. Mi cultivo Bayer.

<https://www.micultivo.bayer.com.mx/es-mx/productos/product-details.html/seed%20treatment/semevin.html>

Bender D.A., PhD, & Mayes P.A., PhD, DSc (2016). Metabolismo del glucógeno. Rodwell V.W., & Bender D.A., & Botham K.M., & Kennelly P.J., & Weil P(Eds.), Harper. *Bioquímica ilustrada*, 30e. McGraw-Hill Education.

<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1814§ionid=127362923>

Bruno, O. A., Castro, H., Comerón, E. A., Díaz, M. C., Guaita, S., Gaggiotti, M. D. C., & Romero, L. A. (1995). *Técnicas de muestreo y parámetros de calidad de los recursos forrajeros*.

<http://ceiba.agro.uba.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=19678>

Caraballo, A., Betancourt, M., & Florio, J. (1). Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq.). *Ciencia*, 15(1). Recuperado a partir de

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/9614/9600>

Cabadiana, H. El clima y su influencia en la producción de los pastos *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 18, núm. 6, junio, 2017.

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420007.pdf>

Casafe (2019). *La importancia del curado se semillas*. Casafe cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes.

<https://www.casafe.org/la-importancia-del-curado-de-semillas-con-fungicidas/>

Casmuz, A., Juárez, M. L., Socías, M. G., Murúa, M. G., Prieto, S., Medina, S., ... & Gastaminza, G. (2010). Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4), 209-231.

https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0373-56802010000200007&script=sci_arttext

Cárdenas, J. V., Solorio, F. J., & Saldoval, C. A. (2004). Ensilaje de forrajes: alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico. *Universidad Autónoma de Yucatán. México Pag*, 21-22.

Castillo, M., Rojas, A., Wing Ching, R. (2009). Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*). *Revista Agronomía Costarricense*. 33(1). San José – Costa Rica. 14 p.

COBOS-PERALTA M.A., MATEO SÁNCHEZ J., A. TRINIDAD SANTOS, V. CETINA ALCALÁ Y J. VARGAS HERNÁNDEZ (2017). Importancia del tipo de muestra en la

estimación del valor nutritivo de leguminosas y arbustivas, y potencial de un inocuo de bacterias degradadoras de aserrín en sistemas silvopastoriles. *Fao*.

<https://www.fao.org/4/Y4435S/y4435s0h.htm#:~:text=El%20sistema%20de%20fibra%20detergente,para%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20forrajes>.

Cofre, P., & Jahn, E. (2003). ¿Cómo interpretar los análisis de forrajes? *Boletín INIA*, (42).

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/41357/Articulo?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20FDN%20es%20parcialmente%20digestible,FDA%20tambi%C3%A9n%20es%20parcialmente%20digestible>.

CONtexto ganadero. 2023. “Conozca que aditivos usar para el ensilaje”. *Contextoganadero-una lectura rural de la realidad colombiana*.

<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-que-aditivos-usar-para-el-ensilaje>.

CONtexto ganadero. (10 mayo del 2020). *Conozca el paso a paso en la preparación de un buen ensilaje*. CONtexto ganadero.

<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-el-paso-paso-en-la-preparacion-de-un-buen-ensilaje>

Contreras F, Madison. Muck R. (2006). Inoculantes Microbiales para ensilaje, *Forage Research Center. Vol. 8 N.4*

<https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/Microbial-Inoculants-for-Silage-Espanol.pdf%20>.

Corbeto Armario José Antonio (2018). *Albumina, ¿qué es, para que sirve y beneficios?* Myprotein.

<https://www.myprotein.es/thezone/suplementos/albumina-beneficios/#qu%C3%A9>

Cole, J. H. (2002). Nociones de regresión lineal. *Universidad Francisco Marroquin. Octubre.*

Cuellar Sáenz Gerson (2021) *importancia de los minerales en la nutrición animal.* Veterinaria digital. Universidad nacional de Colombia.

<https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-los-minerales-en-la-nutricion-animal/>

Cruz, O. (2013). El cultivo del maíz. *Manual para el cultivo del maíz en Honduras.*

<https://dicta.gob.hn/files/2017-El-cultivo-del-maiz,-g.pdf>

David Recharte (1 diciembre 2012). *El ensilado y sus indicadores de calidad.* SCRIBD.

<https://es.scribd.com/document/115139188/El-Ensilado-y-Sus-Indicadores-de-Calidad-Trabajo>

Demagnet Filippi Rolando (2017) *calidad de los ensilajes.* Conservación de forrajes, Pag (13-15).

<https://www.praderasypasturas.com/rolando/01.-Catedras/09.->

[Conservacion de Forrajes/2017/06.-Calidad de los Ensilajes.pdf](#)

Demagnet Filippi Rolando y Canales Cartes Cristian (2020). *Manual del cultivo de maíz para ensilaje-calidad nutricional: séptimo capítulo*. Engormix (8 de septiembre del 2020).

https://www.engormix.com/ganaderia/maiz-engorde-bovino/manual-cultivo-maiz-ensilaje_a45963/

Europasportnutrition (2012). *¿qué es la beta-lactoglobulina?*, Europasportnutrition.

<https://www.europasportnutrition.com/content/34-beta-lactoglobulina#:~:text=Es%20la%20prote%C3%ADna%20con%20el,antioxidantes%20protegiendo%20a%20nuestro%20organismo.>

Erick, R. U. (2014). Determinación de los principales componentes de la biomasa lignocelulósica; celulosa, hemicelulosa y lignina de la paja de trigo para su posterior pretratamiento biológico. In *Actas del XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas Agricultura sustentable: Uso eficiente del agua, suelo y fertilizantes, Mexicalli, México* (Vol. 9, pp. 114-118).

https://www.researchgate.net/profile/Gisela-Montero/publication/282365664_Determinacion_de_los_principales_componentes_de_la_biomasa_ligonocelulosica_celulosa_hemicelulosa_y_lignina_de_la_paja_de_trigo_para_su_posterior_pretratamiento_biologico/links/560ebdbc08ae483375172df7/Determinacion-de-los-principales-componentes-de-la-biomasa-ligonocelulosica-celulosa-hemicelulosa-y-lignina-de-la-paja-de-trigo-para-su-posterior-pretratamiento-biologico.pdf

Fao (2007) Producción Lechera.

<https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/#:~:text=La%20India%20es%20el%20mayor,%2C%20China%2C%20Pakist%C3%A1n%20y%20Brasil>.

Fao. (1993) *El maíz en la nutrición humana*. (Colección FAO: Alimentación y nutrición, N°25) ISBN 92-5-3030135.

<https://www.fao.org/4/t0395s/T0395S00.htm#Contents>

Farmagro (2024) *Farmagro el compadre de agro*. Das 3383.

<https://www.farmagro.com/detalle-producto/das-3383>

Fedna. (2011) *“Ensilado de maíz”*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

<https://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-de-ma%C3%ADz>.

Fernández Manuel; Zambrano Segundo; Zumba Luz; López Guadalupe. (septiembre 2017) Consideraciones generales sobre el proceso de elaboración de silos, *Roca revista científico*. Vol. 13 No.3.

https://www.google.com/search?sca_esv=1f02d960573fba4c&sca_upv=1&rlz=1C1CHBD_esEC1104EC1104&sxsrf=ADLYWIIgCws83fFJrkHiLC8VvxUD3j4b0g:1716166250862&q=Dialnet-ConsideracionesGeneralesSobreElProcesoDeElaboracio-

[6759753.pdf&nfpr=1&sa=X&ved=2ahUKEwjXgYi-gZuGAXWBQTABHeKHCMYQvgUoAXoEAcQAq.](#)

Fontagro (enero 31 del 2023). La producción de carne en América latina y el caribe.

<https://www.fontagro.org/es/publicaciones/prensa/la-produccion-de-carnes-en-america-latina-y-el-caribe/#:~:text=El%20m%C3%A1ximo%20productor%20c%C3%A1rnico%20de,casi%2013.8%20millones%20de%20toneladas.>

Figueroa, T. F., Quimis, A. D. P., Morán, J. M., Cabrera, J. G., & Ortega, J. G. (2022). Caracterización morfológica y etnobotánica del maíz criollo (*Zea mays* L.) en la comuna Sancán, Ecuador. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 101-116.

<https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v6.n2.2022.631>

Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., & Delahunty, C. M. (2005). Influence of starter culture on flavor and headspace volatile profiles of fermented whey and whey produced from fermented milk. *Journal of dairy science*, 88(11), 3745-3753.

<https://pdf.sciencedirectassets.com/279785/1-s2.0-S0022030205X70710/1-s2.0-S0022030205730605/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEG4aCXVzL>

Gerald F. O'Malley & Rika O'Malley (junio 2022). *Órganos fosforados y carbamatos*. Manual MSD versión para profesionales.

<https://www.msmanuals.com/es/professional/lesiones-y-envenenamientos/intoxicaci%C3%B3n/envenenamiento-con-organofosforados-y-carbamatos>

Grupo Ceres, (31 de enero del 2022) “La importancia del valor nutricional del maíz para ensilaje”. *Cimmyt, desarrollo estratégico*.

<https://idp.cimmyt.org/la-importancia-del-valor-nutricional-del-maiz-para-ensilaje/#:~:text=Energ%C3%ADa%3A%20un%20buen%20ma%C3%ADz%20para,energ%C3%ADa%20digestible%20casi%20al%20100%25>.

Grupo Tepeyac (2019). *Urea Granular*. Grupo Tepeyac al servicio del agricultor.

https://www.ftepeyac.com.mx/wp-content/uploads/2019/09/ficha_tecnica_urea_granular.pdf

Gob.mx (19 de enero 2018). *¿Conoces el origen del maíz?* Gobierno de México.

<https://www.gob.mx/aserca/articulos/conoces-el-origen-del-maiz?idiom=es#:~:text=El%20ma%C3%ADz%2C%20pertenece%20a%20la,de%20los%20cuidados%20del%20hombre>.

Gob.mx (2023). CONSENSUS DOCUMENT ON THE BIOLOGY OF ZEA MAYS SUBSP. MAYS (MAIZE).

<https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/maiz>

INEC (2023). *Producción total de cultivos en Ecuador*. Instituto nacional de estadísticas y censos.

<https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

Ibáñez, F., Torre, P., & Irigoyen, A. (2003). Aditivos alimentarios. *Área de Nutrición y Bromatología, Universidad Pública de Navarra*, 3-5.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34481720/aditivos_1-libre.pdf?1408438698=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DADITIVOS_ALIMENTARIOS.pdf&Expires=1726627731&Signature=Qe0v7HSV3jDGl5CA6d7OonFP7vHoL8h2o8Xg3EzsU2mYWdM2I1pStNwyJ~E5Cxr-KjpP~C7r3O8LPGWgZ3D9Vkky8GxPfOybyG6BKOG6rdK7GvDIGr0M4YF-1MPg2pFauttXVns-FhQx4GU88NEz7bfzdZpDKMjYGQ2TjW~MtRUHGk5sHIXPwllGqppQX-pQnvE8UpGrWKGgmAgPaMnvJm8PXsY1j~AL4s8J-oYyTFtMTvwfmL4T21eiS0Nvb9ytGln9NJ~I1DqTD7JNmd6phNF2vGPBTGqniHvXpF4tvq1XKPqKLGZtEAygAY9-RX3ayKI0Zt5ciSYYNrKRek1JA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Irwin Cathal (noviembre 2023). *Cathal Irwin-noviembre/diciembre 2023*. Teagasc.

<https://www.teagasc.ie/animals/beef/demonstration-farms/future-beef-programme/farmers/cathal-irwin/novemberdecember-2023/>

INTAGRI equipo editorial (2018). *Nutrición proteica y energética en la alimentación del ganado*. Intagri.com

<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/nutricion-proteica-y-energetica-en-la-alimentacion-del-ganado>

James Andrés Gómez Soto & Oscar Julián Sánchez Toro (agosto 2018) PRODUCCION DE GALACTOOLISACARIDOS: ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL LACTOSUERO. UNA REVISION ingeniería y desarrollo, vol. 37, núm. 1, 2019 *Redalyc*.

<https://www.redalyc.org/journal/852/85263723008/85263723008.pdf>

Lino Alejandro (2014). *Ensilajes en bolsas alternativa para pequeños ganaderos*. Valle de María A.C., Pag: 3., San Cayetano, Mpio. San Luis de la paz, Guanajuato.

<https://padrecitozesati.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/02/ensilaje-en-bolsas.pdf>

Loor-Mendoza, N. E. (2016). Fundamentos de los alimentos peletizados en la nutrición animal. *Dominio de las Ciencias*, 2(4), 323-333.

<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/257/307>

Macias Castro Verónica Elizabeth (2011), Efectos de método de conservación y tiempo de almacenamiento de ensilajes en dos tipos de praderas sobre sus indicadores de calidad nutricional, pdf. *cybertesis*.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/egm152e/doc/egm152e.pdf>.

MAG. (2017) El ensilaje garantiza el alimento para el ganado, *ministerio de agricultura y ganadería*.

<https://www.agricultura.gob.ec/el-ensilaje-garantiza-el-alimento-para-el-ganado/#:~:text=Jim%C3%A9nez%20indic%C3%B3%20que%20%E2%80%9Ccon%20el,ganar%20peso%20en%20los%20bovinos%E2%80%9D>.

MAE. (2015) *reserva ecológica mache Chindul*. Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica Resolución N° 045 de agosto 9 de 1996.

<https://www.ambiente.gob.ec/reserva-ecologica-mache-chindul/>

MAG. (2023) *Representantes de países productores de maíz se reúnen en Quevedo*. Ministerio de agricultura y ganadería.

<https://www.agricultura.gob.ec/representantes-de-paises-productores-de-maiz-se-reunen-en-quevedo/#:~:text=De%20este%20tipo%20de%20ma%C3%ADz,3%2C5%20toneladas%20por%20hect%C3%A1rea>.

McAllister, T. A., et al. (1996). "The role of silage additives in improving livestock feed utilization." *Animal Feed Science and Technology*, 59(3-4), 211-227.

https://www.researchgate.net/publication/263003158_Silage_Additives_Review

Martínez Viloría Fabian, (2012) *Que son los forrajes*, Info Pastos y Forrajes. *Scribd*.

<https://es.scribd.com/document/457978225/Que-son-los-forrajes#:~:text=Los%20forrajes%20son%20plantas%20cultivadas,y%20carbohidratos%20a%20los%20animales>.

McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (2011). *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications.

Mier, M. (2009). *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero*. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero.

Mora Brautigán, Ilena. (2007). “*Nutrición Animal*”. Universidad estatal a distancia. San José, C.R. 2007., (Pág. 13.).

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_K5VL2Z5aQwC&oi=fnd&pg=PA13&dq=que+es+la+alimentacion+y+nutricion++animal+&ots=Lm5GqVwKzf&sig=CAW79ZpzPe8EnzK0L-NfCF4o4Rw#v=onepage&q=que%20es%20la%20alimentacion%20y%20nutricion%20%20animal&f=true

Medlineplus, 2024. “Lactobacillus acidphilus”. *Medlineplus información para la salud*
<https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/natural/790.html#:~:text=Las%20bacterias%20%22buenas%22%20como%20L.malos%22%20que%20pueden%20causar%20enfermedades.>

Mollinedo Patzi, M. A., & Benavides Calderón, G. L. (2014). Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 41, 2133.

http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000200002&script=sci_arttext&tlng=es

NRC (National Research Council). (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th Revised Edition. National Academies Press.

<https://nap.nationalacademies.org/catalog/9825/nutrient-requirements-of-dairy-cattle-seventh-revised-edition-2001>

OEA (1989) Plan integral de desarrollo de recursos hídricos de la provincia de Manabí, *Organización de los Estados Americanos*.

<https://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea41s/ch03.htm#2.1.%20introducci%C3%B3n>

Obando, M. A. F., Meneses, D. G. F., Castro, S. J. G., Tobar, D. P. O., & López, S. C. R. (2021). Maíz, el grano de oro. *Boletín Informativo CEI*, 8(3), 144-147.

<https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2875>

Ortega, C. (2019). ¿Qué es el coeficiente de correlación de Pearson?

<https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/>

Orus Abigail (05 febrero 2024) Ranking de los principales países productores de leche de vaca en el mundo 2023. *Statista*.

<https://es.statista.com/estadisticas/600241/principales-productores-de-leche-de-vaca-en-el-mundo-en/#statisticContainer>

Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín*, 62(1), 4967-4982.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472009000100021&script=sci_arttext

Plaza-Díaz, J., Martínez Augustín, O., & Gil Hernández, Á. (2013). Los alimentos como fuente de mono y disacáridos: aspectos bioquímicos y metabólicos. *Nutrición Hospitalaria*, 28, 5-16.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112013001000002&script=sci_arttext&tlng=pt

Palmquist D L and Jenkins T C. (1980). Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science*, 63:1-14.

<https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2880%2982881-5>

Porres, V. y Cuxil D. (2024). *Semilla de maíz: desde la selección hasta la conservación*. Equipo editorial Cambiagro.

<https://blog.cambiagro.com/2024/05/09/semilla-de-maiz/#:~:text=La%20mejor%20semilla%20de%20ma%C3%ADz%20para%20sembrar%20de%20pende%20de%20las,pr%C3%A1cticas%20de%20manejo%20agr%C3%ADcola%20utilizadas>

Ramírez de la Ribera, J. L.; Zambrano Burgos, D. A.; Campuzano, Janeth; Verdecia Acosta, D.M; Chacón Marcheco, E.; Arceo Benítez, Y.; Labrada Ching, Jaine; Uvidia Cabadiana, H. El clima y su influencia en la producción de los pastos *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 18, núm. 6, junio, 2017.

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420007.pdf>

RAE (2023). *Espeques*, Real academia española.

<https://dle.rae.es/espeque>

Ríos, F. B. P., & Baca, P. (2006). Control de Plagas y Enfermedades de los Cultivos. *Programa Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC)*. Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). Managua, 57p.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c96fb5b8-4624-49e3-8fb8-cf9b8447ed85/content>

rumiNews (mayo 2024) Revisión: Análisis de calidad del ensilaje. *Rumiantes.com*.

<https://rumiantes.com/analisis-del-silo-calidad-ensilaje/#:~:text=Fibra%3A%20El%20an%C3%A1lisis%20de%20fibra,incluyendo%20celulosa%2C%20hemicelulosa%20y%20lignina>.

Salazar-Acosta, E. (2018). Almidón resistente en la nutrición de animales monogástricos I: concepto, clasificación y fuentes. *Nutrición animal tropical*, 12(2), 55-69.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/35493>

Solís, V. (2017) EFECTO DE LA ADICIÓN DE *Bacillus* spp. EN ENSILAJE DE MAÍZ (*Zea mays*) SOBRE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL in situ Y FERMENTACIÓN RUMINAL in vitro

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26306/1/TESIS%20RICARDO%20SOLIS%20VILLACRES.pdf>.

Tene Chamba Dennys Alexander (2015) Ensilado de maíz con adición de lactosuero y microorganismos eficientes, en el cantón Paltas. *Universidad Nacional de Loja áreas agropecuarias y de recursos naturales renovables*.

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10095/1/TESIS%20DENNY%20ALEXANDER%20TENE%20CHAMBA.pdf>

Tobía, C., Sequera, C., Villalobos, E. Cioffi, R. y Escobar, O. (2003). Experiencias en la elaboración de silaje maíz-soya en dos sistemas de producción Bovino en Venezuela. XI Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. UCLA.

UTPL (diciembre 2021). Suero de leche, un aliado para la innovación alimenticia. Noticias UTPL. *Universidad técnica particular de Loja*.

<https://noticias.utpl.edu.ec/suero-de-leche-un-aliado-para-la-innovacion-alimenticia>

Vasconcelos y Zaparolli. Y, D. (abril 2022) “El manejo de pasturas y los cambios en la alimentación pueden hacer más sostenible la ganadería” pesquisa. fapesp, edición 314.

<https://revistapesquisa.fapesp.br/es/el-manejo-de-pasturas-y-los-cambios-en-la-alimentacion-pueden-hacer-mas-sostenible-la-produccion-ganadera/>

Varela, L. A., Ron, S. R. 2018. Geografía y clima del Ecuador. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Disponible en <https://bioweb.bio/geografiaClima.html/> Consulta: 31 de enero 2019.

Zabaleta Eglantina., (2017). Los ácidos grasos volátiles, fuentes de energía en los rumiantes. *Departamento de nutrición y bioquímica. Facultad de medicina veterinaria y zootécnica universidad nacional autónoma de México.*

<https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c09.pdf>

Zea mays var. *indentata* (Sturtev.) L.H. Bailey in National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (2023). Integrated Taxonomic Information System (ITIS). Checklist dataset.

<https://doi.org/10.5066/f7kh0kbbk>