



Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria

Centro de Ciencias Agropecuarias

Departamento de Ciencias Veterinarias

“Evaluación del bagazo de cervecería incorporado a la alimentación de ganado lechero”

Tesis para obtener el grado de

Maestro en Producción Pecuaria

Presenta:

Juan Luis Chávez Chávez

Comité tutorial

Dr. Carlos Urban Haubi Segura (Tutor)

Dr. Teódulo Quezada Tristán (Cotutor)

Dr. José Manuel Palma García

Dr. José de Jesús Olmos Colmenero

Jesús María, Aguascalientes a 30 de noviembre de 2023



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 29/11/2023

NOMBRE: Juan Luis Chávez Chávez **ID:** 175584

PROGRAMA: Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria **LGAC (del posgrado):** Nutrición animal

TIPO DE TRABAJO: (x) Tesis () Trabajo Práctico

TÍTULO: Evaluación del bagazo de cervecería incorporado a la alimentación del ganado lechero

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): Alimentación y seguridad alimentaria. Aumento de la producción, la economía y reducción del impacto ambiental

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:				
SI				El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI				La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI				Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI				Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI				Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI				El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI				Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI				Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI				Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
El egresado cumple con lo siguiente:				
SI				Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI				Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI				Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
N.A.				Cuenta con la carta de satisfacción del usuario
SI				Coincide con el título y objetivo registrado
N.A.				Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI				Tiene el CVU del Conacyt actualizado
N.A.				Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
En caso de Tesis por artículos científicos publicados				
N.A.				Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
N.A.				El estudiante es el primer autor
N.A.				El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
N.A.				En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
N.A.				Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
N.A.				La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado: Si No

FIRMAS

Elaboró:

* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN: Dr. Carlos Urbán Haubi Segura

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO: Dr. Rosa María Meléndez Soto

* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente o un tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO: Dr. Emmanuel Hernández Valdivia

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO: Dr. Luis Fernando Cisneros Guzmán

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

Es cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cumplir la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.
 Revisado por: D. Control Escolar/D. Gestión de Calidad.
 Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-EE-FO-1)
 Actualización: 01
 Emisión: 26/04/20



CARTA DE VOTO APROBATORIO INDIVIDUAL

DR. FRANCISCO JAVIER PEDROZA CABRERA
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PRESENTE

Por medio del presente me permito comunicarle a usted que **LA TESIS** titulada: **"EVALUACIÓN DEL BAGAZO DE CERVECERÍA INCORPORADO A LA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO"**, del alumno **JUAN LUIS CHAVEZ CHAVEZ**, egresado de la Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autor cuenta con el voto aprobatorio de sus tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 29 de noviembre de 2023.

DR. LUIS FERNANDO CISNEROS GUZMAN
Decano del Centro

- c.c.p.- Interesado
- c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado
- c.c.p.- Jefatura del Depto. de Disciplinas Pecuarias
- c.c.p.- Consejero Académico
- c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

DR. LUIS FERNANDO CISNEROS GUZMAN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **JUAN LUIS CHÁVEZ CHÁVEZ** con ID **175584** quien realizó **LA TESIS** titulada: **"EVALUACIÓN DEL BAGAZO DE CERVECERÍA INCORPORADO A LA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que **EL** pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 29 de noviembre de 2023.



DR. CARLOS URBAN HAUBI SEGURA
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Disciplinas Pecuarias
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL

DR. LUIS FERNANDO CISNEROS GUZMAN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **JUAN LUIS CHÁVEZ CHÁVEZ** con ID **175584** quien realizó **LA TESIS** titulada: **"EVALUACIÓN DEL BAGAZO DE CERVECERÍA INCORPORADO A LA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que **EL** pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 29 de *noviembre* de 2023.

DR. TEODULO QUEZADA TRISTAN
Co-Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Disciplinas Pecuarias
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

DR. LUIS FERNANDO CISNEROS GUZMAN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **JUAN LUIS CHÁVEZ CHÁVEZ** con ID **175584** quien realizó **LA TESIS** titulada: **"EVALUACIÓN DEL BAGAZO DE CERVECERÍA INCORPORADO A LA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que **EL** pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 29 de noviembre de 2023.

DR. JOSE MANUEL PALMA GARCIA
Asesor de tesis
Profesor Investigador
Universidad de Colima

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Disciplinas Pecuarias
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

DR. LUIS FERNANDO CISNEROS GUZMAN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **JUAN LUIS CHÁVEZ CHÁVEZ** con ID **175584** quien realizó **LA TESIS** titulada: **"EVALUACIÓN DEL BAGAZO DE CERVECERÍA INCORPORADO A LA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que **EL** pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 29 de noviembre de 2023.



DR. JOSE DE JESUS OLMOS COLMENERO
Asesor de tesis
Profesor Investigador
Universidad de Guadalajara

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Disciplinas Pecuarias
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19

Agradecimientos

A Dios y S.S. Juan Pablo II por siempre estar conmigo y apoyarme en mi vida.

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes por haberme aceptado en el programa de la Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria, para obtener el grado de maestro.

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo económico durante mi maestría.

Al Dr. Carlos Urban Haubi Segura, tutor de la tesis, así como al Dr. Teódulo Quezada Tristán cotutor de tesis y a mi comité tutorial, el Dr. José Manuel Palma García y el Dr. José de Jesús Olmos Colmenero por sus valiosas aportaciones en mi trabajo.

Al Dr. Raúl Ortiz Martínez por su amistad, apoyo y convencimiento de estudiar la maestría.

A mi compañero de Maestría, el Ing. José Francisco Velasco Reyes, por sus conocimientos y su valiosa amistad que se formó durante esta investigación.

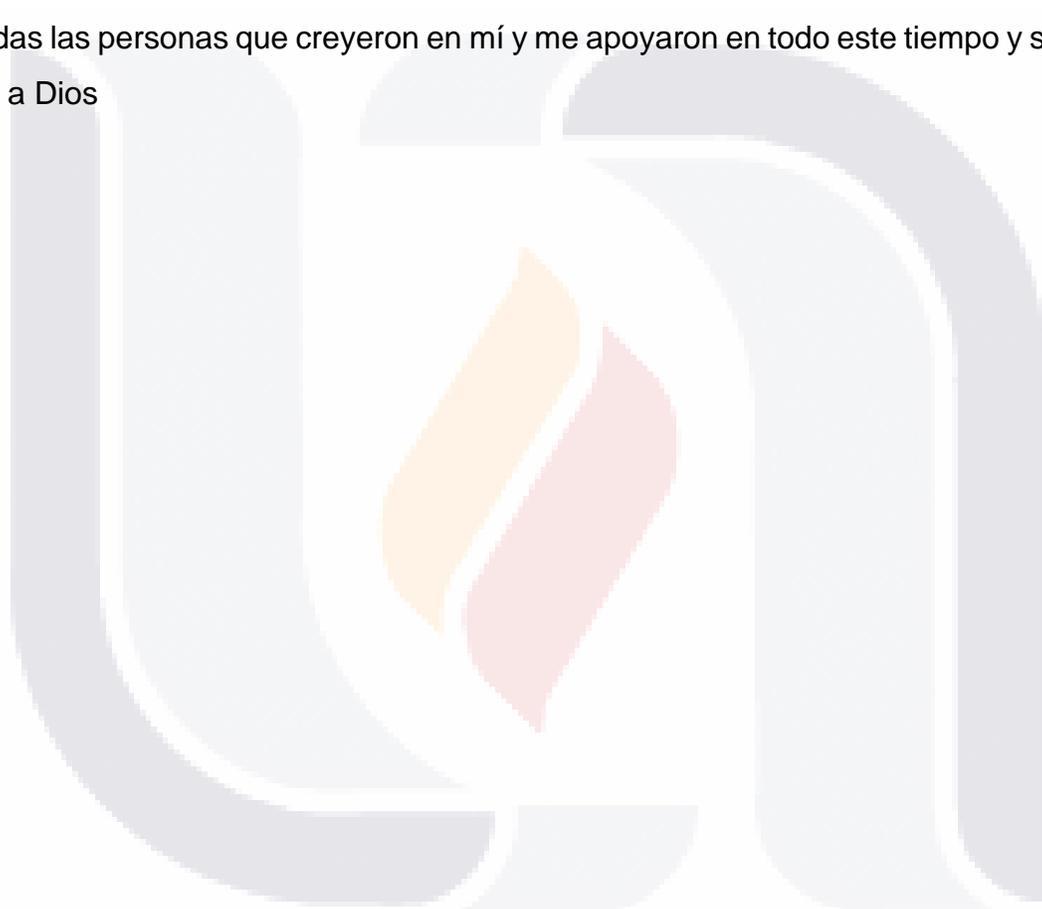
A mi Sr. padre Carlos Chávez Delgado por estar siempre que lo ocupe y darme la oportunidad de trabajar y amar lo que hacemos. A mi Sra. madre Angelina Chávez González por su cariño y amor siempre, de igual manera mis hermanos Juan Diego, José Abraham y Alejandro por su apoyo.

A mi futura esposa Julissa Alvarado Oropeza, por su gran apoyo cuando más lo necesite y por nunca dejarme caer.

A las vacas que me permitieron experimentar con ellas y aprender

Dedicatoria

A todas las personas que creyeron en mí y me apoyaron en todo este tiempo y sobre todo a Dios



Índice general

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICACIÓN	14
1.3. HIPÓTESIS	16
1.3.1 <i>Pregunta científica</i>	<i>16</i>
1.3.2 <i>Hipótesis.....</i>	<i>16</i>
1.4. OBJETIVOS	17
1.4.1 <i>Objetivo general.....</i>	<i>17</i>
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	<i>17</i>
<i>Objetivo específico 1</i>	<i>17</i>
<i>Objetivo específico 2</i>	<i>17</i>
<i>Objetivo específico 3</i>	<i>17</i>
<i>Objetivo específico 4</i>	<i>17</i>
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
2.1. HISTORIA DE LA CERVEZA EN EL MUNDO.....	18
2.2. HISTORIA DE LA CERVEZA EN MÉXICO.....	20
2.3. MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DE LA CERVEZA	23
2.3.1. <i>Malta.....</i>	<i>23</i>
2.4. ELABORACIÓN DE LA CERVEZA.....	23
2.5. RESIDUOS DE LA ELABORACIÓN DE LA CERVEZA.....	24
2.6. REUTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS.....	25
2.7. USO DE FORRAJES ALTERNATIVOS EN EL MUNDO.....	26
2.7.1. <i>Uso de forrajes alternativos en México.....</i>	<i>28</i>
2.8. BAGAZO DE CERVECERÍA	30
2.9 PROPIEDADES DE LA LECHE	35
2.10. BENEFICIOS DE LA LECHE DE VACA.....	37
2.11. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LECHE.....	38
2.12. PRODUCTIVIDAD DE BOVINOS LECHEROS	41
2.13. PRODUCTIVIDAD DE LECHE EN MÉXICO.....	42

2.14. ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN AGUASCALIENTES.....	45
2.15. CONSUMO DE LECHE.....	47
3. MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1. LUGAR DE ESTUDIO.....	48
3.1.1 <i>Características del lugar de estudio</i>	48
3.1.2 <i>Características de los individuos de estudio</i>	49
3.2. TOMA DE MUESTRAS	49
3.3. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL	50
3.4. TÉCNICAS DE DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i> E <i>IN VITRO</i>	52
3.4.1 <i>Digestibilidad in situ</i>	52
3.4.2 <i>Digestibilidad in vitro</i>	54
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	57
3.5.1 <i>Grupos experimentales</i>	57
3.5.2 <i>Individuos de estudio</i>	58
3.5.3 <i>Raciones para grupos</i>	59
3.6. RUTINA DE ORDEÑO	60
3.7. PESAJE DE LA LECHE	61
3.8 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE	61
3.9. PRUEBAS DE CALIDAD DE LECHE	63
3.10. PRUEBA DE COMPORTAMIENTO	63
3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	64
3.12. ANÁLISIS ECONÓMICO	65
4. RESULTADOS	67
4.1 ANÁLISIS NUTRIMENTAL	67
4.2 DIGESTIBILIDAD	69
4.3 ANÁLISIS EXPERIMENTAL.....	72
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	79
5. DISCUSIÓN.....	82
5.1 ANÁLISIS NUTRIMENTAL	82
5.2 DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i> E <i>IN VITRO</i>	83
5.3 CALIDAD Y CANTIDAD DE LECHE.....	85
5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	86
6. CONCLUSIONES	88

BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	97
ANEXO 1.....	97
ANEXO 2: METODOLOGÍA ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL AQP	101
<i>2b Preparación de las muestras</i>	101
<i>2c Materia seca y humedad</i>	101
<i>2d Extracto etéreo</i>	103
<i>2e Proteína cruda</i>	104
<i>2f Fibra cruda</i>	105
<i>2g Fibra Detergente Neutra (FDN)</i>	107
<i>2h Determinación de Fibra Ácida (FDA)</i>	108
<i>2i Lignina</i>	109
ANEXO 3: DEGRADABILIDAD IN SITU	111
ANEXO 4: DEGRADABILIDAD IN VITRO	114
ANEXO 4B: DEGRADABILIDAD DE LA ALFALFA	114
ANEXO 4C: DEGRADABILIDAD DEL RASTROJO DE MAÍZ	116
ANEXO 5.....	128
ANEXO 6.....	130
ANEXO 7.....	131
ANEXO 8.....	132
ANEXO 9.....	134
ANEXO 10.....	138
ANEXO 11.....	141
ANEXO 12.....	142
ANEXO 13.....	144

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de Mesopotamia donde se cree que se originó la cerveza	18
Figura 2. Producción de cerveza en el mundo 2017	20
Figura 3. Cervecería Toluca y México 1865.....	22
Figura 4. Producción de cerveza según entidad 20219 (porcentajes).....	22
Figura 5. Producción de bagazo de malta en toneladas en América	32
Figura 6. Bagazo de cervecería utilizados en la alimentación del ganado lechero, Granjas Fátima, Aguascalientes, México. Fuente: Elaboración propia	34
Figura 7. Vacas comiendo bagazo de cervecería, Granja La Esperanza Aguascalientes, México. Fuente: Elaboración propia.....	35
Figura 8. Regiones de producción mundial de leche 2020.....	40
Figura 9. Vaquillas destinadas a la producción lechera, "Granja la Esperanza", Aguascalientes, México. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 10. Estados con mayor producción de leche en México (2009)	46
Figura 11. Granja "La Esperanza" (21.776729, -102.334039).....	48
Figura 12. AQP concentrado de maíz dado en Granja "La Esperanza" 9/11/21 ...	50
Figura 13. Manipulación de bolsas de digestibilidad in situ (elaboración propia) ..	54
Figura 14. Aparato Daisy ANKOM.....	55
Figura 15. Corral A.....	58
Figura 16. Corral B.....	58
Figura 17. Pesadores de leche Melasty®	62
Figura 18. Sala de ordeño granja "La Esperanza" (elaboración propia).....	62
Figura 19. Aparato MilkoScan™ Mars No. 91855605.....	63
Figura 20. Proyección 305 días en leche	64
Figura 21. Digestibilidad in vitro (Comparación tratamientos y controles) Orskov&McDonald (1979) $Y(t) = A + B*(1-\exp(-kd*t))$	70
Figura 22. Comparación de las digestibilidades in vitro de los diferentes ingredientes. Curvas modeladas por el modelo Orskov & McDonald 1979.....	71
Figura 23. Comparación de los dos grupos de experimentación.....	72

Figura 24. Porcentaje de cambio en la proyección a 305 días con las dos raciones 74

Figura 25. Comparación de producción de leche por grupo..... 76

Figura 26. Comparación de grasa en leche por tratamientos..... 77

Figura 27. Proyección 305 días hato completo 78

Figura 28. Proyección a 305 días en leche por individuo 79

Figura 29. Producción de leche granja "La Esperanza" diciembre 2020 – noviembre 2022 98

Figura 30. Vacas ordeñadas por mes granja "La Esperanza" diciembre 2020 - noviembre 2022..... 98

Figura 31. Digestibilidad in vitro (ingrediente alfalfa) 115

Figura 32. Digestibilidad in vitro (ingrediente rastrojo) 117

Figura 33. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo)..... 120

Figura 34. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo digerido a 48 horas) 120

Figura 35. 7mo Foro Nacional de Lechería (27 de abril de 2022) 130

Figura 36. Gafete 7mo Foro Nacional de Lechería (27 de abril de 2022) 130

Figura 37. Explicación de digestibilidad in vitro a alumnos 131

Figura 38. Participación de los alumnos en la extracción de las bolsas F-57 de los cilindros. 131

Figura 39. Visita guiada a Granja "La Esperanza" (frente del establo)..... 132

Figura 40. Visita guiada a Granja "La Esperanza" (Corrales de becerras y toros de engorda)..... 133

Figura 41. Visita guiada a Granja "La Esperanza" (Corrales)..... 133

Figura 42. Constancia asistencia al curso sobre brucelosis..... 134

Figura 43. Staff congreso de Buiatría..... 135

Figura 44. Constancia asistencia Congreso de Buiatría..... 135

Figura 45. Constancia asistencia Congreso Veterinario de León..... 136

Figura 46. Constancia asistencia coloquio de estadística 137

Figura 47. Curso de Tecnificación para ganaderos..... 138

Figura 48. Platica inseminación artificial 139

Figura 49. Platica protocolos de sincronización 139

Figura 50. Platica mejoramiento de procesos de producción 139

Figura 51. Constancia de ponencia "Manejo, acciones y recomendaciones en establos" 140

Figura 52. Constancia de organizador otorgada por la comunidad de Granjas Fátima 140

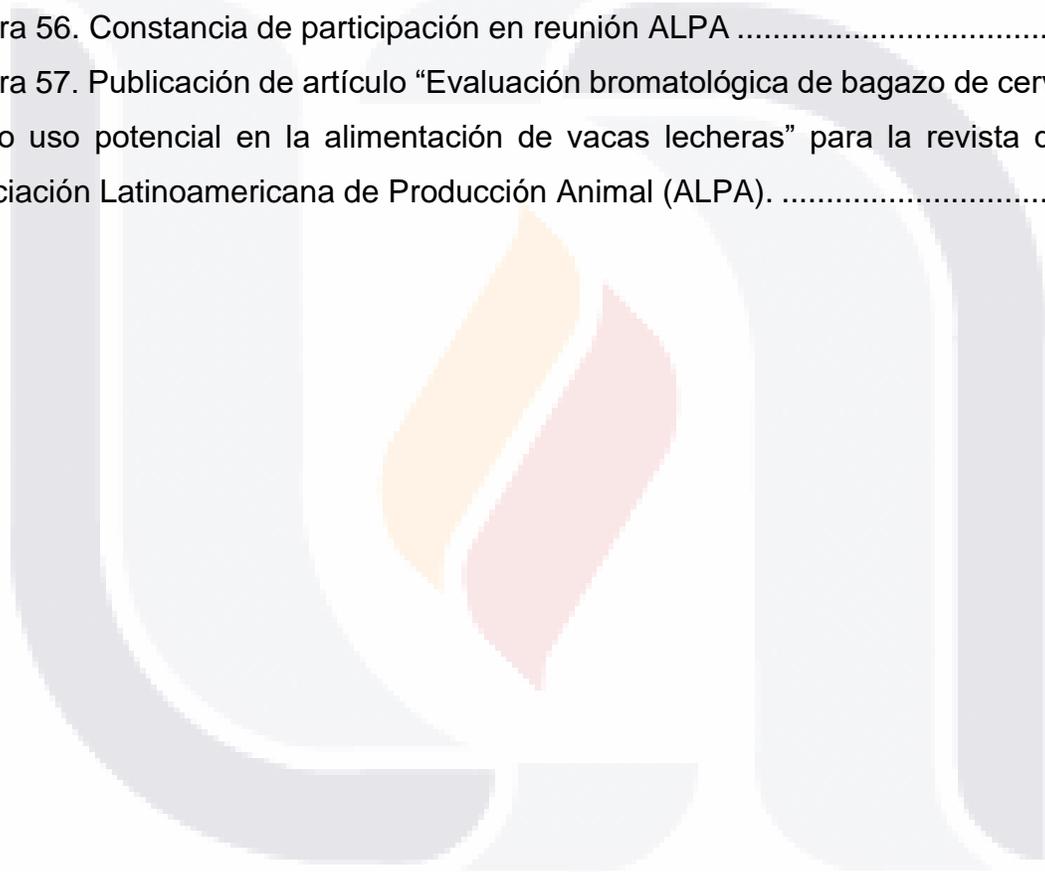
Figura 53. curso de Desarrollo de Habilidades..... 141

Figura 54. Carta aceptación de cartel 142

Figura 55. Presentación de cartel..... 143

Figura 56. Constancia de participación en reunión ALPA 143

Figura 57. Publicación de artículo “Evaluación bromatológica de bagazo de cerveza como uso potencial en la alimentación de vacas lecheras” para la revista de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). 144



Índice de cuadros

Cuadro 1. Porcentaje de aminoácidos en grano de cebada.....	31
Cuadro 2. Composición química del bagazo de cebada	32
Cuadro 3. Componentes bagazo de cerveza (Argentina)	33
Cuadro 4. Composición y valor nutritivo de bagazo de cervecería deshidratado ..	33
Cuadro 5. Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros	37
Cuadro 6. Principales países productores de leche (2012-2016).....	40
Cuadro 7. Principales países importadores de mantequilla (miles de toneladas) .	43
Cuadro 8. Principales países importadores de mantequilla (miles de toneladas) .	44
Cuadro 9. Líderes del mercado de la leche en México	44
Cuadro 10. Producción de leche por estados (miles de litros) 2018	45
Cuadro 11. Composición química buffer	56
Cuadro 12. Ingredientes de la ración del grupo B (estándar de Granja La Esperanza)	59
Cuadro 13. Ingredientes de la ración grupo A (ajustada por el Dr. Haubi)	59
Cuadro 14. Costos dietas A y B	60
Cuadro 15. Formato de registro de datos de pesaje de leche.....	62
Cuadro 16. Formato de captura para datos económicos mensuales Granja "La Esperanza", octubre 2021, antes del inicio del experimento. Fuente: Elaboración propia.	66
Cuadro 17. Análisis Químico Proximal. Centro de Ciencias Agropecuarias.....	67
Cuadro 18. Cambio de degradabilidad de proteína cruda de bagazo de cervecería	67
Cuadro 19. AQP bagazo de cervecería (0, 48 y 96 H.) y ensilaje de maíz (0 H.)..	68
Cuadro 20. Parámetros de cinética ruminal y degradabilidad efectiva a 48 horas	71
Cuadro 21. Cambio en la proyección de leche 305 días de las vacas en tratamiento con respecto a su proyección inicial (100%)	73
Cuadro 22. Cambio en la proyección a 305 días como porcentaje de las vacas en su periodo de inicio y sus cambios en dieta	73
Cuadro 23. Análisis de grupos: Grupo A vs Grupo B	75

Cuadro 24. Comparación por tratamiento	75
Cuadro 25. Comparación de grasa en leche por diferentes tratamientos	77
Cuadro 26. Comparación de proteína en leche por diferentes tratamientos	77
Cuadro 27. Análisis económico del hato noviembre 2023.....	80
Cuadro 28. Producción de leche "Granja la Esperanza" 2022 Semana 34-37	97
Cuadro 29. Hoja de registro de datos Granja "La Esperanza" vaca 1-30.....	99
Cuadro 30. Hoja de registro de datos Granja "La Esperanza" vaca 30-70.....	100
Cuadro 31. Datos de digestibilidad in situ	111
Cuadro 32. Digestibilidad in vitro (ingrediente alfalfa y rastrojo).....	112
Cuadro 33. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo)	113
Cuadro 34. Digestibilidad in vitro (ingrediente alfalfa)	114
Cuadro 35. Digestibilidad in vitro (ingrediente rastrojo).....	116
Cuadro 36. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo)	118
Cuadro 37. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo digerido a 48 horas)	119
Cuadro 38. Pesaje individuos grupo A primer mes	121
Cuadro 39. Pesaje individuos grupo A segundo mes	121
Cuadro 40. Pesaje individuos grupo A tercer mes	122
Cuadro 41. Pesaje individuos grupo B primer mes	123
Cuadro 42. Pesaje individuos grupo B segundo mes	124
Cuadro 43. Pesaje individuos grupo B tercer mes	124
Cuadro 44. Pesajes de leche Grupo A	125
Cuadro 45. Pesaje de leche grupo B.....	126
Cuadro 46. Hoja de registro de datos de pesaje de leche Granja "La Esperanza" vaca 1-40.....	128
Cuadro 47. Hoja de registro de datos de pesaje de leche Granja "La Esperanza" vaca 41-70.....	129

Resumen

Se realizó un estudio en Granja “La Esperanza”, Aguascalientes, Ags. para evaluar la suplementación de bagazo de cervecería en ganado productor lechero. Se realizaron cuatro análisis químico-proximal y también se realizó el método de Van Soest; los resultados de la proteína y extracto etéreo del bagazo de cervecería fueron superiores a los comparados por la literatura citada (29.14% y 9.64%), demostrando que es un ingrediente sumamente viable. Se realizó digestibilidad *in situ* e *in vitro*, para identificar el comportamiento del ingrediente dentro de los animales (A=5.35, B=46.45 y kd=0.02). La degradabilidad *in situ* del bagazo de cervecería (25% a las 24 horas) fue menor a los controles utilizados, sin embargo, fue efectiva (99.9% a las 144 horas). Para la prueba de comportamiento se utilizaron 34 vacas, divididas aleatoriamente en dos grupos (A y B) y tres periodos (A1, B2, A3 y B1, A2, B3) en un modelo switch-back durante 3 meses con dos dietas (una con el ingrediente y la otra sin el ingrediente), fue pesada la leche de cada una de las vacas intermitentemente durante la duración del experimento. Durante el experimento se realizaron pruebas de calidad de leche de cada uno de los grupos estudiados (grupo A, proteína=34.71 y grasa=39.70; grupo B, proteína=34.87 y grasa=39.99). Se observó que al momento que el grupo era alimentado con bagazo de cervecería se mantenía la producción, pero con un costo de dieta menor (-11.30\$). Con los resultados de la calidad de leche, se observaron niveles de proteína (>1.52%) y grasa (>1.40%) superiores cuando las vacas fueron alimentadas con bagazo de cervecería. Este ingrediente si se da en la ración total diaria, puede mantener la producción de leche, por su cantidad de proteína que puede aportar y permite abaratar costos, incluso podría funcionar como sustituto de la pasta de soya. Se sabe que es un alimento agradable al paladar del bovino, lo que facilita su consumo. Es una gran alternativa en los tiempos actuales de forrajes caros, y puede potencializar la producción lechera en la región.

Palabras clave: Producción de leche, Suplemento proteico

Abstract

A study was carried out in Granja "La Esperanza", Aguascalientes, Ags. to evaluate the supplementation of brewer's spent grain (BSG) in dairy cattle. Four chemical-proximal analyzes were performed and the Van Soest method was also performed. The results of the protein and ether extract of BSG were superior to those compared by the cited literature (29.14% and 9.64%), demonstrating that it is a highly viable ingredient. In situ and in vitro digestibility was carried out to identify the behavior of the ingredient within the animals (A=5.35, B=46.45 and kd=0.02). The in situ degradability of brewer's spent grain (25% at 24 hours) was lower than the controls used, however, it was effective (99.9% at 144 hours). For the behavioral test, 34 cows were used, randomly divided into two groups (A and B) and three periods (A1, B2, A3 and B1, A2, B3) in a switch-back model for 3 months with two diets (one with the ingredient and the other without the ingredient), the milk of each of the cows was weighed intermittently during the duration of the experiment. During the experiment, milk quality tests were carried out for each of the groups studied (group A, protein=34.71 and fat=39.70; group B, protein=34.87 and fat=39.99). It was observed that when the group was fed with BSG, production was maintained, but with a lower diet cost (-\$11.30). With the results of milk quality, higher levels of protein (>1.52%) and fat (>1.40%) were observed when the cows were fed with BSG. This ingredient, if given in the total daily ration, can maintain milk production, due to the amount of protein it can provide and can reduce costs; it could even work as a substitute for soybean paste. It is known that it is a food that is pleasant to the palate of cattle, which makes its consumption easier. It is a great alternative in the current times of expensive forage, and can boost dairy production in the region.

Keywords: Milk production, Protein supplement

1. Introducción

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más populares y consumidas del mundo, con una historia que se remonta hasta 5'000 años de antigüedad. La principal materia prima utilizada en la producción es la cebada malteada. La cual es sometida a un proceso de cocción y maceración del que resulta el mosto cervecero, licor que luego atraviesa una etapa de fermentación para lograr el resultado final. En este proceso se producen cantidades importantes de un residuo insoluble, conocido localmente como bagazo cervecero (Ferreyra, 2014).

La producción de cerveza en México en 2019 fue de 12'450 millones de litros, la producción de cerveza sostiene una tendencia creciente en el periodo 2013-2019 y el aumento en la producción promedio anual para ese periodo fue de 6.7% (INEGI, 2020). El volumen de bagazo de cerveza que se genera es aproximadamente de 600 g por cada litro de cerveza elaborada; es decir 15 mil toneladas al año de bagazo. Grupo Modelo (cervecera más grande de México) tiene capacidad de producción de 6'400 millones de litros anuales (Modelo, 2021). Este subproducto requiere una disposición final en un vertedero o en un relleno sanitario, donde su descomposición de forma anaeróbica genera metano, un gas de efecto invernadero 22 veces más potente que el dióxido de carbono, que además puede irse a la atmósfera y oxidarse en CO₂ y H₂O, y generar así un fuerte impacto sobre el ambiente. Desde hace cinco décadas se le encontró un nuevo fin el cual genera múltiples beneficios, ya que se aprovecha al máximo, este fin es darlo en la dieta de las vacas, específicamente a las destinadas a la producción lechera, ya que al ser barato no genera muchos costos, y ayuda a incrementar la producción. Además, la mayoría de los ingredientes utilizados en el proceso de elaboración de cerveza se venden húmedos y se utilizan en la alimentación de ganado equino, porcino y ovino (Medina-Saavedra *et al.*, 2018). Se debe tener mucho cuidado al almacenarlo y al darlo, ya que puede alojar microorganismos dañinos como hongos o larvas de mosca; sin embargo, si se respeta su lugar colocándolo en un depósito adecuado y es bien suplementado conforme a sus niveles nutricionales en dietas, es una excelente fuente de proteína (Ferreyra, 2014).

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente en la industria lechera en México y el mundo existen una cierta cantidad de inconvenientes y problemas que generan una menor ganancia en los ganaderos y una rentabilidad baja. Los costos de producción son altos debido a la inflación, escasos recursos el tamaño de los hatos, a pesar de haber incrementado la producción de leche 24 % del 2013 a 2022 (AGRICULTURA, 2022). La producción de leche del 2022 cerrará aproximadamente con 13.6 millones de toneladas, un número bastante similar al 2021 (Martinez, 2022). Los pequeños productores están desapareciendo en todos lados, ya que no pueden mantener sus animales y sólo están teniendo pérdidas económicas (Vallejo, 2012). Los establos tecnificados y modernizados están en constante crecimiento, mientras que los establos pequeños están desapareciendo (Montiel-Olguín *et al.*, 2019).

La calidad de la leche es un factor importante en la producción, se busca que la leche sea un alimento con una alta cantidad de nutrientes, que al consumirla también sea deliciosa y que esté libre de infecciones y/o enfermedades; esta leche sólo se puede lograr con alimentación adecuada a los animales y una selección genética correcta.

Los residuos industriales hoy en día son un gran problema en México. Desde el punto de vista ambiental y de salud pública, el manejo adecuado de los residuos en las etapas que siguen a su generación permite mitigar los impactos negativos sobre el ambiente, la salud y reducir la presión sobre los recursos naturales. El reúso y el reciclaje de materiales son fundamentales para reducir la presión sobre los ecosistemas y otras fuentes de recursos de las que se extraen. Paralelamente disminuye tanto el uso de energía y de agua necesarios para su extracción y procesamiento, como la necesidad de espacio para disponer finalmente los residuos. Desde el punto de vista económico, un menor volumen de residuos que requieren de disposición final reduce los costos de operación (OECD, 2013). El notable desarrollo de la agricultura nacional, acompañado por un fuerte incremento en la industrialización de las materias primas genera un abanico amplio de alimentos alternativos. Estos subproductos poseen alto valor nutricional debido a que en los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

procesos de extracción industrial se concentran en ellos uno o más compuestos químicos, tales como proteínas, lípidos y carbohidratos fibrosos. Incluso, muchos pueden constituir fuentes alternativas de energía (Gallardo, 2014). Los principales productos son: afrechillo de trigo, gluten de maíz, bagazo de cerveza, sémola de maíz, arroz quebrado, residuos de bio-etanol, cascarilla de soya, girasol, orujo de uva, ensilado de destrío de tomate, entre otros (Calcaterra, 2021). Por lo antes dicho, podría ser conveniente la incorporación de suplementos con base de residuos o subproductos de la agricultura, ganadería y agroindustria ya que permiten aumentar la producción de carne o leche de origen animal para ser utilizado en la alimentación humana. Este tema tiene un rol sumamente importante por el incremento de la población mundial, mejorar significativamente el resultado económico de los sistemas ganaderos, haciéndolo sustentables en el tiempo, reducir los riesgos de contaminación ambiental al evitar que esos residuos o subproductos sean arrojados a las aguas (ríos, lagunas, mares), el suelo o el aire y utilizar insumos que no compitan con la alimentación y nutrición humana (Fernandez-Mayer, 2014).

Debido a su importante contenido de fibra y proteína, el bagazo puede ser aprovechado en otras alternativas incorporándolo en productos de primera necesidad, otorgando beneficios nutricionales fundamentales para la dieta humana, como también para la prevención de ciertas enfermedades incluyendo cáncer, trastornos gastrointestinales, diabéticos y coronarios (Martínez, 2020).

1.2 Justificación

Con este proyecto se busca ayudar a la problemática actual en la ganadería mexicana, demostrando que incorporar bagazo de cervecería en las raciones de ganado productor de leche puede abaratar costos y mantener una producción estable

En México la disponibilidad promedio anual de agua per cápita pasó de 10 mil m³ en 1960 a 4 mil m³ en 2012. Se estima que para 2030, la disponibilidad este por debajo de los 3 mil m³ por habitante al año (IMCO, 2023). Las cuencas lecheras sufren con la escasez de agua sobre todo en la parte norte del país, La Laguna y Aguascalientes (Martínez, 2010). Aguascalientes para finales de 2023 está catalogado con sequia severa en un pequeño porcentaje, pero la gran parte del estado está considerado con sequia extrema (CONAGUA, 2023). Reutilizar este subproducto en las dietas animales, puede apoyar con el ahorro de agua, ya que consumirla dentro de la misma dieta, generará que no tomen tanta agua de los pozos o el servicio público colaborando con el medio ambiente de una manera indirecta.

El precio del bagazo en las cerveceras de la región de Calera, Zacatecas, ronda entre 1.15-1.25 pesos por kg (base húmeda), su valor energético es aproximadamente de 71 a 75% de nutrientes digestibles totales (TND), los animales lo consumen con facilidad ya que su aroma es gustoso lo que influye en el estímulo del apetito, se puede almacenar bajo techo o al aire libre (con sus desventajas, como la formación de hongos) y se puede consumir en grandes cantidades por su porcentaje de humedad (74.99%) y su poca materia seca (25.01%) (Medina-Saavedra et al., 2018). También puede funcionar como un buen ingrediente en la dieta de animales de engorda como toros u ovinos, ya que se puede sustituir por otras fuentes proteicas más caras (Rivas, 2017).

Además de darle un reuso al mayor residuo de las cervecerías, se apoya al medio ambiente ya que no se tira a rellenos sanitarios, así estos tienen un mayor tiempo de vida y se pueden utilizar para otras cosas. Asimismo, crea un flujo económico

más amplio generando más empleos. El proyecto busca fortalecer al sector agropecuario pequeño mediante soluciones que reduzcan los costos y aumenten las ganancias de las producciones, para que los productores obtengan más beneficios. También busca apoyar desde el punto de vista ambiental al cuidado y manejo adecuado de agua dentro de nuestro país.



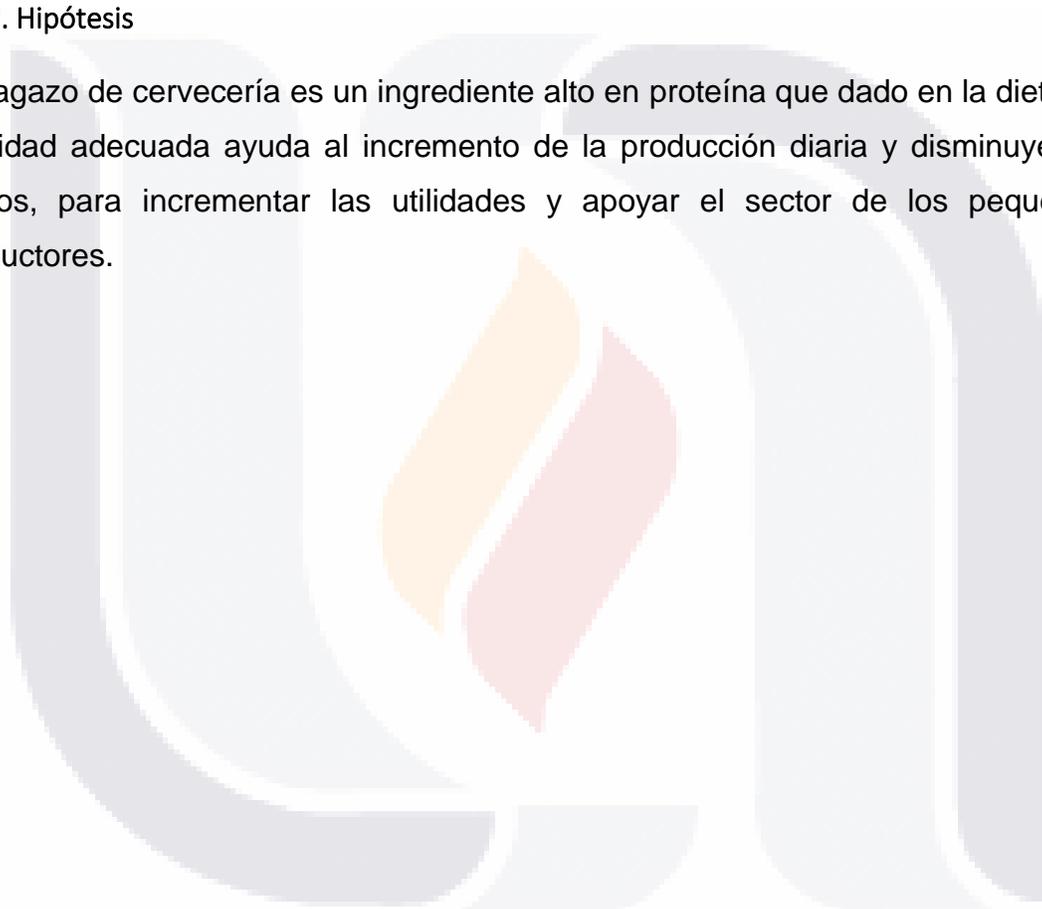
1.3. Hipótesis

1.3.1 Pregunta científica

¿El bagazo de cervecería se puede considerar como un ingrediente capaz de inducir en las vacas una mayor cantidad y calidad de leche abaratando los costos?

1.3.2. Hipótesis

El bagazo de cervecería es un ingrediente alto en proteína que dado en la dieta en cantidad adecuada ayuda al incremento de la producción diaria y disminuye los costos, para incrementar las utilidades y apoyar el sector de los pequeños productores.



1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Comprobar que el bagazo de cervecería es un ingrediente de la dieta que gracias a la proteína que contiene incrementa y mejora la producción de los bovinos lecheros, disminuyendo los costos.

1.4.2 Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Analizar la composición nutricional del bagazo de cervecería mediante un análisis químico-proximal a la recepción y en el tiempo (0, 48 y 96 horas).

Objetivo específico 2

Estudiar la degradabilidad *in situ* e *in vitro* del bagazo de cervecería

Objetivo específico 3

Evaluar el efecto del bagazo de cervecería sobre la producción de leche y en la proyección a 305 días.

Objetivo específico 4

Determinar la rentabilidad del bagazo de cervecería por medio de un análisis económico

En Inglaterra, ya en el año 1305 para elaborar cerveza era necesario tener licencia. De hecho, fueron nombrados en condados y ciudades inspectores llamados “ale-conners” para probar la calidad (Ferreyra, 2014). En la ciudad de Norwich su uso fue prohibido entre los años 1471- 1519. A pesar de esto, el empleo de la especie se afianzó debido a que además de su excelente aporte al sabor mejoraba la conservación, aspecto sumamente problemático en esa época. En el siglo XVI, el Duque de Baviera Guillermo IV, promulgó la primera ley de pureza de cerveza, lo que refleja la importancia de la bebida. Esta ley prescribía el uso exclusivo de malta de cebada, agua y lúpulo en el proceso de elaboración (Ball, 1977).

Con el transcurso de los años, la producción de cerveza continuó su expansión en toda Europa. Algunas normativas procuraron limitar el consumo, puesto que se consideraba que podía reducir la productividad de los trabajadores. A fines del siglo XVIII con la Revolución Industrial aparecen las grandes fábricas cerveceras, lográndose un gran aumento de producción, pero a su vez desapareciendo muchos productores pequeños (Vogel, 1996). Los descubrimientos del químico francés Louis Pasteur a mediados del siglo XVIII sobre la microbiología y el famoso tratamiento térmico de “pasteurización” fueron avances muy importantes para la industria cervecera, ya que permitió la eliminación de bacterias y patógenos que podían afectar las producciones, no solo cerveceras, si no agroalimentarias (Hough, 2011).

La producción de cerveza en el mundo desde años atrás ha ido incrementando, teniendo como principales productores a China Y Estados Unidos (Fig. 2) (Torrente, 2019).

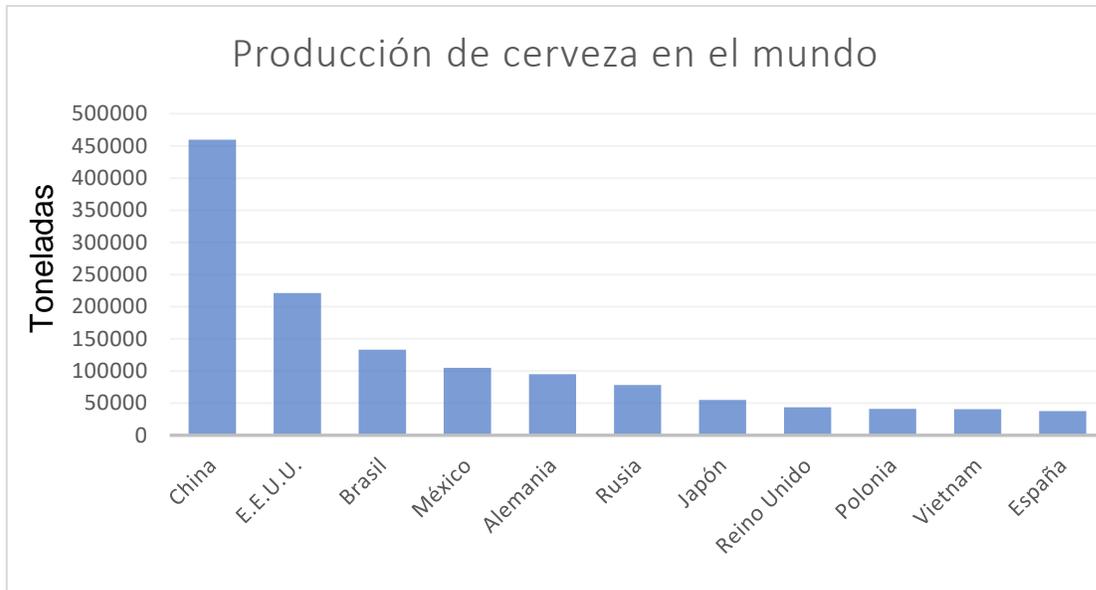


Figura 2. Producción de cerveza en el mundo 2017

Fuente: Adaptado de Torrente (2019)

2.2. Historia de la cerveza en México

La cerveza llegó a nuestro país gracias a que uno de los emisarios de Hernán Cortés le solicitó al emperador Carlos V un permiso para abrir un establecimiento para producir cerveza. El nombre de este individuo era Alfonso Herrera, quien abriría su cervecería al pie de los volcanes en la Hacienda El Portal, que actualmente es el municipio de Amecameca en el Estado de México. Esta cerveza mexicana no tenía marca, pero fue la primera hecha en nuestro país y se utilizó agua de los arroyos de la Sierra Nevada para su producción. La bebida tuvo un relativo éxito en la región, pero desgraciadamente su alto costo alejó a sus posibles compradores (Reyna, 2017).

Fue por esta época que también llegaron muchas cervezas importadas. De acuerdo a una tabla de importaciones de bebidas alcohólicas de aquella época, se tienen registradas la llegada de 619 barriles y un poco más de 71 mil botellas de cerveza a nuestro país. Pero no era por demanda popular, sino para el consumo de los más ricos (Reyna, 2017).

En 1845, el suizo Bernhard Bolgard, estableció en la Ciudad de México la primera cervecería de fermentación alta "La Pila Seca". En 1860 se fundó la cervecería San Diego y que operó hasta 1889, su fundador fue Carlos Fredenbaen. En 1865 apareció la cervecería Toluca y México (Fig. 3), fundada por Agustín Marendes de origen suizo. Aquí se fabricó la primera cerveza lager que se lanzó al mercado en México. En 1886 José Calderón funda la Fábrica de Cerveza y Hielo Monterrey, en esa misma ciudad (Reyna, 2017).

En 1889 Calixto Piazzini funda una la Cervecería Piazzini en Monterrey, cuyos derechos traspasa en 1890. En 1890 se estableció en Guadalajara la primera cervecería con un concepto empresarial, Cervecería Estrella, cuyo fundador fue Juan E. Ohrner, esta cervecería fue la segunda en lanzar una cerveza del tipo lager. En 1954 Grupo Modelo adquirió la cervecería. En 1900 nació en Mazatlán la Cervecería del Pacífico, fundada por tres alemanes de nombre Jorge Claussen, Germán Evers y Emilio Philippy. Posteriormente fue vendida al señor Fuentevilla y en 1954 la compró Grupo Modelo. En 1925 Braulio Iriarte funda en la Ciudad de México la Cervecería Modelo (Casera, 2021).

La Industria de la cerveza se ubica entre las 19 actividades más importantes, por el valor de su producción, de un total de 288 de actividades económicas de las Industrias manufactureras. México exportó 4.9 mil millones de dólares de cerveza en 2019 e importó 94 millones de dólares, generando un superávit de 4.8 mil millones de dólares. La tasa de crecimiento promedio anual de las exportaciones de cerveza fue de 13.1% de 1993 a 2019 y desde 2010 México es el primer lugar exportador a nivel mundial, superando a importantes países exportadores de cerveza, tales como los Países Bajos, Bélgica y Alemania (INEGI, Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la cerveza , 2020).

Cuatro estados (Zacatecas, Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Sonora) acumularon 56.2% de la producción nacional de cerveza en 2019 (Figura 4) (INEGI, Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la cerveza , 2020)



Figura 3. Cervecería Toluca y México 1865

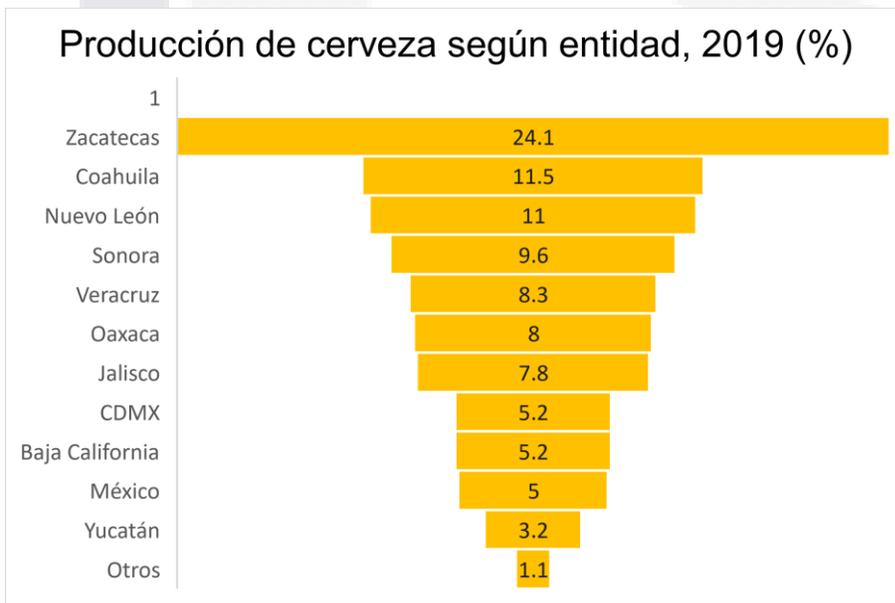


Figura 4. Producción de cerveza según entidad 20219 (porcentajes)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020).

Zacatecas es el estado que más produce debido a que cuenta con la planta cervecera más grande de América Latina. Los estados tropicales no producen tanta cerveza por el consumo y por inversión.

2.3. Materias primas en la elaboración de la cerveza

Para la fabricación de la cerveza, se requieren cuatro insumos básicos: agua, malta, lúpulo y levadura. Las características de estas materias primas, tiene una influencia decisiva sobre la calidad de los productos fabricados. Asimismo, el conocimiento detallado de sus propiedades proporciona el fundamento para su óptimo procesamiento (Hough, 2011).

2.3.1. Malta

La malta se obtiene al germinar parcialmente y secar los granos de cereales. La cebada malteada (*Hordeum vulgare* L.) es por excelencia el cereal empleado entre otras razones debido a que contiene gran cantidad de hidratos de carbono. Durante el malteado se activan las enzimas que degradan el almidón en azúcares simples y que serán el sustrato de las levaduras en la fermentación generando mayoritariamente dióxido de carbono y alcohol, actualmente pueden maltearse en volúmenes muy elevados de cebada. El agua ingresa a través del micrópilo y se distribuye en el endospermo amiláceo. Posteriormente, el embrión se reactiva y produce hormonas (giberelinas) que migran a la zona aleuronífera estimulando la biosíntesis de enzimas (Hough, 2011).

Las maltas especiales son utilizadas para dotar a las cervezas de colores específicos (amarillo, rojo, marrón), sabores y aromas (sabores a pan, malta, chocolate, tostado, café, etc). (Hough, 2011).

2.4. Elaboración de la cerveza

Según la FAO, se producen 113'654 toneladas de cervezas al año, impulsando la economía de un país y la producción incontrolada de residuos sólidos. El proceso de elaboración consta de cuatro etapas: molienda y maceración, cocción, fermentación, maduración y acondicionamiento. Se deben de realizar

correctamente cada uno de los procesos, y que, si existe merma o se hace de una manera inadecuada, el producto final puede tener diferentes errores que afecten su consumo y por ende su venta (Villanueva & Tovar, 2021). Según datos de la SAGARPA, durante el 2016 la producción de cerveza se incrementó en 33.4%, en comparación con el año anterior con una producción anual de 965,332 toneladas; Guanajuato es la entidad que más produjo con 372'167 toneladas (Medina-Saavedra et al., 2018).

La cadena agroindustrial de la producción de cerveza comprende en su eslabón primario la implantación del cultivo de cebada cervecera y la obtención de sus granos, en donde existen ingresos como los servicios e insumos agrícolas, y salidas a través del mercado exterior y subproductos como forrajes y semillas. En el eslabón secundario, estos granos de cebada ingresan a la industria maltera y dan origen a la malta, producto de primera transformación. Este material es el principal elemento para la fabricación de cerveza, y su segunda transformación se debe al trabajo de la industria cervecera, obteniendo de esta manera el producto final. Todas las etapas se encuentran bajo políticas de regulación y control llevadas a cabo por organismos públicos y privados (Martínez, 2020).

2.5. Residuos de la elaboración de la cerveza

Dentro de toda la elaboración de la cerveza de todos sus tipos y preparaciones, después de estos procesos se tienen residuos, los cuales pueden ser utilizados de diferentes maneras, como dar bagazo en la alimentación de ovinos y bovinos, la elaboración de panes al convertirlo en harina, los efluentes de bioetanol pueden ser reutilizados después de pasar por procesos sencillos para producir alcohol de grado industrial o etanol grado farmacopea, entre otros. El aprovechamiento de estos subproductos trae consigo una disminución del impacto ambiental y a su vez, la disminución del coste del tratamiento de residuos y el aumento de beneficio por la generación de una nueva fuente de ingresos por el valor de estos subproductos (Madrid Solorzano *et al.*, 2019). Los principales subproductos generados en la

industria cervecera son las raicillas de malta, el bagazo y la levadura cervecera (Aguilera Soto, 2008).

Durante el proceso de fabricación de la cerveza se obtienen valores de 2 a 6% de extracto residual, 2 a 6% de etanol, 0.35 a 0.50% de dióxido de carbono y 90 a 95% de agua (Costa Júnior *et al.*, 2020). Aunque varios residuos agrícolas pueden ser eliminados de manera segura (debido a su naturaleza biodegradable) en el medio ambiente, las enormes cantidades en que se generan como resultado de diversas prácticas agrícolas e industriales, la agroindustria tiene la obligación de proponer alternativas para su aprovechamiento y mitigar la contaminación (Vargas Corredor y Pérez Pérez, 2018).

En México, el grupo Modelo encontró en los desechos naturales de la cebada malteada una fuente de energía alterna, con la cual redujeron la emisión de cerca de 70 mil toneladas de CO₂ además de ahorrar al año el 20% del combustible (Arias Lafargue y López Ríos, 2015).

La utilización de este material también es una medida efectiva para fortalecer una producción sostenible y las prácticas bajas en emisiones, que son recomendadas como eje del “Plan de Acción en Cambio Climático”. También contribuye con las metas del objetivo #12 sobre producción y consumo responsable de la agenda 2030 de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fijada por las Naciones Unidas (Ministerio de Agricultura, 2019).

2.6. Reutilización de subproductos

El aumento del desperdicio de alimentos es un problema relevante de las últimas décadas, a nivel mundial, se pierden o desperdician aproximadamente cada año 1,300 millones de toneladas de alimentos. La Comisión Europea estableció la “Estrategia de la granja a la mesa: por un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente” para reducir las pérdidas a lo largo de la cadena alimentaria y garantizar la sostenibilidad de los alimentos. producción,

transformación y consumo. En este sentido, para reducir el impacto ambiental de los residuos, los coproductos agroindustriales o los antiguos alimentos podrían representar un elemento válido como ingredientes de alimentos en la nutrición animal. Los coproductos se obtienen de diferentes procesos agroindustriales como la producción de aceite, azúcar, jugos de frutas, cerveza y hortalizas, raíces y tubérculos enlatados o congelados: estos pueden otorgar varias ventajas cuando se incluyen en la dieta animal, como reducir el costo de alimentación para los agricultores, otorgar valor agregado a los productos animales y mejorar el estado de salud de los animales (Vastolo *et al.*, 2022).

2.7. Uso de forrajes alternativos en el mundo

La economía mundial está experimentando una inflación sin precedentes en lo que va de siglo. Según las previsiones de octubre de 2022 del Fondo Monetario Internacional (FMI), la tasa de inflación podría promediar en un 8.8% a nivel global este año. Las economías emergentes y en desarrollo serán las más golpeadas por este aumento generalizado de precios, ya que se espera que registren un 9.9% de inflación. En las economías más avanzadas, este porcentaje se situaría en un 7.2%, una cifra mucho más alta que la registrada en los tres años anteriores a la pandemia, cuando no superaba el 2% (Pasquali, 2022).

Este problema es a nivel global, es por ello, que actualmente los productores pecuarios han optado por alimentos alternativos, altamente nutritivos y relativamente económicos, para solventar sus gastos y generar un poco más de ganancias. En Canadá y Nueva Zelanda se ha empezado a utilizar las especies de la familia *Brassicaceae* (es decir, Brassicas) como cultivos de cobertura debido a su rápido crecimiento en el otoño y su alta producción de biomasa, también han utilizado rábano de labranza, nabos de cabeza morada y hierbas como phacelia (Omokanye *et al.*, 2021). En Dakota del norte, han optado por utilizar la totora, que tiene poco valor alimenticio, pero se pueden alimentar los animales en caso de emergencia. Las totoras cortadas a una edad relativamente joven pueden ser

equivalentes a la paja en valor alimenticio; las totoras maduras son un alimento pobre, tienen valores de energía similares o más bajos que la paja y pueden usarse mejor como lecho. También han optado por utilizar el heno o ensilaje de menta, este se puede hacer a partir de menta o hierbabuena después de la extracción del aceite; el contenido nutritivo es similar al del heno de hierba de buena calidad, se deben de revisar las pautas de la etiqueta química relacionadas con las restricciones de heno y pastoreo para pesticidas en la producción de menta antes de pastorear o cosechar este cultivo para forraje. Otro alimento relativamente novedoso utilizado en esta zona es el ensilaje de girasol, que es del 80% al 85% tan nutritivo como el ensilaje de maíz en condiciones normales. La ingesta puede ser un problema, especialmente con las variedades con alto contenido de aceite. Es aconsejable la inclusión de otro forraje con ensilaje de girasol en las raciones de vacas lactantes. Las vacas y novillas secas pueden ser alimentadas con ensilaje de girasol como única fuente de forraje. Los girasoles dañados se pueden ensilar más fácilmente cortándolos e incorporándolos a otros forrajes que se ensilan al mismo tiempo, como maíz o granos pequeños (Rogers y Poore, 2002).

En Indonesia, han optado por utilizar el desecho de hojas de cajuput a través de un pretratamiento de fermentación, Las hojas como tal consisten en un 50% de compuestos orgánicos de celulosa, lignina y otros compuestos orgánicos. El contenido de proteína de los residuos foliares de cajuput aún es bastante bajo, rondando el 7% y un alto contenido de fibra de 21.47%, lo que podría reducir la digestibilidad en la alimentación animal, sin embargo, con el proceso de fermentación se ha demostrado que se puede aumentar la digestibilidad de la materia orgánica (OMD), la digestibilidad de la materia seca (DMS), el amoníaco (NH_3) y los ácidos grasos volátiles (AGV). Además de incrementar la proteína al 16.03%, fibra al 16.92% y grasa al 5.93%, haciendo con esto un buen alimento de buena calidad para el ganado (Widiana et al., 2021). Aparte de esta alternativa también en Indonesia les han aprovechado el desperdicio o desecho del maíz de Kediri que ha sido molido (Rahmadi et al., 2021).

2.7.1. Uso de forrajes alternativos en México

Según el INEGI, al mes de octubre de 2022 la tasa de inflación en México fue de 8.410%, y según el INPC (Índice Nacional de Precios al Consumidor) hubo una variación del 0.57% con el mes de septiembre (INEGI, Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), 2022). Actualmente México pasa por una crisis económica muy grande, que involucra todos los sectores de la población; el campo es uno de los más afectados, ya que los insumos han incrementado su valor considerablemente. En 2021, la SADER informó que los agricultores se vieron fuertemente atacados por los precios de los fertilizantes que ocupan para sus cultivos, ya que incrementaron su valor más del 100%, lo cual los vio obligados a también incrementar los precios de sus productos. Se prevé que para 2023 haya un encarecimiento en las materias primas como el maíz y el sorgo, del 50 al 70%, tan solo el sorgo, elevó sus costos casi el 50% en los dos años anteriores (Estrella, 2022). Si bien el precio de la carne y la leche han incrementado un 17-18%, no se compensan los precios de los forrajes con las ventas de los ganaderos. Y se sabe que en las cuencas lecheras de México el ensilado de maíz se utiliza comúnmente en la alimentación del ganado lechero, puede constituir de 30 a 40% de la ración, en base seca, de vacas en producción (Zaragoza-Esparza *et al.*, 2021).

Los productores mexicanos han tenido que buscar la manera de reducir los costos y han optado por dar a los animales productos y subproductos que se dan en México. La festuca alta (*Lolium arundinaceum*), es una gramínea de clima templado resistente al déficit hídrico, temperaturas extremas y alta carga animal, lo que la hace atractiva para estos sistemas, se ha estado utilizando en los valles altos del centro de México (López-González *et al.*, 2020). El nopal (*Opuntia* spp.) es un recurso vegetal importante en el norte de México; se considera un almacén natural de agua y es muy eficiente en el consumo, se utiliza como forraje en las épocas de sequía y es una alternativa en la alimentación de ganado bovino, caprino, ovino y equino (Flores-Hernández *et al.*, 2017). Otro forraje que ha demostrado disminuir las emisiones de metano es la semilla de girasol o las harinas de semillas en las raciones, también es un ingrediente que mejora el contenido de grasa en la leche por su buen porcentaje de proteína (16%), fibra bruta (15.5%), calcio (2.8 g/kg) y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

fósforo (5.4 g/kg) (Sauvant *et. al*, 2004); la inclusión del ensilaje de girasol en las estrategias de alimentación de las vacas puede ser una alternativa viable al aumentar su producción de leche sin afectar la relación ingresos/costos (Sainz-Ramírez *et al.*, 2021). El bagazo de Marañón, un residuo del procesamiento de la manzana de marañón, parece ser una alternativa prometedora (Reis *et al.*, 2017), ya que este residuo agroindustrial ha sido evaluado por su potencial de reutilización y valor agregado, tiene un alto contenido de lignina (33–35.5%), es un ingrediente económico y dado en una ración complementado por otros ingredientes puede funcionar correctamente para la alimentación animal (Oliveira *et al.*, 2022).

Existen otros bagazos, que tienen un porcentaje aceptable de proteína, como el bagazo de limón (8.65%), toronja (9.14%), naranja (7.95%), lima (8.75%) y mandarina (6.64%). Esta última posee el mayor contenido de aceites esenciales de todos los cítricos, lo cual le confiere al bagazo un olor particular y desagradable para los animales, lo que es minimizado en aquellas plantas que, previo al estrujado de la fruta, extraen dichos aceites de la cáscara. La semilla y cascara de granada mostró un alto valor de fibra (6.8% MS), proteína cruda (15.4%) carbohidratos no estructurales (69.6%) en relación al tipo de bovinos que lo podrían consumir, en los trabajos recopilados y en las experiencias “de campo” evaluadas, no se mencionan ni se observaron, limitaciones importantes para ninguna categoría, salvo que los animales jóvenes suelen tener menor aceptación y consumo relativo que los adultos, aunque esto depende en gran medida del proceso de acostumbramiento al cual fueron integrados. Se ha comprobado que el bagazo de fruta puede ser utilizado como suplemento invernal de las pasturas para vacas de descarte, a fin de evitar las bajas ganancias diarias de peso y las pérdidas de condición corporal que se producen en dicha época como consecuencia de la baja palatabilidad del forraje y también como complemento de dietas en primavera, para lograr mayores ritmos de engorde en vacas de invernada. Su principal aporte nutricional lo constituyen los carbohidratos solubles (azúcares simples) y estructurales (hemicelulosa, celulosa y pectina), fácilmente fermentables en rumen, que promueven la formación de los ácidos propiónico y acético respectivamente, al mismo tiempo el material posee una baja concentración proteica (Fernández Mayer, 2021). Los residuos de la

cervecería, también se ha comprobado que son ricos en compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos que funcionan como antioxidantes (*Costa Júnior et al.*, 2020).

2.8. Bagazo de cervecería

El bagazo es el producto resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cebada malteado, rico en proteína y fibra (Camacho y Grande Carlos, 2020). El bagazo es el subproducto que se produce en mayor medida, representando el 85% de todos los residuos producidos en la industria cervecera (Poveda, 2018). Su producción es, en cierto modo, estacional, produciéndose más en verano. En el mercado recibe otros nombres como el de cebadilla de cerveza, y es el término equivalente a lo que el mundo anglosajón conoce como “wet brewers’s grains” (Espinoza, 2011). La reutilización del bagazo conlleva un proceso previo de prensado, que reduce su humedad del 80% del que sale de fábrica a un 60%, lo que genera un aumento de tiempo de conservación (Torrente, 2019).

Este residuo es una biomasa lignocelulósica porque está conformado por cáscara del grano, pericarpio y fragmentos de endospermo. Su composición química en peso seco es predominantemente de carbohidratos de celulosa, hemicelulosa y no celulósico, proteína (Cuadro 1), lignina; y en menores cantidades por lípidos y cenizas (Camacho Villanueva y Grande Tovar, 2021). En específico, el bagazo húmedo de cebada ha sido calificado como un complemento adecuado para la alimentación de rumiantes (Ferrari y Tittonel, 2017), debido a la concentración de proteína y su alta cantidad de fibra que estimula el buen funcionamiento del rumen, su valor energético es aproximadamente de 71 a 75% total de nutrientes digestibles (TND); comparado con el maíz, el cual tiene un valor de NDT de 88%. Adicionalmente, su contenido de grasa cruda (7 a 10%) contribuye a su valor energético total (Rivas-Jacobo *et al.*, 2017). Cada una de estas macromoléculas presentan aplicaciones en casi todos los campos industriales (Larafigue, 2016).

Como resultado de un análisis minucioso, se determinó que los contenidos de fósforo (P) en el bagazo de cebada fueron de 0.19% y un 0.21% en ensilaje de maíz. A su vez, los valores encontrados de proteína bruta (28%) son superiores al heno de alfalfa (16.2%) y al ensilaje de maíz (8.4%) (INTAinforma, 2022). Es un gran complemento alimenticio dada la cantidad de proteína total que posee, tipos de aminoácidos que tiene, sabor, color y aroma (Vázquez *et al.*, 2019).

Cuadro 1. Porcentaje de aminoácidos en grano de cebada

Aminoácido	%
Lisina	3
Leucina	6.5
Isoleucina	3.5
Valina	5
Fenilalanina	5
Tirosina	3
Treonina	3.5
Metionina	2.5
Ácido glutámico	26
Prolina	14.5

Fuente: Adaptado (Vázquez *et al.*, 2019)

El bagazo de cebada de malta (Fig. 6) tiene un gran potencial para ser reciclado y utilizado como una fuente barata de fibra que puede proporcionar una serie de beneficios incluso si se incorpora a la dieta humana, como para la prevención de enfermedades del sistema inmune, osteoporosis y diabetes (Pantoja, 2020).

Los subproductos de elaboración de cerveza de cebada ofrecen una oportunidad para los productos horneados, barras alimenticias, balanceados con base de cereales con aceptables características sensoriales y nutricionales (Poveda, 2018).

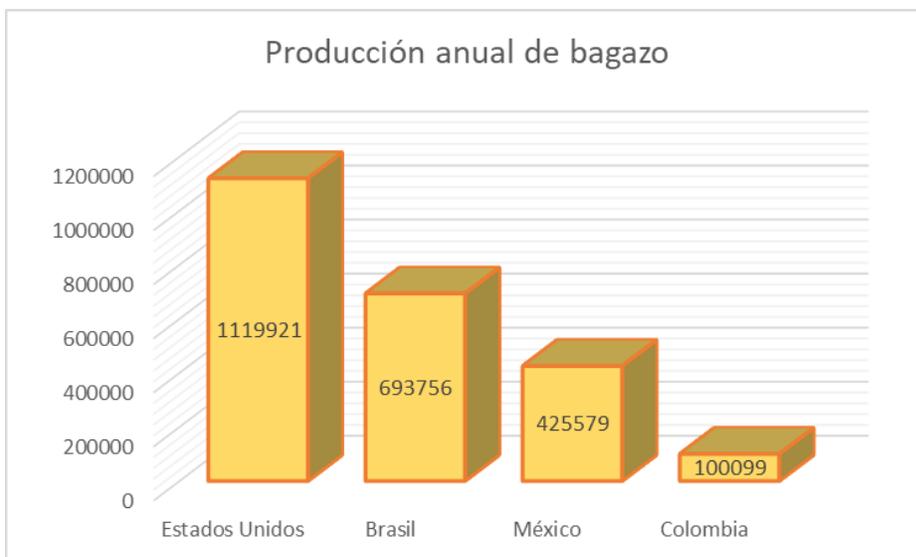


Figura 5. Producción de bagazo de malta en toneladas en América

Fuente: Adaptado (Villanueva y Tovar, 2021)

Cuadro 2. Composición química del bagazo de cebada

Componente	Cantidad
Agua	70-75 %
Proteínas	15-25 %
Fibras	Celulosa 15-25 % Hemicelulosa 28-35 % Lignina 28 %
Lípidos	4-18 %
Minerales	Calcio, Fósforo y Selenio
Vitaminas	Biotina, ácido fólico, vitamina B6
Aminoácidos	Leucina, valina, alanina, glicina, arginina, triptófano, fenilalanina, glutámico y ácido aspártico
Energía metabolizable	2,86 Mcal/kg

*Valores base materia seca

Fuente: Adaptado (Martínez, 2020).

Cuadro 3. Componentes bagazo de cerveza (Argentina)

Componente	Cantidad
Agua	75 %
Materia seca	25 %
Proteínas	19 %
Energía metabolizable	2,0 Mcal/kg MS

Fuente: Adaptado (Ferrari y Tittone, 2017)

Cuadro 4. Composición y valor nutritivo de bagazo de cervecería deshidratado

Minerales	g/kg	Vitaminas	mg/kg
Calcio	2.1	Vitamina E	28
Fósforo	5.8	Tiamina	0.64
Magnesio	2.4	Riboflavina	1.3
Potasio	3.4	Niacina	43
Sodio	0.2	Piridoxina	0.8
Cloro	1	Ácido pantoténico	9
Azufre	2.8	Ácido fólico	5
	mg/kg	Biotina	0.32
Manganeso	43	Colina	1646
Zinc	82		
Cobre	18		
Hierro	120		kcal/kg
Selenio	0.38	Energía bruta	4500
Cobalto	0.09		
Molibdeno	1.3		

Fuente: Adaptado (Sauvant, et. al, 2004)

Su contenido en materia seca es de un 20-25 %. La energía metabolizable de este subproducto es de 2,86 Mcal/kg (Cuadro 2). La degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de un 7%/h (Pantoja,

2020). Una de las desventajas que se tienen es el contenido de polisacáridos de dichos residuos lo que los hace muy susceptibles al crecimiento microbiano y puede causar infecciones o enfermedades si no se le da un adecuado manejo (Tarsicio *et al.*, 2018).

Debido a estas características (Cuadro 4), el bagazo de cervecería tiene varios destinos posibles; se ha utilizado principalmente en la fabricación de alimentos funcionales generalmente para consumo humano, en productos de panadería como pan, galletas, muffins, pasteles, tortillas, bocadillos y brownies (Lagüéns-Pérez, 2018); también usado en consumo animal (Figura 7), la producción de energía por combustión directa, la producción de biogás por fermentación directa, el cultivo de microorganismos y la obtención de bioproductos de la fermentación, entre otros (Ministerio de Agricultura, 2019)



Figura 6. Bagazo de cervecería utilizados en la alimentación del ganado lechero, Granjas Fátima, Aguascalientes, México. Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Vacas comiendo bagazo de cervecería, Granja La Esperanza Aguascalientes, México. Fuente: Elaboración propia.

2.9 Propiedades de la leche

La leche es el único material producido por la naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento, ya que, constituye una fuente nutritiva, no superada por ningún otro conocido por el ser humano, además la leche de vaca sigue siendo un componente importante de la alimentación humana (García *et al.*, 2014). Esta relevancia nutricional es debido a dos componentes: la fracción lipídica, (formada principalmente por ácidos grasos saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados) y la fracción proteica (donde se distinguen las caseínas, las proteínas del lactosuero, y las proteínas) (Serrano Riaño y Minga Narváez, 2015).

La leche es un alimento muy completo debido a la mezcla compleja de diferentes nutrientes: agua, caseínas, albúminas, lactosa, grasa, sales minerales, vitaminas, proteínas, y sólidos no grasos (Serrano Riaño y Minga Narváez, 2015). La leche de vaca (Cuadro 5) , su contenido oscila entre los 850 a 880 g/L de agua la cual es el nutriente más importante para el mantenimiento y crecimiento del becerro, luego los sólidos totales con un contenido entre 120 a 150 g/L de los cuales a su vez se

dividen en lactosa (40-50 g/L), grasa (30-60 g/L) y minerales (6-10 g/L); la proteína que contiene un 30 a 40 g/L, ésta se divide en suero (6- 8 g/L) y caseína (24-32 g/L). Se tiene tres clases de caseína, Alfa-caseína (12-16 g/L), Beta-caseína (9-12 g/L) y Kappa-caseína (3-4 g/L). La leche de vaca presenta un contenido proteico que oscila entre el 3 y el 4 %, distinguiendo tres categorías para el nitrógeno proteico: las caseínas, las proteínas del lactosuero, y las proteínas de la membrana del glóbulo graso. Las caseínas constituyen alrededor del 78% de las proteínas lácteas, se precipitan cuando se acidifica la leche a un pH de 4.6, y se encuentran unidas principalmente con fosfato de calcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) en una estructura sólida y esponjosa llamada micela (García *et al.*, 2014). La lactosa es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa que se encuentra exclusivamente en la leche de los mamíferos. Su contenido es muy poco variable (menor que los otros macro componentes). Es sintetizada en la ubre a partir de la glucosa sanguínea. Los carbohidratos constituyen la mayor fracción de la materia seca de la leche (Tornadijo, 1998).

Aparte de todas las proteínas y carbohidratos que contiene la leche, también es un alimento muy nutritivo gracias a los minerales que sujeta, ya que representan una fracción de los sólidos de la leche. Su concentración es de aproximadamente 7 a 9 g/kg, es decir alrededor de un 0.7% de la materia seca de la leche. Esta fracción tiene una gran importancia nutricional y tecnológica, en particular por los aportes de calcio y fósforo. Una parte de los minerales de la leche se encuentran asociados a otros componentes. En una leche sin alteraciones. el 65% del calcio, el 60% del magnesio y el 50% del fósforo se encuentran asociados a las caseínas (en forma coloidal). El sodio, el potasio y el cloruro están totalmente en solución. La leche contiene además oligoelementos (zinc, silicio, aluminio, hierro y otros) cuyas variaciones están asociadas a cambios de alimentación y a aportes externos (contaminación atmosférica, por el material de ordeño) (Ramírez-Navas, 2009). La leche contiene una gran cantidad de componentes en muy pequeñas concentraciones (gases disueltos, enzimas, etc.) muchos de los cuales tienen relevancia nutricional, en los procesos de transformación y/o de degradación de propiedades químicas y organolépticas de la leche y productos. Por otra parte, la

leche es una fuente importante de vitaminas para el hombre. Las vitaminas hidrosolubles (Complejo B y Vitamina C, ácido ascórbico) están presentes en la fase acuosa. La concentración es poco variable ya que provienen del hígado y riñón. En cuanto a las liposolubles (A, E y D) están asociadas a la materia grasa y varían, entre otros aspectos, según el tipo de alimentación (García *et al.*, 2014).

Cuadro 5. Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas	SNG*	ST**
Ayrshire	4.00	3.53	4.67	0.68	8.90	12.90
Guernsey	4.95	3.91	4.93	0.74	9.40	14.61
Holstein	3.40	3.32	4.87	0.68	8.86	12.26
Jersey	5.37	3.92	4.93	0.71	9.54	14.91
Pardo Suizo	4.01	3.61	5.04	0.73	9.40	12.41

*Sólidos no grasos **Sólidos totales

Fuente: (González, 2010)

2.10. Beneficios de la leche de vaca

El valor nutricional de los alimentos no sólo depende del nutriente contenido, sino también sobre la biodisponibilidad y la contribución de estos nutrientes a la ingesta diaria recomendada. Como tal, el valor nutritivo de las proteínas de la leche depende de su digestibilidad y su contribución a la ingesta de aminoácidos esenciales (Serrano Riaño y Minga Narváez, 2015). Se sabe que los componentes de la grasa de la leche juegan un papel importante en la promoción de la buena salud (Ramaswamy *et al.*, 2001). La leche (Fig. 8) proporciona una gran variedad de nutrientes, como lo es el calcio (que previene muchas enfermedades), proporciona una alta cantidad de vitaminas y minerales, aporta una gran cantidad de energía y es deliciosa. Existen muchas bebidas alternativas (coco, almendra, soya) que tratan

de sustituir a la leche, pero los niveles de nutrientes y proteína no son ni siquiera comparables con la leche natural; la leche de vaca siempre será un alimento (Foroutan *et al.*, 2019).

2.11. Producción mundial de leche

La producción mundial de leche (81% de vaca, 15% de búfala y un total de 4% de leche de cabra, oveja y camella combinadas) creció 1.3% en 2019 y ascendió a cerca de 852 millones de toneladas (Mt). En India, el mayor productor de leche del mundo, la producción se incrementó 4.2% y llegó a 192 Mt, aunque esto afectó poco al mercado mundial de lácteos, pues India comercializa solo cantidades marginales de leche y productos lácteos (FAO, Perspectivas Agrícolas 2020-2029, 2021).

La leche es uno de los productos agrícolas más producidos y valiosos del mundo. En 2013, la leche, con una producción total de 770´000 millones de litros valuada en 328,000 millones de dólares estadounidenses, ocupó el tercer lugar por tonelaje de producción y fue el producto agrícola más importante en términos de valor en el mundo. La leche forma parte del 27% del valor agregado global del ganado y el 10% del de la agricultura. Se prevé que la producción de leche aumentará 177 millones de toneladas para 2025, con una tasa de crecimiento promedio del 1.8% por año, en los próximos 10 años. Durante el mismo periodo, se prevé que el consumo per cápita de productos lácteos aumentará un 0.8% y 1.7% por año en los países en desarrollo, y entre 0.5% y 1.1% en los países desarrollados. Debido al gran tamaño de la industria lechera, estas tasas de crecimiento pueden producir importantes beneficios de desarrollo para el sustento de las personas, así como también para el ambiente y la salud pública (FAO, Perspectivas Agrícolas 2020-2029, 2021).

Cabe mencionar que la producción mundial que arrancó con casi 3.3% de crecimiento interanual se vino desacelerando a medida que transcurrió el año, pero de igual manera tiene un crecimiento prácticamente del 2% anual que resulta muy importante y nivelado con la demanda que en 2020 tuvo un comportamiento muy errático debido a los efectos de la pandemia de COVID y la situación de la economía mundial (OCLA, Evolución de la producción mundial de leche, 2021).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

México figura dentro de los principales países productores de leche en el mundo, en el mercado mundial se observa que la producción de leche se divide en dos grandes grupos integrados, por un lado, por los países altamente desarrollados tales como los Estados Unidos y los ubicados en Europa, producción que obtienen con elevados programas de subsidios; y, por otra parte, los países con bajos costos de producción como Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Uruguay, quienes poseen condiciones agroclimáticas muy favorables para la producción y cuentan con la infraestructura necesaria para una producción eficiente. En el caso de México, es destacable que dos a tres de cada cien litros que se producen en el mundo, son de origen mexicano, lo cual coloca a nuestro país en la posición 16 en este rubro (Cuadro 6) (Loera, 2017). Para 2020 México se colocó en el lugar 15 de países con mayor producción de leche anual con 12.9 mil millones de kg de leche, un incremento de 2.3% en base al 2019 (OCLA, Situación de la Lechería Mundial durante el año 2020, 2022).

Más de 6'000 millones de personas en el mundo consumen leche y productos lácteos; la mayoría de ellas vive en los países en desarrollo. Desde comienzos del decenio de 1960, el consumo de leche per cápita de los países en desarrollo se ha casi duplicado. Sin embargo, el consumo de leche ha aumentado más lentamente que el de otros productos pecuarios (FAO, Portal lácteo, 2021). En 2020 se produjeron 735'270 millones de litros de leche en el mundo (Figura 8), en donde Norte y Centro América fueron el tercer lugar en producción con 17.6% (Figura 9) (OCLA, Situación de la Lechería Mundial durante el año 2020, 2022).

Cuadro 6. Principales países productores de leche (2012-2016)

Fuente: USDA		Cantidad en 100 Toneladas				
Productos	2012	2013	2014	2015	2016	%
Lacteos, leche, fluidos						
Unión europea	143 750	144 850	150 850	154 550	156 400	1%>
India	129 000	134 500	140 500	147 000	154 000	5%>
Estados Unidos	91 010	91 277	93 485	94 620	96 343	2%>
China	33 960	35 750	38 800	39 050	37 300	<4%
Rusia	31 831	30 529	30 499	30 560	30 350	<1%
Brasil	23 008	24 259	25 489	34 830	32 576	<6%
Nueva Zelanda	20 567	20 200	21 893	21 582	21 370	<1%
México	11 434	11 451	11 624	11 900	12 100	2%>
Ucrania	11 378	11 488	11 426	10 864	10 680	<2%
Argentina	11 679	11 519	11 326	11 552	10 397	<10%
Australia	9 811	9 400	9 700	9 800	9 200	<6%
Canadá	8 614	8 443	8 437	8 773	9 100	4%>
Japón	7 631	7 508	7 334	7 379	7 420	1%>
Bielorrusia	6 796	6 670	6 733	7 077	7 200	2%>
Corea del Sur	2 111	2 093	2 214	2 169	2 126	1%>
	542 580	549 937	570 310	591 706	596 562	

Fuente: Adaptado de Loera, 2017

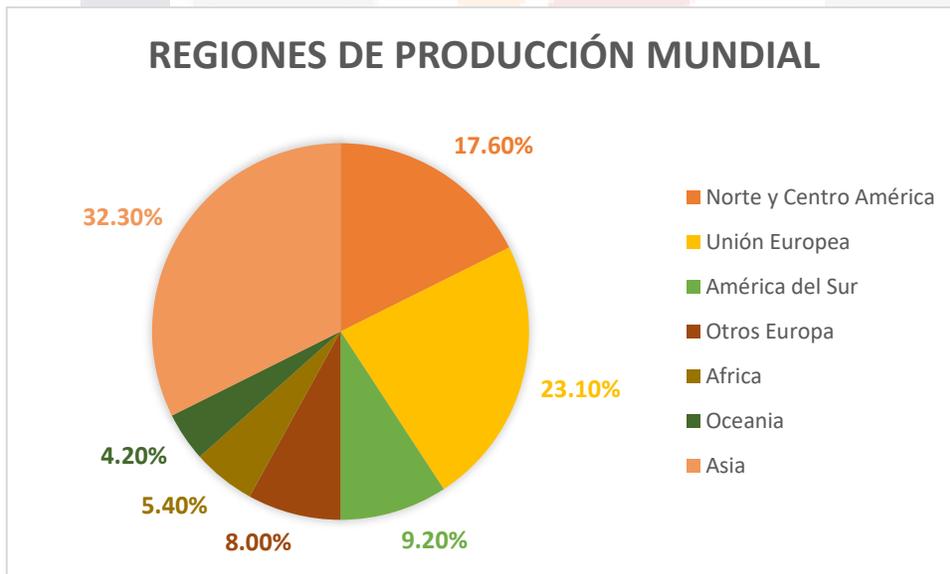


Figura 8. Regiones de producción mundial de leche 2020

Fuente: (OCLA, Situación de la Lechería Mundial durante el año 2020, 2022)

2.12. Productividad de bovinos lecheros

Al analizar el comportamiento de la productividad de las vacas lecheras en los países productores de mayor importancia, es evidente que en todo el período 2009-2014 EUA muestra el mayor rendimiento por cabeza, seguido por Japón en segundo lugar y Canadá en tercero. México es uno de los países con menor productividad de leche por vaca en el mundo, con apenas 1.8 t/cabeza/año en 2014, superando únicamente a Brasil (1.6 t) e India (1.2 t) en el grupo de los países más importantes en esta actividad (Loera, 2017). Se estima que durante el periodo 2019-2029, el volumen de producción mundial de leche podría aumentar a una TMCA de 1.6% y así llegar a 997 millones de toneladas en 2029, esto indica el crecimiento más rápido que cualquier producto agrícola básico. A nivel mundial, América del Norte presenta el más alto rendimiento de leche por vaca, ya que la alimentación de los animales se basa en concentrados, y es pequeño el sistema de alimentación sustentado en pastizales. Los hatos lecheros de América del Norte son de alta calidad genética, misma que se expresa en toda su magnitud cuando se aplica el paquete tecnológico agregativo, evidentemente en Estados Unidos y Canadá existen muchos establos tecnificados, sin embargo en México cada vez va aumentando la tecnología en los hatos, lo cual hace muy similares los sistemas (OCDE-FAO, 2020).



Figura 9. Vaquillas destinadas a la producción lechera, "Granja la Esperanza", Aguascalientes, México. Fuente: Elaboración propia

2.13. Productividad de leche en México

La población nacional de ganado lechero ascendió a 2.39 millones de cabezas en 2018 (Nuño, 2021); La productividad de la ganadería lechera como actividad primaria, y sus conexiones con los eslabones de industrialización y comercialización de la leche fluida y sus derivados en México, es un tema de relevancia para la economía nacional. De manera histórica, se observa una brecha importante entre la producción nacional y la demanda de leche en México; ese déficit histórico de la producción nacional de leche para cubrir la demanda interna es una de las razones por las cuales nuestro país ha ocupado el primer lugar como importador de leche en polvo en el mundo (Loera, 2017).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) estableció que México finalizó el 2020 con un crecimiento de 2.4% en la producción de leche; esto es, alcanzar los 12'600 millones de litros de leche producidos. La proyección establecida por SADER se basa en la dinámica del sector productivo lechero en los primeros ocho meses del año, pues de enero a agosto de 2020, la producción ha sido de 8'250 millones de litros, 2.23% más de lo registrado en el mismo periodo del año anterior. En este sentido, la SADER manifestó que ha emprendido diversas acciones para impulsar el desarrollo de los productores de leche de pequeña escala en el país, a través de diferentes instrumentos de apoyo e incentivos que impactan en mayor productividad, rentabilidad y disminución gradual de las importaciones de productos lácteos. La SADER también detalló que ese año se beneficiaron 11'670 productores lecheros de pequeña escala, a través de bienes y servicios públicos: 2'783 mujeres (24%) y 8'887 hombres (76%), asociados en 115 grupos de productores en 69 territorios rurales, a lo largo de 81 municipios de 16 entidades federativas (Agroempresas, 2020).

La producción de leche en México ascendió a 5'082.4 millones de litros en los primeros cinco meses del 2021. Esto supone un incremento aproximado de 2.1% sobre el mismo lapso del año pasado, según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). En estos cinco meses, Jalisco se mantuvo

como el principal estado productor de leche del país, con 1´044.1 millones de litros, equivalente a una participación de 20.5% de la producción nacional (Juárez, 2021).

En el país existen modelos intensivos que tienen a las vacas alimentándose y produciendo todo el día, así como opciones de pastoreo, que son menos productivos, como en Veracruz y Tabasco. El esquema dependerá de la región donde se trabaja el abastecimiento lácteo (Cuadro 8). El 6% del hato lechero está en Gómez Palacio, Durango, que ocupa el primer lugar en producción de leche. Luego viene Matamoros, Tamaulipas, y el tercer lugar es Delicias, Chihuahua. Madero, en Tamaulipas, y Encarnación Díaz, en Jalisco, ocupan el cuarto y quinto lugar, respectivamente, en población de vacas lecheras, 40 municipios tienen el 50% de la producción nacional. La mayoría están en La Comarca Lagunera y en Jalisco, y hacía ahí se van las empresas. México también importa grandes cantidades de mantequilla y queso de los mercados internacionales. Según datos de la USDA (Cuadro 5 y 6), en 2018 se importaron de otros países 30 mil toneladas de mantequilla, por lo que México fue el cuarto comprador internacional. Rusia, Estados Unidos y Australia importaron 75 mil, 46 mil y 40 mil toneladas, respectivamente (CEDRSSA, 2019).

Cuadro 7. Principales países importadores de mantequilla (miles de toneladas)

Principales países importadores de mantequilla			
País	2017	País	2018
Rusia	99	Rusia	75
México	49	Estados Unidos	46
Estados Unidos	41	Australia	40
Australia	35	México	30
Taiwán	24	Taiwán	25

Fuente: Adaptado de (CEDRSSA, 2019)

Cuadro 8. Principales países importadores de mantequilla (miles de toneladas)

Principales países importadores de queso			
País	2017	País	2018
Japón	273	Japón	287
Rusia	226	Rusia	235
Estados Unidos	137	Estados Unidos	141
Corea del Sur	125	México	123
México	122	Corea del Sur	121

Fuente: Adaptado de (CEDRSSA, 2019)

Cuadro 9. Líderes del mercado de la leche en México

Líderes del mercado de la leche en México	
Líderes del mercado de la leche en México	Litros producidos por año
Lala	2 555 millones
Nestlé	1 092 millones
Alpura	800 millones
Liconsa	768 millones
Sello Rojo (lechero de Guadalajara)	91 millones
Liderlac	11 millones

Existen varias empresas que producen y procesan leche en México (Cuadro 7), y no sólo venden sus productos en la República Mexicana, si no en otras partes del mundo, incluyendo Lala (21.40% de participación en el mercado) tiene plantas procesadoras en Estados Unidos, Brasil y Centroamérica. Nestlé y Alpura son empresas también muy grandes que procesan grandes cantidades de leche al año (10.20% y 7.70% de participación en el mercado); Liconsa al ser dependencia federal apoya bastante y de diferentes maneras a sus productores, lo cual la hace una procesadora de leche muy amplia y de solidaridad hacia los mexicanos (Fermin, 2017).

Cuadro 10. Producción de leche por estados (miles de litros) 2018

Estado	Producción	(%)			
Jalisco	2,433,017	20.261	Oaxaca	147,501	1.228
Coahuila	1,353,017	11.267	Sonora	113,565	0.946
Durango	1,226,362	10.213	Tabasco	103,894	0.865
Chihuahua	1,128,405	9.397	Sinaloa	101,601	0.846
Guanajuato	850,063	7.079	Guerrero	86,853	0.723
Veracruz	723,615	6.026	Tlaxcala	83,368	0.694
Puebla	445,751	3.712	Campeche	43,898	0.366
Chiapas	433,738	3.612	Colima	40,161	0.334
México	429,786	3.579	Nayarit	37,862	0.315
Aguascalientes	422,881	3.522	Baja California Sur	33,185	0.276
Hidalgo	411,703	3.429	Nuevo León	23,273	0.194
Querétaro	402,317	3.350	Morelos	20,628	0.172
Michoacán	345,484	2.877	Tamaulipas	20,300	0.169
Zacatecas	188,004	1.566	Ciudad de México	13,092	0.109
Baja California	186,139	1.550	Quintana Roo	5,514	0.046
San Luis Potosí	150,462	1.253	Yucatán	2,797	0.023
			Total	12,008,236	100.000

Fuente: Elaboración propia con datos de CEDRSSA (2019)

2.14. Economía de la producción lechera en Aguascalientes

Aguascalientes es uno de los estados que produce una gran cantidad de leche en comparación con el espacio territorial que ocupa. Sin embargo, en los últimos años ha disminuido bastante la producción debido a los costos, tan sólo en 2020 el precio de maíz incrementó sus costos lo que generó menos ganancias en los establos y en varios lugares hasta la quiebra. 2022 parece ser un año donde el precio de compra de leche incrementará, lo que dará un alivio para los primeros productores, precios que superarán los 9.50 pesos mexicanos.

En 2012, Liconsa tenía en el Registro nacional de productores de leche (RNPL) 222 productores de leche, 150 en Granjas Fátima y 72 en pabellón de Arteaga, y la leche que se recogía ascendía a 123´720 litros de leche diarios (LICONSA, Productores de leche Granjas Fátima y Pabellón de Arteaga, 2012). Para el 2021 tan solo en Granjas Fátima, desapareció el 53.33 % de los productores, es decir 80 ganaderos perdieron sus negocios, todo esto por una crisis económica, sobre todo por el

incremento de los forrajes; a pesar de estas pérdidas, la sociedad de Granjas Fátima para 2020 entregó en promedio 89´000 litros de leche diaria, 28.06% menos que en 2012 con el 46.66 % de los productores, lo que habla de un buen manejo en los animales y una producción constante (LICONSA, Productores de leche Granjas Fátima, 2021).

Según datos de 2018, obtenidos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el estado se coloca en el décimo lugar nacional en volumen de producción de leche, con 422´881 miles de litros (Villalpando, 2018). Jalisco es el productor principal de leche en el país desde 1985. De acuerdo con datos de la Unión Ganadera Regional del Estado de Jalisco (UGRJ), el conjunto de los ganaderos (cerca de 300 mil) genera tres y medio millones de litros de leche diarios (Vazquez, 2010). En 2018 en el estado de Jalisco se produjeron poco más de dos mil millones de litros de leche, el 20% de la producción nacional.



Figura 10. Estados con mayor producción de leche en México (2009)

2.15. Consumo de leche

En la última década el crecimiento del consumo mundial de lácteos dependió en gran medida del aumento de población mundial. Aproximadamente el 70% de los aumentos en la demanda se atribuyen a este factor, actualmente la mayor parte del consumo de lácteos está concentrado en los países industrializados, como consecuencia de su mayor poder adquisitivo y de su mayor consumo per cápita. Por otra parte, los niveles de demanda de lácteos y su comercio mundial dependen de los procesos de urbanización, especialmente cuando se registran cambios significativos en la población rural y urbana. (Economía, 2012). A pesar de las consecuencias de la pandemia de COVID-19 (cierre de establecimientos de alimentos y bebidas y restaurantes, mayores costos de transporte, interrupción temporal de los mecanismos locales de distribución y venta), el comercio mundial de lácteos en general creció un 1.6% en 2020, alcanzando un volumen de alrededor de 81.8 millones de toneladas en equivalentes de leche. La participación del comercio mundial en la producción mundial de leche aún se encuentra entre el 9% y el 10%. Una vez que se relajaron las medidas de confinamiento en la mayor parte del mundo y la demanda se recuperó parcialmente, los precios continuaron subiendo hasta finales de año, cerrando cerca de los niveles anteriores a la COVID-19 (OCLA, Evolución de la producción mundial de leche, 2021).

En todo el mundo, la pandemia de COVID-19 continuó en 2021. La producción de leche mantuvo su camino de crecimiento sostenible en 2021, aunque a un ritmo más lento que en 2020. Sin embargo, las tendencias de procesamiento de lácteos están cambiando nuevamente. El consumo mundial promedio per cápita en 2020 fue de 320 mililitros diarios (116 litros al año), por debajo de los 500 mililitros que recomienda la FAO-OMS.

3. Materiales y métodos

3.1. Lugar de estudio

El lugar donde se realizó el proyecto fue en una granja productora de leche, con domicilio en Hacienda de Milpilllas Norte No. 126, Colonia Granjas Fátima C.P. 20340, Aguascalientes, Ags, México. Propiedad del Sr. Carlos Chávez Delgado.



Figura 11. Granja "La Esperanza" (21.776729, -102.334039)

3.1.1 Características del lugar de estudio

La explotación se encuentra al sur del municipio de Aguascalientes (N 21.776729, - O 102.334039), a 1888 msnm, predomina el clima semiseco en el 86% de su territorio, el 14% presenta clima templado subhúmedo localizado en el suroeste y noroeste del estado con una temperatura media anual de 17.4 °C y una precipitación pluvial media de 526 mm., con lluvias en verano, las lluvias que se registran en otras épocas del año son de baja intensidad.

La sala de ordeña cuenta con seis máquinas de ordeño a nivel del piso con pesebre frontal, en el cual se suplementa el concentrado al ganado durante la ordeña.

La reproducción se realiza por inseminación artificial con periodo de espera voluntaria (PEV) de 55 días.

El ganado está lotificado en tres corrales de gran tamaño, uno para ganado seco y dos para vacas en producción (altas y medio-bajas). Además, se cuenta con dos corrales para becerras (30 a 90 días de vida) y vaquillas en crecimiento (hasta 180 días de edad).

Además, se cuenta un corral para becerros y toretes de engorda

3.1.2 Características de los individuos de estudio

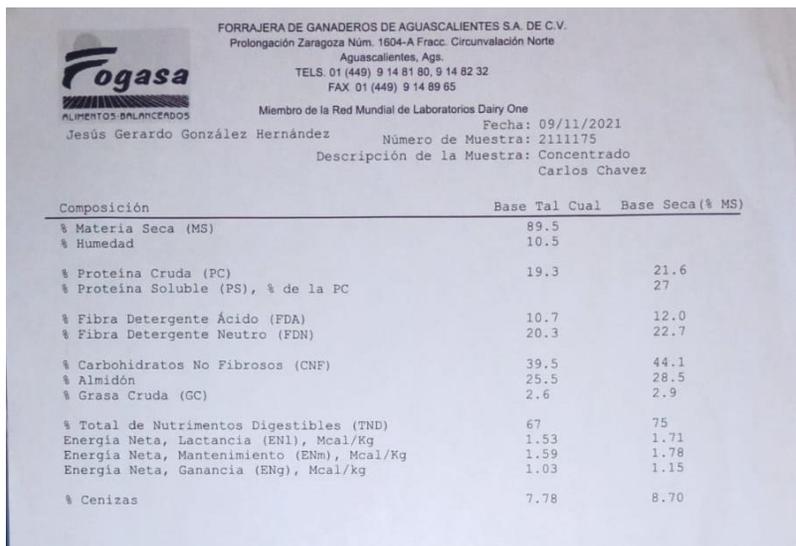
Los animales que se integraron al proyecto fueron vacas de la raza Holstein de al menos dos años, con peso vivo por lo menos de 500 kg, no importa la cantidad de litros de leche que produzcan ni cuantos partos tengan ya que dependiendo el número de lactancias se modifica el coeficiente de variación. Se seleccionó una forma aleatoria y se integrarán a uno de los dos grupos experimentales, un criterio de selección será que deben de tener por lo menos 100 días en leche.

3.2. Toma de muestras

El muestreo se debe tomar de una manera aleatoria y seleccionando partes de todo el material, se realizará muestreo de:

- Ración total (bagazo, alfalfa, concentrado)
- Ración sin bagazo
- Bagazo solo
- Alfalfa
- Concentrado

Se colocan en bolsas individuales y se mantendrán en un ambiente seco, la muestra será de aproximadamente 1 kg de peso. Se llevan al laboratorio de Bromatología del Centro de Ciencias Agropecuarias para su proceso posterior.



FORRAJERA DE GANADEROS DE AGUASCALIENTES S.A. DE C.V.
 Prolongación Zaragoza Núm. 1604-A Fracc. Circunvalación Norte
 Aguascalientes, Ags.
 TELS. 01 (449) 9 14 81 80, 9 14 82 32
 FAX 01 (449) 9 14 89 65

Miembro de la Red Mundial de Laboratorios Dairy One

Fecha: 09/11/2021
 Número de Muestra: 2111175
 Descripción de la Muestra: Concentrado
 Carlos Chavez

Composición	Base Tal Cual	Base Seca (% MS)
% Materia Seca (MS)	89.5	
% Humedad	10.5	
% Proteína Cruda (PC)	19.3	21.6
% Proteína Soluble (PS), % de la PC		27
% Fibra Detergente Ácido (FDA)	10.7	12.0
% Fibra Detergente Neutro (FDN)	20.3	22.7
% Carbohidratos No Fibrosos (CNF)	39.5	44.1
% Almidón	25.5	28.5
% Grasa Cruda (GC)	2.6	2.9
% Total de Nutrientos Digestibles (TND)	67	75
Energía Neta, Lactancia (ENL), Mcal/Kg	1.53	1.71
Energía Neta, Mantenimiento (ENm), Mcal/Kg	1.59	1.78
Energía Neta, Ganancia (ENg), Mcal/kg	1.03	1.15
% Cenizas	7.78	8.70

Figura 12. AQP concentrado de maíz dado en Granja "La Esperanza" 9/11/21

3.3. Análisis de la composición nutrimental

El análisis químico proximal (AQP) permite obtener la composición química de los alimentos. Para el análisis de los componentes de la pared celular se realizó el análisis de van Soest (1993).

El análisis proximal se efectúa con un mínimo de tres submuestras. A la primera, se le somete a calentamiento a (100°C) por varias horas con el objeto de determinar su humedad (su complemento que es la materia seca (MS), se calcula por diferencia). Posteriormente se incinera a 500 - 600°C para obtener, por diferencias, el contenido mineral (también denominado cenizas) (Guerrero, 2020).

Una segunda submuestra se somete al análisis de proteína cruda (PC).

La tercera submuestra se somete a una extracción con un solvente orgánico que arrastra el llamado extracto etéreo (EE) que comprende los aceites, las grasas y otros materiales liposolubles como los pigmentos. El material sobrante se expone a una digestión acida seguida de una alcalina, quedando la llamada fibra cruda (FC) (Godínez, 2021).

Al restar de 100 lo previamente determinado o sea humedad, materia mineral, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda, se obtiene una diferencia a la que se le denomina extracto libre de nitrógeno (ELN) y que abarca principalmente a los carbohidratos solubles (almidones, pectinas, etc.) (Godínez, 2021).

Sin embargo, el análisis proximal presenta ciertas limitantes:

- Humedad: al determinar la humedad también se pierden todas las sustancias volátiles, como los ácidos orgánicos encontrados en los ensilajes, lo cual tiende a incrementar el valor del contenido agua (o su equivalente que es reducir la materia seca estimada).
- Cenizas: Cuando determinamos las cenizas no podemos conocer su composición
- Proteína Cruda: Al analizar la proteína cruda no se identifica si se trata de nitrógeno proveniente de aminoácidos o de otro tipo de fuente (como urea).
- Extracto etéreo: El extracto etéreo será subestimado, por ejemplo, en los ensilajes al perderse los ácidos grasos volátiles en la desecación de la muestra.
- ELN: El extracto libre de nitrógeno, que se calcula por diferencia y que se supone indica el contenido de azúcares y almidones va, a contener el error presente en las estimaciones anteriores.

A partir del AQP hay que calcular el total de nutrientes digestivos (TND) y la energía digestible (ED), Energía metabolizable (EM), y la energía neta de lactancia (ENIac). El análisis químico-proximal nos dará resultados de (Colombatto, 2000):

- Materia seca y humedad.

- Cenizas.
- Proteína Cruda.
- Extracto Etéreo.
- Fibra Cruda.
- Extractos Libres de Nitrógeno.
- Cálculo de energía:

Total, de Nutrientes Digestibles (TND)

$$\checkmark \text{ TND} = \text{PC} \cdot 0.8 + \text{FC} \cdot 0.5 + \text{EE} \cdot 0.9 \cdot 2.25 + \text{ELN} \cdot 0.9$$

Cálculo de energía

$$\checkmark \text{ ED} = \text{TND} \cdot 4.409 / 100$$

$$\checkmark \text{ EM} = \text{TND} \cdot 3.615 / 100$$

$$\checkmark \text{ ENLac} = (\text{TND} \cdot 2.45 / 100) - 0.12$$

3.4. Técnicas de digestibilidad *in situ* e *in vitro*

Fueron analizadas todas las muestras con las técnicas de digestibilidad *in situ* (en el lugar, dentro del organismo) y la técnica de digestibilidad *in vitro* en el laboratorio, donde se utilizó la técnica ANKOM IVTD (*In vitro* True Digestibility) para determinar el valor digestible del bagazo de cervecería.

3.4.1 Digestibilidad *in situ*

Las bolsas usadas en esta técnica fueron bolsas de nylon en una vaca fistulada del Centro de Ciencias Agropecuarias, se introducirán 20 bolsas con bagazo de cervecería, previamente secado; las bolsas serán sacadas y pesadas a las (0, 48 y 144 hrs) serán lavadas inmediatamente y pesadas en una báscula convencional para después hacer la resta y tener los resultados.

3.4.1.1 Técnicas de digestibilidad *in situ*

Se debe tener la muestra de bagazo de cervecería previamente secada y debidamente almacenada (ANKOM, 2013).

- Tomar las bolsas de nylon e identificarlas perfectamente para tener los resultados exactos
- Pesar la bolsa de nylon sola y se anota el peso (A) en la hoja de cálculo.
- Agregar por lo menos 1.5 g de muestra y hasta 6 g máximo, pesar y anotar (B) en la hoja de cálculo.
- Determinar el peso exacto de la muestra (C) mediante la fórmula $(B - A)$ y anotarlo en la hoja de cálculo.
- Sellar las bolsas con un nudo doble y apretándolo con una liga bien sujeta.
- Amarrarlos con un hilo resistente (puede ser cáñamo), y sujetarlos a una pesa.
- Llevarlos a la vaca fistulada que está en el área pecuaria del Centro de Ciencias Agropecuarias. Quitar el tapón de la vaca, sacar contenido ruminal (aproximadamente 15 kilos) e introducir las bolsas con la pesa.
- Sacar las bolsas de la vaca fistulada pasadas 48 horas y dejar 5 o 6 bolsas dentro. Después sacarlas a las 144 horas de iniciado el experimento.
- Después de sacar las bolsas, se deben de lavar muy bien, tratando de eliminar la mayor cantidad de contenido ruminal.
- Dejar secar a medio ambiente, después de reposar introducir al horno desecador a 55°C durante 24 horas.
- Pasado el tiempo sacar las bolsas y pesar. Anotar la cantidad en la hoja de cálculo (D).
- Sacar el peso final (E) mediante formula $(\text{Peso Final} - \text{Peso Bolsa})$ y se anota en la hoja de cálculo.



Figura 13. Manipulación de bolsas de digestibilidad in situ (elaboración propia)

3.4.2 Digestibilidad *in vitro*

Esta técnica se realiza con bolsas ANKOM F-57 en el aparato ANKOM Daisy II Incubator en el laboratorio de fermentación ruminal del Centro de Ciencias Agropecuarias, se introducirán 180 bolsas con diferentes ingredientes (bagazo, bagazo digerido a 48 horas, sargazo, sargazo digerido a 48 horas, rastrojo, alfalfa y blancos) se estarán sacando en diferentes horas (0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 72, 96 hrs.) al sacarlas se pesarán inmediatamente en una báscula convencional para hacer la resta y anotar los resultados (ANKOM, 2013).



Figura 14. Aparato Daisy ANKOM

3.4.2.1 Técnica de digestibilidad in vitro

Seleccionar los diferentes tratamientos con los que se va a correr la prueba. Después de tener las muestras en partículas reducidas y almacenadas en buen estado se procede a trabajar con ellas (ANKOM, 2013).

- Tomar las bolsas ANKOM F-57, se dejan reposar en acetona por 10 minutos, esto para quitarle la capa de parafina.
- Después de sacar las bolsas del recipiente de acetona, se deben dejar secar a temperatura ambiente de 15 a 30 minutos, después de este tiempo están listas para trabajarse.
- Identificar perfectamente las bolsas, para saber específicamente el número de la bolsa y el tratamiento en el cual estará.
- Pesar la bola sola y se anota el peso (A) en la hoja de cálculo.
- Agregar 0.250 gr de muestra aproximadamente, se pesa y se anota (B) en la hoja de cálculo.
- Sellar la bolsa con muestra para evitar que se tire, e inmediatamente se deja en el desecador.
- Se determina por cálculo (B – A) el peso exacto de la muestra (C), y se anota en la hoja de cálculo.

- Llevar las bolsas con muestra a el aparato Daisy ANKOM, donde se distribuirán en 4 cilindros divididos en 2 mitades cada uno. Estos cilindros serán llenados previamente con un buffer preparado y líquido ruminal obtenido de una vaca fistulada del Centro de Ciencias Agropecuarias.

Cuadro 11. Composición química buffer

Compuesto A	
KH ₂ PO ₄	64.01 g
MgSO ₄ – 7H ₂ O	3.21 g
NaCl	3.21 g
CaCl ₂ - 2H ₂ O	0.64 g
CO(NH ₂) ₂	3.21 g
H ₂ O cbp	1.60 L
Compuesto B	
Na ₂ CO ₃	19.27
Na ₂ S - 9H ₂ O	1.28
H ₂ O	1.28 L

- Después de preparar la solución buffer se mezclan ambas soluciones adicionando 400 mL de líquido ruminal recién extraído de la vaca fistulada.
- Se aleatorizan los tratamientos, controles y blancos y se depositan en cada uno de los frascos teniendo cuidado de identificar en que frasco se encuentra cada cosa.
- Prender el aparato Daisy ANKOM y se toma el tiempo de inicio. Conforme vayan pasando las horas se irán sacando bolsas de los diferentes tratamientos, los tiempos deben ser estrictos y específicos (0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 72, 96 hrs.), se debe apuntar la bolsa que se sacó y al tiempo que fue sacada para tener los resultados exactos.
- En cuanto se saca la muestra del cilindro se lava y se deja secar a temperatura ambiente para después pasar a secar en el horno desecador por

24 horas a 55 °C; además se adiciona CO₂ (30 segundos) al cilindro de donde se sacó la muestra, se tapa e inmediatamente después regresa al Daisy ANKOM.

- Se debe estar monitoreando la temperatura del aparato Daisy ANKOM, para que las bacterias no mueran y puedan continuar trabajando.
- Después de terminadas las 96 horas del trabajo, y secas todas las muestras, se procede a pesar cada una de ellas, y se anota (D) en la hoja de cálculo.
- Sacar el peso final:
 - $\text{Peso final} = \text{Peso Bolsa} + \text{Muestra procesada} - \text{Peso Bolsa vacía}$
- $(E = D - A)$ y se anota en la hoja de cálculo.

3.5 Diseño Experimental

El modelo que se utilizó fue el Modelo switch-back el cual consta de realizar un cambio en las dietas de dos tratamientos diferentes (A-B-A y B-A-B).

3.5.1 Grupos experimentales

Los animales se dividirán en dos corrales, en uno se tendrá al grupo con el tratamiento A (que será la ración normal a la cual están acostumbradas las vacas) y en el grupo B se colocará a las vacas con el tratamiento (serán las vacas que tendrán la dieta distinta a la normal), estarán ahí durante todo el tiempo que dure el proyecto.

El modelo experimental que se utilizará para el proyecto es el modelo switch-Back, donde cada vaca será su propio control. El grupo 1 tendrá la siguiente secuencia de dieta: A1-B2-A3; el grupo 2 tendrá la siguiente secuencia de dieta: B1-A2-B3. Todas las demás vacas serán controles y la variable dependiente por excelencia es la proyección a 305 días.

3.5.2 Individuos de estudio

Los individuos de estudio son 34 bovinos (17 para cada grupo), todas de raza Holstein, con al menos 1 parto en su vida, > 75 DEL al momento de la preselección; fueron divididas en 2 grupos de forma aleatoria. Cada grupo fue colocado en su corral correspondiente, donde se mantendrán desde el inicio hasta el final del proyecto.



Figura 15. Corral A



Figura 16. Corral B

3.5.3 Raciones para grupos

Estas son las dietas utilizadas en el proyecto, ambas dietas son isocalóricas para que los resultados sean más exactos. La dieta del grupo A (Cuadro 14), será la misma dieta que se ha manejado en el establo desde hace 4 años; la dieta del grupo B (Cuadro 15), no contará con el ingrediente de estudio (bagazo de cervecería), sin embargo, con los demás ingredientes se complementará la dieta. Cabe recalcar que el concentrado se les podrá controlar de una mejor manera ya que se les da dentro de la sala de ordeño, de esta manera se llevará un control más exacto de los kg de concentrado que se le da a cada vaca.

Cuadro 12. Ingredientes de la ración del grupo B (estándar de Granja La Esperanza)

Ingrediente	Cantidad	MS %	MST	EN-lac	Proteína %	FDN %	EN-Lac Mcal/d	PC kg/d	FDN kg/d
Concentrado	7.5	0.92	6.9	1.74	18	15.7	12.006	1.242	1.0833
Alfalfa	9	0.9	8.1	1.35	20	43.5	10.935	1.62	3.5235
Bagazo	30	0.25	7.5	1.5	28	53	11.25	2.1	3.975
Silo	12	0.3	3.6	1.42	8	28	5.112	0.288	1.008
Minerales	0.057	0.99	0.056	0	0	0	0	0	0
Total	58.557		26.16	1.50	20.1 %		39.303	5.25	9.5898

Cuadro 13. Ingredientes de la ración grupo A (ajustada por el Dr. Haubi)

Ingrediente	Cantidad	% MS	MST	EN-lac	Proteína %	FDN %	EN-Lac Mcal/d	PC kg/d	FDN kg/d
Concentrado	11.32	0.92	10.414	1.74	18	15.7	18.121056	1.87459	1.635061
Alfalfa	8	0.9	7.2	1.35	20	43.5	9.72	1.44	3.132
Bagazo	0	0.25	0	1.5	28	53	0	0	0
Silo	26.9	0.3	8.07	1.42	8	28	11.4594	0.6456	2.2596
Minerales	0.06	0.99	0.0594	0	0		0	0	0
Total	46.28		25.744	1.53	15.38%		39.300	3.960	7.0267

Cuadro 14. Costos dietas A y B

Ingredientes	Dieta A		Dieta B	
	Precio	Costo	Precio	Costo
Concentrado	\$8.70	\$65.25	\$8.7	\$98.48
Alfalfa	\$6.30	\$56.70	\$6.30	\$50.4
Bagazo	\$1.18	\$35.40	\$1.18	\$0
Silo	\$2.10	\$25.20	\$2.1	\$56.5
Minerales	\$15.00	\$0.85	\$15	\$0.9
	Total	173.4\$	Total	206.28\$

3.6. Rutina de ordeño

El proceso de la ordeña (Figura 22) comienza (en la mañana) alrededor de las 7 am, se traen los animales de su corral, se meten al “apretadero” (sala de espera) donde entran tandas de 6 vacas a la sala de ordeña, entran a las trampas, se asegura el animal para que no salga, se despunta con 3-4 chorros de leche, se limpia con chorro de agua a presión y apoyándose con las manos, luego se secan con toallas de tela sencillas, se le coloca la maquina y se ordeña el animal, cuando la maquina detecta que la vaca ha terminado de dar leche, se retira automáticamente, ya que las vacas están ordeñadas, se saca la tanda completa por otra puerta que lleva a un pasillo y este lleva a su corral, y se vuelve a meter otra tanda, y así sucesivamente (todo el proceso desde que la vaca entra a la sala, se ordeña y sale, dura aproximadamente entre 6-8 minutos). Se termina la ordeña y se lava con detergente y agua caliente la línea de ordeño para desinfectar y dejar limpio. En la tarde es exactamente el mismo proceso comenzando alrededor de las 5:20 pm.

3.7. Pesaje de la leche

Para poder comprobar resultados, las vacas serán medidas mediante la producción de su leche, dos veces por semana se realizará un muestreo (peso) de la leche, este se ejecutará mediante dos pesadores marca Melasty® (No. 53422 y No. 52538) (Figura 21). La vaca será ordeñada en el mismo lugar, pero con la diferencia que espacio estarán los pesadores que irán conectados al vacío de la máquina para que toda la leche de la vaca se pese correctamente.; luego el pesaje de la leche que arroje el pesador se anotará en una bitácora de datos para su posterior análisis (Cuadro 18).

3.8 Calidad microbiológica de la leche

También se analizará la leche cada mes en el laboratorio, para conocer la calidad de esta, revisando porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, sólidos totales, lactosa, adulterantes, células somáticas, entre otras cosas (Alba, 2017). Los parámetros ideales para la leche deben ser: lactosa (4-5 %), proteína (3-3.5 %), grasa (3.5-4 %), sólidos totales (>11), células somáticas (<250 mil) (Philpot, 2001). Las glándulas mamarias que nunca se han infectado normalmente tienen CCS de 20'000 a 50'000 células/mL. En grandes poblaciones de vacas, 80% de los animales no infectados tendrán un CCS menor de 200'000 células/mL y 50% menor de 100'000 células/mL. Una razón de las cuentas ligeramente elevadas en animales no infectados es que algunos cuartos tuvieron una infección previa de la cual no se han recuperado totalmente. Un conteo de células somáticas mayor de 200,000 células/mL indica la presencia de mastitis subclínicas. Los conteos de células somáticas por debajo de 400'000 células/mL son típicos de los hatos que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis (Reyes, 2008).



Figura 17. Pesadores de leche Melasty®

Cuadro 15. Formato de registro de datos de pesaje de leche

Pesaje de leche					CORRAL 1									
Fecha														
ID	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.
5														
13														
14														
15														
16														
22														
37														
44														
47														
48														
58														
66														
67														
69														
77														
78														



Figura 18. Sala de ordeño granja "La Esperanza" (elaboración propia)

3.9. Pruebas de calidad de leche

Se realizaron pruebas de calidad de leche para cada uno de los dos grupos, cada tercer día en el laboratorio del Centro de Acopio de Granjas Fátima de LICONSA mediante el aparato MilkoScan™ Mars No. de serie 91855605. Se tomarán las muestras de cada uno de los grupos mediante recipientes diferentes, lavados y desinfectados, se llevarán al laboratorio y se medirán los parámetros de proteína, grasa y si contiene adulterantes (antibiótico).



Figura 19. Aparato MilkoScan™ Mars No. 91855605

3.10. Prueba de comportamiento

Se realizará la prueba de comportamiento y se verá la curva de lactancia, mediante el método estadístico podremos pronosticar el comportamiento de las vacas en un análisis de Proyección a 305 días en leche y comprobaremos la funcionalidad del bagazo de cervecería. Se hará el análisis siguiendo los siguientes pasos:

- Listado del hato
- Pesaje de la leche

- Cálculo de la Proyección de 305 días en leche en base al coeficiente de McGill (Haubi, 2015)
- Análisis de cambios mediante porcentajes
- Experimento
- Cambios B0-B1, B1-A2, A2-B3. B0-A1 y A1-B2, B2-A3
- Suma de cambios B1, B2, B3 y A1, A2, A3
- Diferencias entre totales
- Impacto económico
-

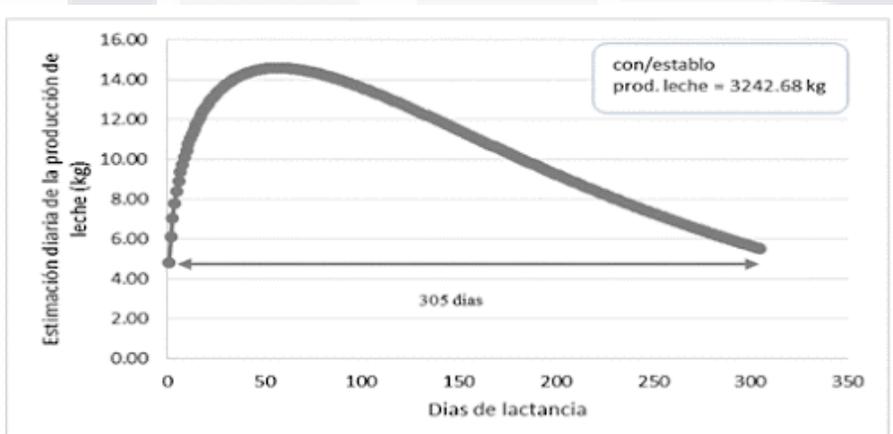


Figura 20. Proyección 305 días en leche

3.11 Análisis estadístico

Para las variables de la calidad nutritiva el diseño experimental empleado fue un modelo completamente al azar. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS versión 29.0.0 (IBM Statistical Package for the Social Sciences, 2023) para el análisis de varianza. La comparación de medias se realizó con la prueba Least Significant Difference (LSD).

Los parámetros de degradabilidad in vitro se estimaron a partir del modelo de Ørskov y McDonald (1979):x

$$DEG = A + B (1 - \exp(-kd * t))$$

Donde: DEG= degradabilidad ruminal al tiempo t, A=fracción soluble degradada al tiempo 0, B=fracción insoluble potencialmente degradable, k_d =tasa constante de degradación de la fracción B, exp=base del logaritmo natural, t=tiempo de incubación.

Se utilizó el procedimiento Non Linear Regression del paquete estadístico SPSS versión 29 para analizar los parámetros de los modelos utilizados para describir la cinética y la degradabilidad ruminal del bagazo de cervecería (Ørskov y McDonald, 1979). La comparación de medias se realizó con las pruebas de Tukey (degradabilidad *in vitro*).

3.12. Análisis Económico

Mediante un análisis de costos, con base a cada ingrediente dado y la ración, comparado con el precio de la leche, se determinará si el bagazo de cervecería puede ser un ingrediente que ayude a la economía del ganadero, haciéndolo gastar menos e incrementando sus utilidades. Los costos fijos más los costos variables serán los costos totales. Los egresos serán diversos ya que cada dieta tiene un costo diferente. El alimento se puede considerar costo variable, también tratamientos médicos y hormonales, así como medicina preventiva. Los costos fijos son gastos administrativos, vehículos, energéticos, renta y mano de obra. La suma de los dos son los costos totales. Sobre estos se calculan los costos financieros, que incluyen amortización y depreciación del instalaciones y equipos

La depreciación de las vacas también se toma en cuenta como un costo financiero Realizando el análisis se pueden comparar las ganancias que dejarían utilizar cada una de las dietas. Se realizará un desglose de todos los gastos para que los resultados sean los más reales posibles.

El índice UHM, nos indica las utilidades que se tienen por todo el establo, contabilizando todo el ganado. El índice UVM es la ganancia que nos está dando

cada vaca productora en promedio, evidentemente este índice puede no ser tan específico porque hay vacas muy superiores al promedio que dejan mucho dinero, pero también hay vacas muy por abajo del promedio las cuales son pérdidas enormes que es donde se deben centrar los datos, ver si estos animales pueden mejorar o es mejor eliminarlos.

Cuadro 16. Formato de captura para datos económicos mensuales Granja "La Esperanza", octubre 2021, antes del inicio del experimento. Fuente: Elaboración propia.

	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Total	%
Ingresos					
Leche					
Vacas de desecho					
Becerras					
Estiércol					
Venta leche bronca					
Egresos					
Alimento:					
- Concentrado					
- Alfalfa, heno					
- Bagazo de cervecería					
- Minerales					
- Silo de maíz					
Medicamentos					
Mano de obra					
Energéticos					
Electricidad					
Agua					
Utilidad-hato-mes (UHM)					
Número de vacas en hatillo adulto					
Utilidad vaca mes (UVM)					

4. Resultados

4.1 Análisis nutrimental

El análisis nutrimental del bagazo de cervecería (OE1) muestra la composición de este ingrediente; como se sabe es un subproducto húmedo (74.99%) con poca materia seca (25.01%), cuenta con buen porcentaje de proteína (29.14%) buen porcentaje de grasa cruda (9.64%) que es alta para un grano y su FDN (51.18%) y FDA (17.06%) son relativamente buenas.

Cuadro 17. Análisis Químico Proximal. Centro de Ciencias Agropecuarias

	Análisis Químico Proximal			
	Análisis Bagazo			
	Laboratorio	Laboratorio de Bromatología		
16-may-22	Centro	Centro de Ciencias Agropecuarias		
Materia seca	25.01%		FDN	51.18%
Humedad	74.99%		FDA	17.06%
Cenizas	3.23%		LAD	3.73%
Proteína	29.14%		Celulosa	15.75%
Grasa cruda	9.64%		Hemicelulosa	36.05%

Cuadro 18. Cambio de degradabilidad de proteína cruda de bagazo de cervecería

	Digestibilidad de proteína cruda		
	Análisis Bagazo		
	Laboratorio	Laboratorio de Bromatología	
16-may-22	Centro	Centro de Ciencias Agropecuarias	
ID	Horas	%	
Bagazo	0.3	7.00%	
Bagazo	48	22.97%	
Bagazo	144	99.92%	

Cuadro 19. AQP bagazo de cervecería (0, 48 y 96 H.) y ensilaje de maíz (0 H.)

Componente	Bagazo 0 H.		Bagazo 48 H.		Bagazo 96 H.		Ensilaje de maíz	
	BTC	BS	BTC	BS	BTC	BS	BTC	BS
% Materia Seca (MS)	26.9	100 % MS	26.1	100 % MS	24.6	100 %MS	29.2	100%MS
% Humedad	73.1	0 %Hum	73.9	0 %Hum	75.4	0 %Hum	70.8	0 %Hum
% Proteína Cruda (PC)	8	30.2	8.1	30.9	9.1	36.8	2.7	9.4
% Proteína Soluble (PS)	2.75	10.4	2.62	10	2.2	9	14.3	50
% Proteína Degradable (PD)	7.13	27	6.29	24	5.4	22	20.3	71
% Fibra Detergente Neutro (FDN)	9.7	38.6	5.3	20.4	6	24.6	10	34.4
% Fibra Detergente Ácido (FDA)	5	19.8	10.2	39.2	11.2	45.5	14.9	51.1
Lignina, % de MS	1.6	6.6	1.7	6.9	1.8	7.3	1.2	4.2
Lignina, % de FDN		18		17		16.1		8.3
% Carbohidratos No Fibrosos (CNF)	6.7	24.2	5.9	22.7	4.2	17.1	9	31
% Almidón	2	8.3	1.8	6.8		0.2	4.9	16.9
% Grasa Cruda (GC)	3.4	12.3	3.2	12.4	3.1	12.5	0.9	3.1
% Total de Nutrientos Digestibles (TND)	23	82	21	79	19	77	18	63
Energía Neta de Lactancia (ENI) Mcal/kg	0.55	2	0.51	1.97	0.47	1.9	0.4	1.36
Energía Neta de Mantenimiento (ENm) Mcal/kg	0.57	2.12	0.53	2.04	0.48	1.94	0.39	1.33
Energía Neta de Ganancia (ENG) Mcal/kg	0.4	1.42	0.36	1.38	0.32	1.29	0.22	0.76
% Cenizas	0.48	1.98	0.58	2.23	0.77	3.11	2.13	7.29
% Fósforo	0.13	0.48	0.14	0.53	0.16	0.66	0.08	0.26
% Calcio	0.09	0.25	0.07	0.25	0.06	0.25	0.08	0.27
% Magnesio	0.08	0.26	0.07	0.25	0.04	0.18	0.05	0.17
% Potasio	0.05	0.19	0.03	0.12	0.01	0.03	0.48	1.64
% Azufre	0.07	0.29	0.09	0.36	0.11	0.45	0.04	0.13

Fuente: Análisis realizado en FOGASA con muestras de bagazo de cervecería y ensilaje de maíz Granja La Esperanza obtenidas los días 7, 9 y 11 de noviembre de 2023 (2023)

En el cuadro 19 se puede observar el comportamiento del bagazo de cervecería, además se comparó con el ingrediente ensilaje de maíz para tener otro ingrediente de la dieta y analizar algunas diferencias. Podemos observar que cuando llega el

bagazo de cervecería al establo, al venir fresco sus características y propiedades son las mejores para el ingrediente, con la mayor cantidad de materia seca posible (26.9%), una gran cantidad de energía neta de lactancia ENL (2.0 Mcal/kg) entre otras características (grasa cruda y proteína) ; conforme va avanzando en el tiempo (0, 48 y 96 horas), comienza a descomponerse y el crecimiento de larvas (como *Stomoxys calcitrans*) y otros microorganismos (bacterias y hongos) hacen mermar algunas de sus propiedades, aunque la proteína cruda no se ve afectada ni siquiera un poco.

4.2 Digestibilidad

El cuadro 18 nos muestra el % de proteína cruda que se digiere con el paso de las horas, esto se calcula:

$$\text{DegPC} = (\text{Proteína Cruda } In - \text{Proteína Cruda } Out) / \text{Proteína Cruda } In * 100.$$

Se puede observar que al inicio de la digestibilidad se digiere rápidamente en una cantidad aceptable para el tipo de ingrediente, sin embargo, con el paso del tiempo la digestibilidad se va haciendo lenta, debido a que el bagazo funciona como una proteína de sobrepaso.

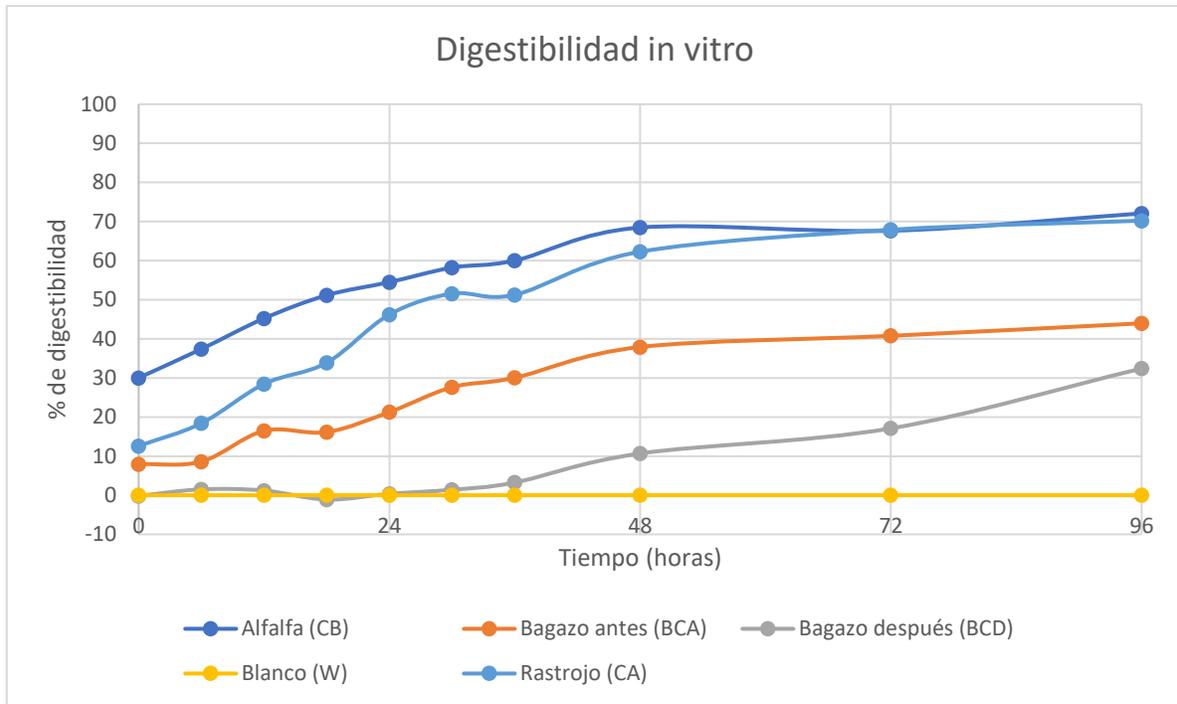
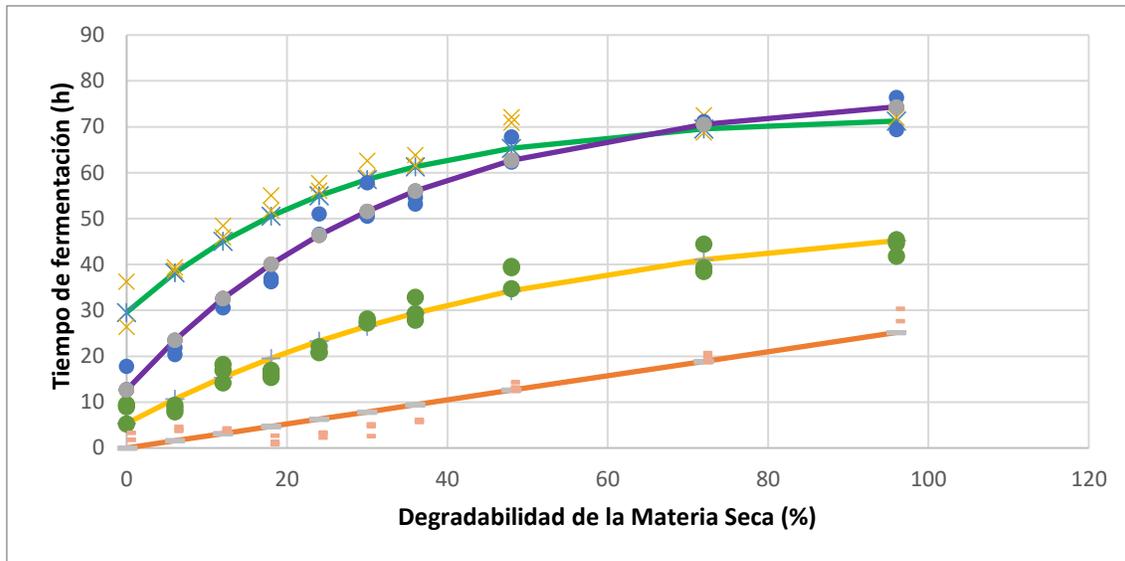


Figura 21. Digestibilidad in vitro (Comparación tratamientos y controles) Orskov&McDonald (1979) $Y(t) = A + B*(1-exp(-kd*t))$

En la Figura 21, se puede apreciar la mayor degradabilidad de la alfalfa que como se sabe es la “reina” de las pasturas, luego se ve el heno de maíz que también tiene una gran digestibilidad (incluido su gran aporte energético). El bagazo tiene una digestibilidad más baja en el rumen, pero funciona más como una proteína de sobre paso, por ello su digestibilidad se da más en el intestino.



Alfalfa
 Rastrojo
 Bagazo antes
 Bagazo digerido

Figura 22. Comparación de las digestibilidades in vitro de los diferentes ingredientes. Curvas modeladas por el modelo Orskov & McDonald 1979

En la Figura 22, se pueden comparar las diferentes digestibilidades de los ingredientes, como se observa, la alfalfa se digiere rápidamente y el avance es continuo, el rastrojo empieza un poco más lento, pero también es continuo y alto, y más abajo está el bagazo que tiene una digestibilidad menor pero efectiva.

Cuadro 20. Parámetros de cinética ruminal y degradabilidad efectiva a 48 horas

Degradabilidad efectiva a 48 H								
Ingrediente	Dig 48 h	Frac A	Frac B	kd	kp= 0.02	kp= 0.04	kp=0.06	kp =0.08
Alfalfa	65.33	29.55	42.88	3.75%/h	55.73	49.78	45.88	43.17
Rastrojo	62.68	12.68	65.24	3.03%/h	48.46	39.83	34.28	30.51
bagazo antes	34.27	5.36	46.46	2.01%/h	25.37	20.13	16.85	14.68
Bagazo después	11.76	0.00	49267.6	0.0005%/h	8.09	5.59	4.12	3.21

4.3 Análisis experimental

En el Cuadro 19, se puede apreciar cómo va avanzando la degradabilidad efectiva, se pueden ver los valores más exactos conforme transcurre el tiempo de digestión dentro del organismo.

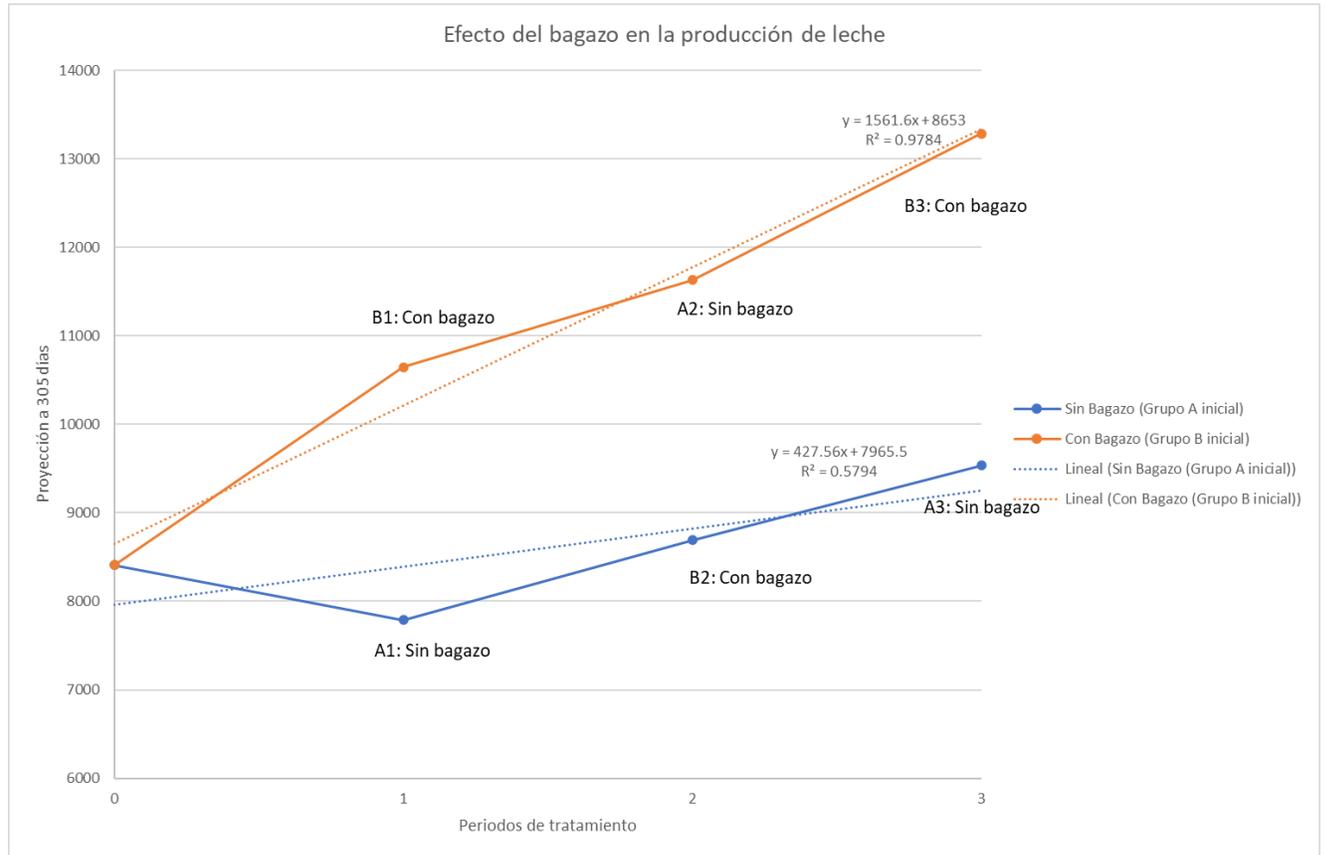


Figura 23. Comparación de los dos grupos de experimentación

En la Figura 23 se puede apreciar el avance el experimento. El grupo A que inició sin bagazo con el simple hecho de cambiar la dieta del rancho, cayeron bastante, después subieron un poco. Cuando se cambia la dieta de este grupo, en las proyecciones a 305 días, alcanzaron los 8'500 litros, después cuando regresaron a la dieta inicial, siguieron avanzando hasta superar los 9'400 litros. El grupo B que inició con bagazo, se mantuvo, al momento de cambiar la dieta, siguió avanzando hasta superar los 11'500 litros, y cuando regresó a la dieta con bagazo pudo llegar

más allá de los 13'000 litros. Los avances progresivos en la producción no solo se deben a las dietas, si no a la época del año, que es de las mejores para la producción, así que se puede saber que el establo mejoró en varios aspectos, es por ello que las producciones se mantienen y avanzan un poco

Cuadro 21. Cambio en la proyección de leche 305 días de las vacas en tratamiento con respecto a su proyección inicial (100%)

DEL	B0	B1	A2	B3	A1	B2	A3	TOTAL GENERAL
120-149	109.4%	99.4%	130.5%		156.9%	240.3%	180.1%	156.5%
150-179	115.9%	103.5%	115.3%	146.4%	121.0%	181.2%	244.9%	152.9%
180-209	100.3%	115.8%	112.4%	130.3%	120.9%	152.6%	206.6%	142.3%
210-239	117.9%		118.4%	130.4%	123.2%	126.5%	169.0%	136.3%
240-269	115.4%	158.7%	136.0%	133.1%	117.6%	152.0%	135.2%	135.1%
270-299	103.5%	112.6%	172.6%	150.4%	98.2%	133.9%	167.0%	129.3%
TOTAL GENERAL	111.0%	110.3%	119.9%	133.4%	130.9%	175.9%	190.6%	144.8%

Cuadro 22. Cambio en la proyección a 305 días como porcentaje de las vacas en su periodo de inicio y sus cambios en dieta

	Periodo 0: Ración B0	Periodo 1: B0 a A1, B0 a B1	eem	Periodo 2: A1 a B2, B1 a A2	eem	Periodo 3: B2 a A3, A2 a B3	eem	Promedio
Ración A	100%	113.8%	4.4%	109.8%	1.3%	107.5%	0.4%	110.4%
Ración B	100%	103.0%	4.2%	114.2%	0.8%	113.2%	0.7%	110.1%
Diferencias	0.0%	-10.9%		4.4%		5.6%		-0.3%

* Se retiró a la vaca 15 y 23, por su Proyección305 demasiado alta (16 vacas por grupo)

El cambio de proyección a 305 días (Proy305d) con la ración B (con BC) fue igual a la ración A (sin BC) (110.4% vs. 110.1%, $P > 0.05$), pero esto se debe al primer periodo negativo. Al inicio, la ración A (sin BC) tener un aumento en Proy305, (113.8%) pero luego empieza a bajar

La Ración B tiene un aumento al final de la prueba al final, La diferencia fue de 5.0% más con la Ración con BC, que en la ración sin BC.

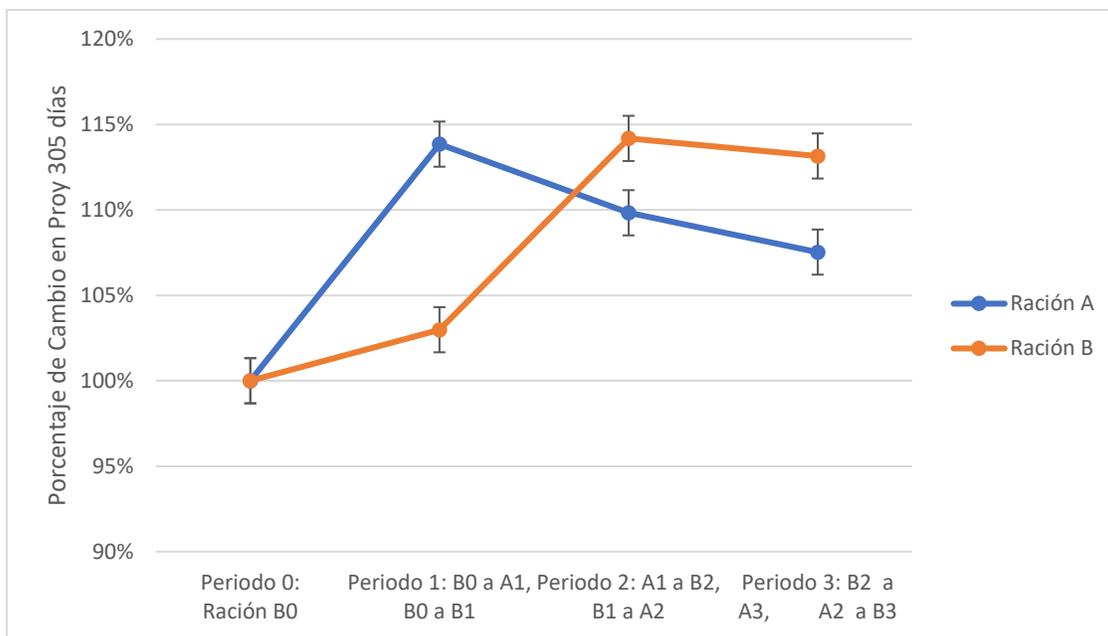


Figura 24. Porcentaje de cambio en la proyección a 305 días con las dos raciones

*Las barras de error representan el error estándar de la media (eem), P<0.05

En la Figura 24 se puede observar que del periodo B0 a A1 hay un incremento en la producción debido al cambio de dieta a una dieta balanceada para 40 litros de leche con 39 Mcal de energía y 3.96 kg de PC, después hay una disminución ligera y se mantiene entre 10-7.5 % de aumento en la proyección de leche. En la ración B del cambio B0 a B1 no presenta un incremento importante debido a que es la misma dieta, pero se ve un pequeño aumento (3%) debido a las condiciones climáticas y de mejora en el establo; de B1 a B2 hay un cambio importante en la proyección de leche (11.2%) y se mantiene prácticamente igual hacia el final de la lactancia. Ambas dietas mostraron una mejoría, sin embargo la dieta con bagazo de cervecería tuvo buena producción de leche y un costo menor.

Después de 115 días los animales seguían produciendo 10% más aproximadamente, que su producción inicial.

Cuadro 23. Análisis de grupos: Grupo A vs Grupo B

Grupo B			Grupo A		
De B0 a B1	Bajó	-0.66%	De B0 a A1	Subió	19.87%
De B1 a A2	Subió	9.55%	De A1 a B2	Subió	45.02%
De A2 a B3	Subió	13.54%	De B2 a A3	Subió	14.67%
Total		20.12%	Total		71.62%

*Grupo A (Sin bagazo-con bagazo-sin bagazo)

*Grupo B (Con bagazo-sin bagazo-con bagazo)

En el Cuadro 21 y Cuadro 22 se puede apreciar que cada vez que se incorporó bagazo en la dieta hubo un incremento en la producción de leche, sobre todo el grupo A cuando cambió su dieta en el segundo periodo, es decir cuando paso de no tener bagazo a tenerlo, y se puede ver también que al momento de que regresó a su tratamiento inicial (es decir sin bagazo en dieta) la producción no fue la misma. Evidentemente la producción también va estrechamente relacionada con la calidad de leche, es decir que al mantener o incrementar esta, la grasa y proteína se ven involucradas indirectamente. Hay empresas de recolección de leche (Danone, Nestlé, Bionda, Santa Clara y El Escalón) que pagan más por una leche de calidad con contenidos de proteína superiores a 3.2 % y contenidos de grasa superiores a 3.5 % (incluso Danone en su proyecto Margarita, premia al productor que alcance un promedio de grasa del 4% en todo el año).

Cuadro 24. Comparación por tratamiento

B1	-0.66%	A1	19.87%
B2	45.02%	A2	9.55%
B3	13.54%	A3	14.67%
Promedio B	19.30%	Promedio A	14.70%
Diferencia B-A	4.60%		

En el cuadro 22 se puede ver numéricamente que los dos grupos presentan incremento en la producción de leche debido a las condiciones del inicio del año que favorecen a la producción; sin embargo, se puede ver que el grupo B presenta una mayor proyección a 305 días que las que tuvieron la dieta sin bagazo, que subieron un 14.7%, las que tuvieron bagazo subieron 19.3%, es decir 4.6% más que las que no tuvieron bagazo en su dieta.

En relación con la producción de leche del establo que en promedio es de 26.54 litros/vaca, la diferencia sería de 1.19 litros/vaca con bagazo de cervecería en la dieta. Económicamente representa \$12.60, sumados los \$11.30 de lo que cuesta más una dieta sin bagazo, se podrían ganar \$23.9 con la incorporación de la dieta con este ingrediente por cada vaca por día. Lo cual indica que una dieta con bagazo no solo mantiene la producción, si no que la sube ligeramente y genera un incremento de ganancias para los establos pequeños.

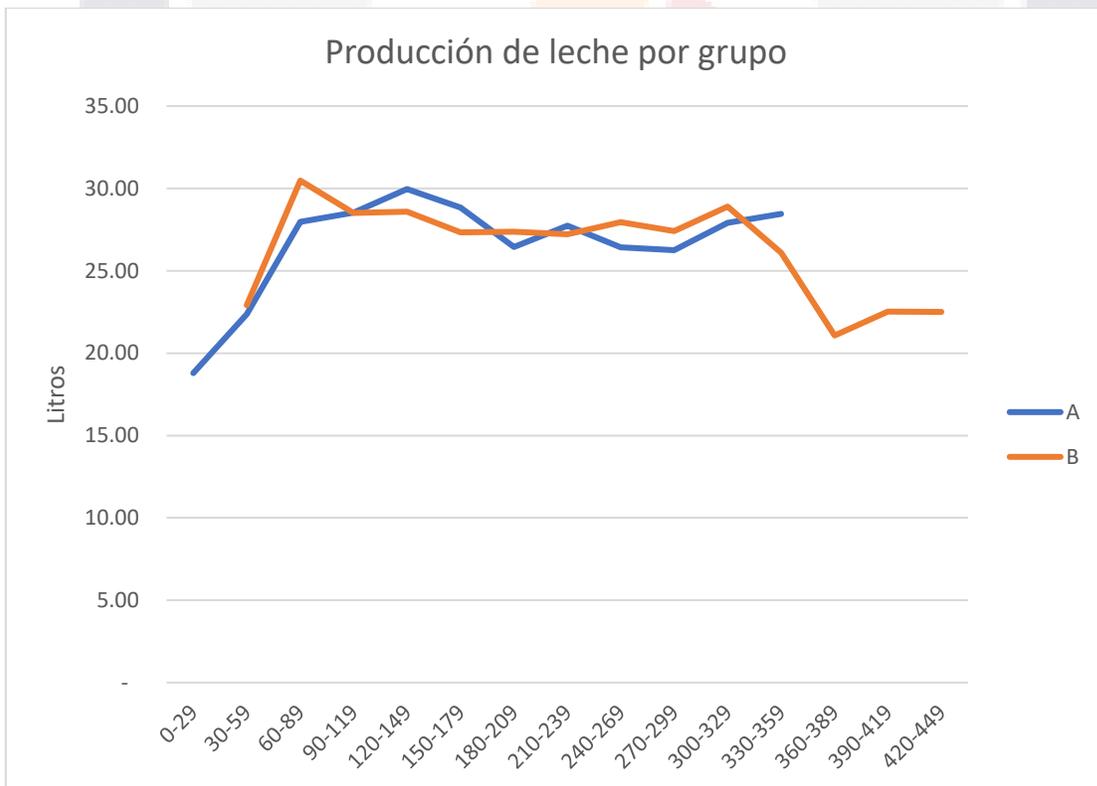


Figura 25. Comparación de producción de leche por grupo

Cuadro 25. Comparación de grasa en leche por diferentes tratamientos

Promedio de grasa en leche (g/L)			
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
Grupo A	39.78	40.32	39.02
Grupo B	40.53	38.83	39.01

Cuadro 26. Comparación de proteína en leche por diferentes tratamientos

Promedio de proteína en leche (g/L)			
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
Grupo A	34.42	35.31	34.43
Grupo B	35.45	34.74	35.34

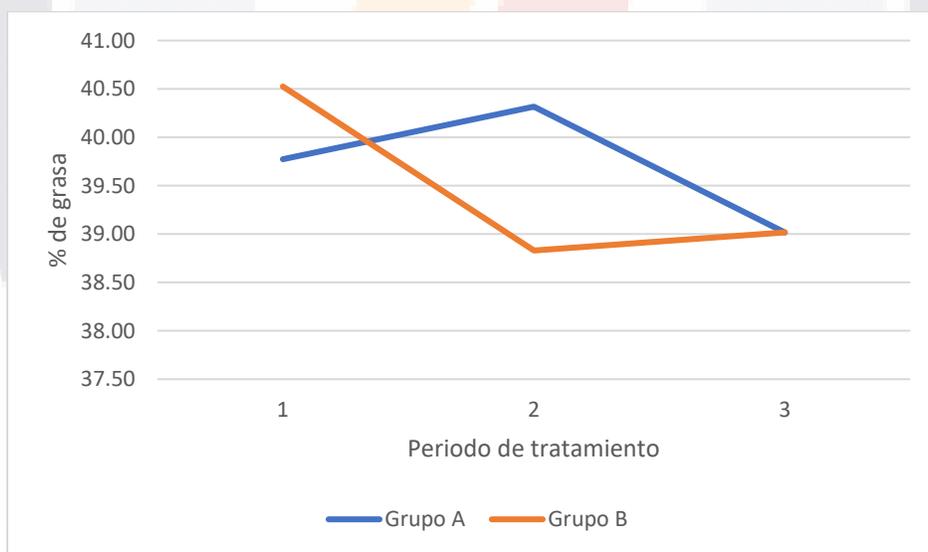


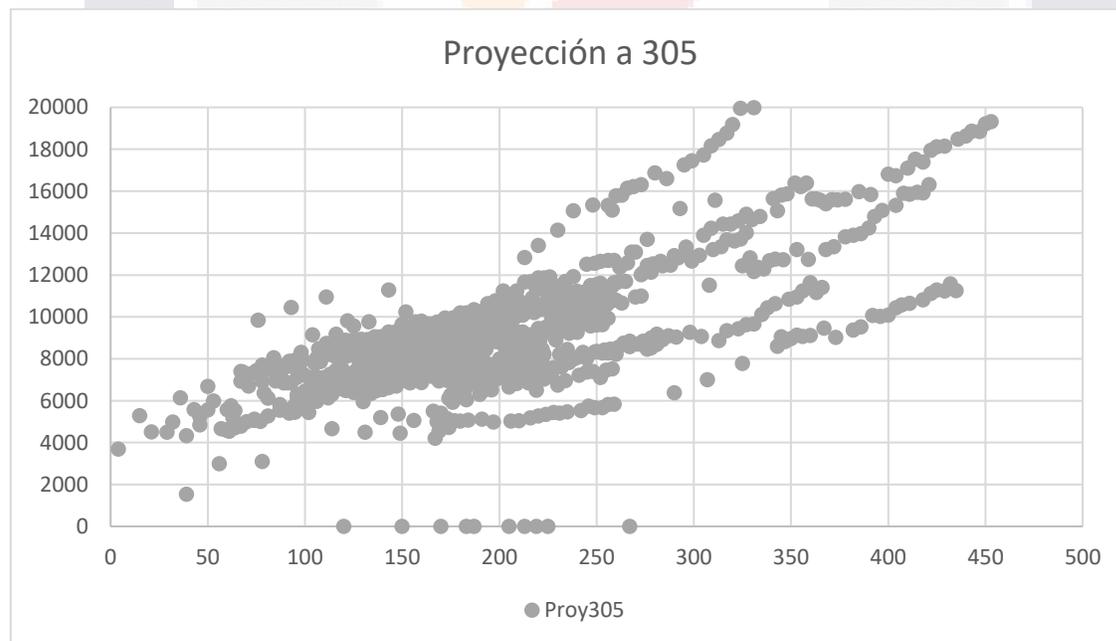
Figura 26. Comparación de grasa en leche por tratamientos

En el Cuadro 24 y la Figura 25 se puede observar la comparación de la producción de grasa en leche por cada uno de los dos grupos de estudio. El grupo de comenzó

con el ingrediente estudiado en la dieta, su producción de grasa estuvo en promedio 40.5 g/L, cuando cambió al tratamiento sin bagazo disminuyó su grasa 1.7 g/L para incrementar 0.19 g/L cuando volvió al tratamiento inicial de bagazo. Mientras tanto el grupo A, que inició sin bagazo, su promedio en el primer mes fue de 39.78 g/L, cuando cambió al tratamiento con el ingrediente, incremento su grasa 0.54 g/L y en el tercer mes que se le quitó disminuyó su grasa 1.3 g/L. Si bien no hay una gran diferencia en la grasa en leche, se puede ver que la producción de ésta puede mantenerse e incrementar ligeramente con un ingrediente en dieta como lo es el bagazo de cervecería.

En el Cuadro 25 se puede observar que de igual manera que el comportamiento de la grasa en la leche, ésta disminuye muy poco cuando se retira el bagazo de la dieta y cuando se incorpora aumenta también ligeramente, no representa un gran porcentaje pero se aprecia un poco de mejoría en este nutriente.

Figura 27. Proyección 305 días hato completo



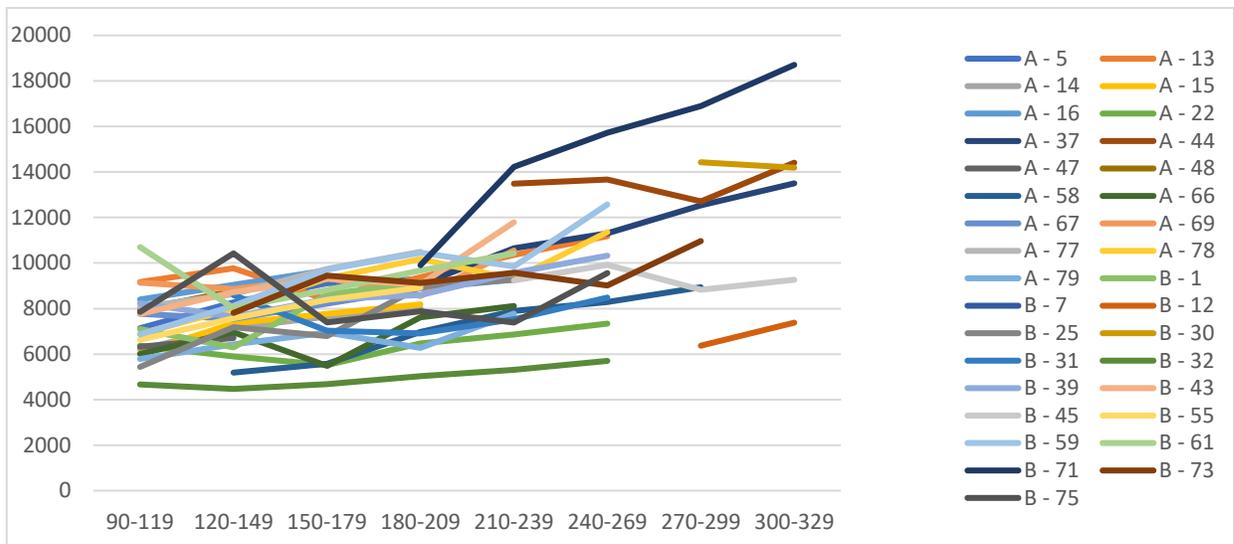


Figura 28. Proyección a 305 días en leche por individuo

En la Figura 25 y 26, se puede apreciar la proyección a 305 días en leche, se pueden observar individuos debajo de los 5'000 litros, lo cual son animales que evidentemente deben ser retirados (este proyecto también permite identificar las oportunidades de crecimiento del establo), se pueden apreciar individuos extraordinarios que superan los 12'000 litros, que son los animales que se buscan. La gran mayoría se mantiene entre los 7'000 y los 10'000 que es el promedio aproximado de la raza Holstein, el punto de equilibrio es de 7'500 litros (Haubi, 2015).

4.4 Análisis Económico

Este análisis económico es una estimación mensual, puede ser muy relativo ya que la producción y las ventas son muy variables.

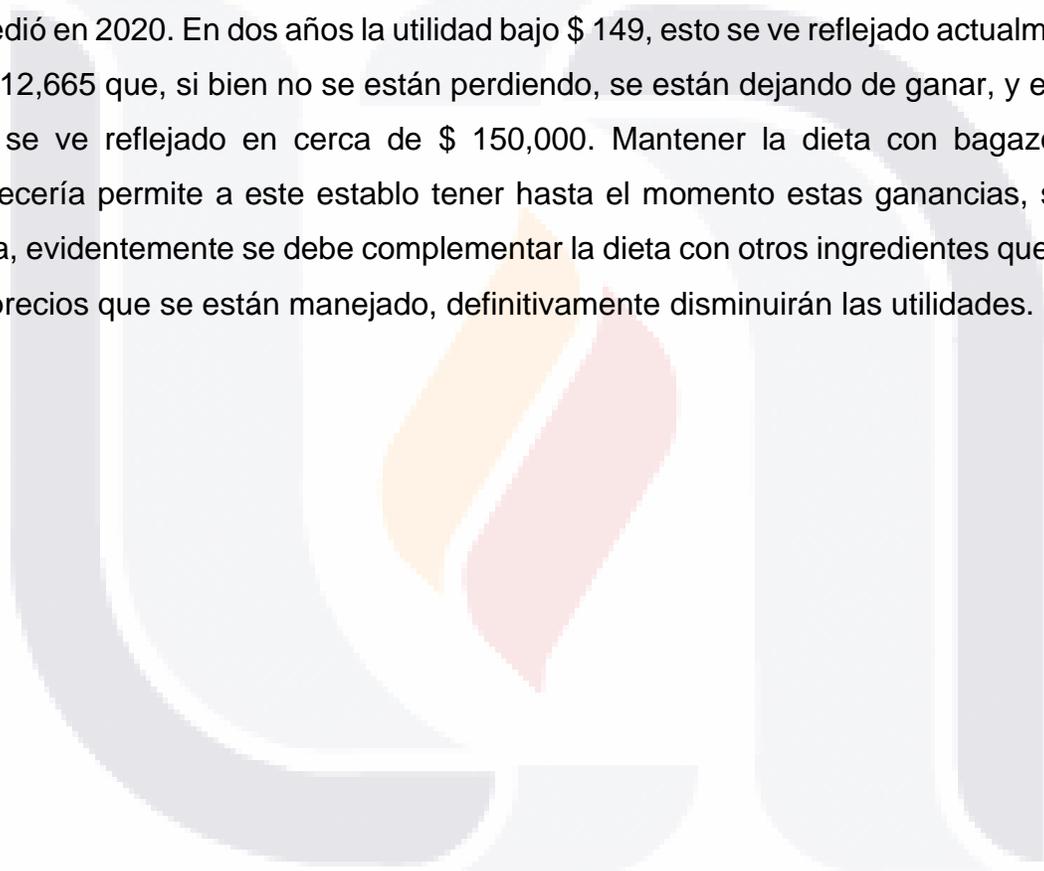
Cuadro 27. Análisis económico del hato noviembre 2023

	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Precio final	Suma total
Ingresos					
Leche	52,000 L.		\$ 10.50	\$ 546,000	
Vacas de desecho	2		\$ 32	\$ 30,000	
Beceros	2		\$ 12	\$ 1,000	
Estiércol	3		\$ 400	\$ 1,200	
Venta leche bronca	100 L		\$ 15	\$ 1,500	\$579,700
Egresos					
Alimento:					
- Concentrado	600costales	40 kg	\$ 8.60	\$ 206,400	
- Alfalfa, heno	520 pacas	30 kg	\$ 6.00	\$ 93,600	
- Bagazo de cervecería	40 t		\$ 1.30	\$ 52,000	
- Minerales	4costales	50 kg	\$ 20	\$ 4,000	
- Silo de maíz	40 t		\$ 2.20	\$ 88,000	
Medicamentos				\$ 14,000	
Mano de obra				\$ 16,000	
Energéticos	240 L		\$ 21.5	\$ 5,200	
Electricidad				\$ 20,000	
Agua				\$ 12,000	
Renta				\$ 6,000	\$517,200
Utilidad Hato Mes (UHM)				\$ 86,500	
Número de vacas en producción del hato				85	
Utilidad vaca mes (UVM)				\$ 741.17	

El análisis económico de un hato es una estimación minuciosa que se debe de realizar constantemente para comparar los resultados anteriores del establo con los actuales. La única manera de saber si las cosas funcionan es haciendo análisis con los datos del año pasado. Los establos de los ganaderos que no se actualizan están condenados a sufrir las problemáticas de los costos financieros.

Para realizar un análisis económico es necesario recopilar todos los gastos que se realizan diariamente y sumarlos al mes. Actualmente los establos están teniendo un

rendimiento muy bajo, debido a las pasturas más caras, escasez de agua, falta de personal capacitado, precio de la leche estancado, entre otros factores. Evidentemente la inflación ha ido incrementado (8.41%) y los costos de la misma manera, comparando la Utilidad Vaca Mes (UVM) de 2021 en el establo de estudio fue de \$ 890, ahora para 2023 la Utilidad Vaca Mes (UVM) es de \$ 741, han incrementado las vacas de producción y no se ha podido incrementar la utilidad, no es una utilidad tan deficiente, pero, si no mejora, con la inflación esperada para 2024, comenzarán a desaparecer los pequeños ganaderos, como en su momento sucedió en 2020. En dos años la utilidad bajo \$ 149, esto se ve reflejado actualmente en \$12,665 que, si bien no se están perdiendo, se están dejando de ganar, y en un año se ve reflejado en cerca de \$ 150,000. Mantener la dieta con bagazo de cervecería permite a este establo tener hasta el momento estas ganancias, si se retira, evidentemente se debe complementar la dieta con otros ingredientes que con los precios que se están manejado, definitivamente disminuirán las utilidades.



5. Discusión

5.1 Análisis nutrimental

En el análisis químico proximal, se pueden observar resultados muy similares a los que habla Martínez (2020) y Ferrari y colaboradores (2016), donde mencionan que el bagazo de cervecería debe tener del 70 al 75% de humedad, comparado con lo que dice FEDNA en su tabla de 2021, es muy similar, también en el porcentaje de proteína (26.30), porcentaje de grasa (7.93) y los valores de FDN (53.2). El bagazo que se analizó presentó 74.99% de humedad, 29.14% de proteína, 9.64% de grasa y 51.18% de FDN; lo cual nos quiere decir que es un bagazo muy alto en proteína y grasa, y prácticamente con los mismos resultados de FDN que el analizado por FEDNA. Lo más destacable es que al ser un alimento húmedo contenga una alta cantidad de proteína (en base seca), si bien su materia seca es baja, el porcentaje de proteína que contiene en su presentación normal es del 7.28%, al provenir de un producto el cual ya fue procesado, se considera un buen porcentaje de proteína para este ingrediente. Además, es un ingrediente que aporta agua a la ración, y la vuelve más húmeda (en dietas altas en ingredientes secos puede funcionar muy bien).

Comparando los dos análisis químico-proximal que se hicieron se puede observar que el bagazo estudiado en el mes de noviembre cuenta con algunas características de mejor calidad, tomando en cuenta que el primer análisis realizado fue también del bagazo recién llegado; el bagazo de noviembre tiene 1.89% más de materia seca (MS), 1.06% más de proteína cruda (PC) y 2.34% más de grasa cruda (GC). Comparando el análisis nutrimental a 3 tiempos (0, 48 y 96 horas de recibido), se puede observar que la materia seca va disminuyendo, primero un 0.8% y después un 1.5%, algo muy interesante es que la proteína cruda no se ve disminuida, al principio disminuye un 0.7% pero después incrementa un 2.1%, señalando que a pesar de tener tiempo en el establo su contenido proteico no se pierde. Algo que si sucede en la Energía Neta de Ganancia (ENg) Mcal/kg, disminuyendo 0.04 Mcal/kg en primera instancia y 0.09 Mcal/kg después; la Energía Neta de Lactancia (ENlac)

Mcal/kg no se ve tan afectada ya que disminuye muy poco entre las primeras 48 horas, tan solo 0.030 Mcal/kg, aunque después disminuye un poco más 0.07 Mcal/kg, sin embargo, no son cifras que se vean muy dañadas para el tipo de ingrediente y el tiempo en que lo consumen las vacas. Los minerales que contiene, la mayoría disminuye en base al tiempo (Calcio, Magnesio y Potasio), sólo el fósforo incrementa primero 0.05% y después 0.13%. la grasa cruda (GC) es la propiedad que menos se deteriora, tan sólo bajando 0.2% entre las 0 y las 96 horas que se cuenta con el bagazo. Independientemente cualquiera de los tres análisis realizados del mismo bagazo salieron con mejores resultados que los de FEDNA (2021). Revisando estos análisis indican que la calidad del bagazo de cervecería varía dependiendo la época del año; el bagazo que se produce en la época de invierno (noviembre-febrero) es un mejor ingrediente que el que se produce en primavera-verano (marzo-agosto) ya que no se ve tan afectado sobre todo por factores climáticos como el calor y el agua, y tampoco hay un gran crecimiento de microorganismos dañinos como larvas u hongos. Evidentemente es un ingrediente que al tener alta humedad se descompone con el paso del tiempo que tarda en utilizarse, entre mayor sea el tiempo que se guarde, perderá poco a poco sus características proteicas; como se vio en los resultados obtenidos como lo menciona Martínez (2020).

5.2 Digestibilidad *in situ* e *in vitro*

La digestibilidad *in situ* que presentó nuestro bagazo, es una digestibilidad lenta al inicio, y que va avanzando continuamente conforme a las horas, que concuerda con lo mencionado por Pantoja (2020), también menciona que la degradabilidad de la proteína no es tan alta, y se comprobó con el análisis de degradabilidad efectiva a 48 horas (que se ve afectada por la tasa de pasaje y es alta para un alimento muy molido), ya que se degradó en ese tiempo el 23%, como también lo menciona Poveda (2018), el bagazo de cervecería puede ser una gran alternativa de proteína, ya que contiene más proteína que una buena alfalfa (aunque funciona diferente). Esto también coincide con el porcentaje de proteína digerido, al funcionar como una

proteína de sobrepaso, la digestión primaria es rápida, y después se vuelve un poco lento. Y en cierto modo esto tiene que ver con la degradabilidad efectiva del ingrediente.

No podemos comparar la digestibilidad del bagazo de cervecería con la de la alfalfa o el rastrojo, que evidentemente es más rápida la de estos ingredientes por su contenido de fibra y otros componentes como lo menciona Rogers (2002). Comparado con la gran variedad de bagazos de otros alimentos, es evidente que el porcentaje del bagazo de cervecería está muy por encima de los demás, comparando los resultados de Fernández Mayer (2021). Nos podemos dar cuenta que como comenta Costa Junior (2021), el bagazo de cervecería es un gran ingrediente rico en compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos que funcionan como antioxidantes, y funciona muy bien en el rumen de la vaca.

La dieta anterior del rancho era una ración demasiado alta en proteína, lo cual puede repercutir en problemas reproductivos (abortos, infertilidad, vacas sin estro y estros silenciosos)(proteína cita). El Dr. Haubi (comunicación personal, 2023) menciona que la dieta de una vaca debe de 40 Mcal por día y 4 kg de proteína cruda, para vacas de 40 litros de producción diaria, por lo que la ración que se balanceó para el grupo A tuvo esas características (ver Cuadro 12). Se encontró que el grupo B come el bagazo de cervecería prácticamente *ad libitum* por lo que puede estar consumiendo hasta 5.25 kg de proteína cruda diaria (aprox. 20% PC), lo que puede llevar a un desbalance en el aporte proteína-energía. Esto también puede repercutir económicamente como lo comenta el Dr. Olmos Colmenero (comunicación personal, 2023) ya que se está consumiendo proteína de más (que es costosa) y no se está aprovechando al 100%. También hay un gasto energético extra para eliminar la urea (3 ATP/molécula de urea) y problemas de amoniaco que pueden llevar a síndrome urémico en las vacas.

5.3 Calidad y cantidad de leche

En las pruebas de calidad de leche de vacas alimentadas con el bagazo de cervecería, no se encontró ningún daño ni en la leche ni de salud animal, como lo mencionado por Mammi (2022). Se observó que los animales alimentados con bagazo de cervecería su leche contiene 1.5 g/L más de proteína y 1.4 g/L más de grasa que los animales alimentados sin bagazo de cervecería lo cual puede mostrar una mejora en la función ruminal y de esta manera prevenir la acidosis ruminal que como menciona Ramos (2009). Las vacas con alta probabilidad de padecer acidosis son las que tienen menos de 2.7 % de grasa en leche; estos resultados son de gran importancia, ya que en la actualidad las grandes empresas se basan mucho en la calidad de la leche para incrementar sus precios o premiar a los productores. Además, una leche con mayor cantidad de grasa es mejor para la producción de subproductos lácteos como queso o crema.

El bagazo de cervecería no sólo tiene fines de consumo animal, si no como lo comenta Lagüéns-Pérez (2018), puede ser utilizado en la fabricación de alimentos para consumo humano; se ha visto la factibilidad del uso del bagazo de cerveza como materia prima para la producción de harina, debido al alto valor nutricional y energético que tiene (Pérez, 2020); unido a lo mencionado por Vastolo (2022), aprovechamos los residuos industriales dándoles un segundo uso, disminuyendo la contaminación y colaborando con el planeta. Aunado a lo descrito por Tarsicio en 2018, puede ser un residuo que tenga sus desventajas ya que es muy susceptibles al crecimiento microbiano y puede generar problemas posteriores, pero si se tiene el debido cuidado y la atención requerida puede ser un ingrediente potencial para las raciones de ganado productor de leche. También se debe tener mucho cuidado con implementar este ingrediente como principal en una dieta de ganado lechero debido a que las proteínas de la dieta, según sea su tipo, difieren significativamente en cuanto a su carga ácida potencial y por lo tanto, en su efecto generador de acidosis metabólica. Una dieta con un elevado contenido en proteínas de cenizas ácidas ocasiona una pérdida de calcio excesiva debido a su contenido acidogénico (López-Luzardo, 2009). En estos casos la adición de amortiguadores externos a una

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

dieta hiperproteica, bien en forma de sales químicas (bicarbonato de sodio, citrato de potasio, etc.) o bien en forma de frutas y hortalizas, reduce la excreción urinaria de ácidos y de calcio. Se puede lograr así detener la resorción ósea e incluso incrementar la acreción de hueso (Aparicio *et al.*, 2010). De esta manera se observa que tener una dieta balanceada con bagazo e ingredientes adicionales con poca proteína se puede generar un buen equilibrio ayudando a los animales y su producción.

El uso de este ingrediente puede apoyar a los pequeños ganaderos a incrementar sus ganancias dando una dieta adecuada para sus animales. Como menciona Martínez (2009), la producción de leche actual es cada vez más complicada, el uso de maíz para producir etanol, la escasez de agua en las regiones áridas y semi-áridas por todas partes, el incremento en el precio de casi todos los insumos y la posible sequía acaban las producciones lecheras. Por los resultados obtenidos, y revisando las desventajas que el bagazo húmedo puede traer, como la formación de hongos o larvas, una de las opciones más adecuadas, puede ser deshidratarlo y darlo como un suplemento o hasta un sustituto de algunos concentrados (Ferrari *et al.*, 2016) ya que de esta manera se tiene un control de materia seca bastante estricto sin problemas y efectivo por el gran porcentaje de proteína que contiene. El ingrediente por sus características en general se puede utilizar para la suplementación de hembras en el último tercio de gestación, para las engordas y los destetes (Ferrari *et al.*, 2016).

5.4 Análisis económico

De acuerdo con los resultados obtenidos, todos los animales subieron su producción debido a la época de año, ya que, en la temporada de enero a junio, se tienen buenos climas y pasturas de buena calidad. Sin embargo, se observó que la dieta con bagazo puede incrementar un 19.3% de producción de leche, 4.6% más que una dieta sin bagazo y ahorrando \$ 11.30 de costo de dieta por vaca diario, lo cual podría significar, junto con el incremento de producción de leche, un total de \$ 717 por vaca por mes que los ganaderos podrían economizar y utilizar en otras cosas dentro de sus establos. Aparentemente es poco, pero son alrededor de \$ 8'600 de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ahorro por vaca por año, lo cual se vería reflejado en una mayor cantidad de ganancias para los productores hidroclidos.

Durante este mismo proyecto se vio el incremento de la inflación que está sufriendo México (Pasquali, 2022). Tan sólo la dieta sin el ingrediente estudiado que se utilizaba en 2021 costaba \$ 154.00, ahora a finales de 2023 cuesta \$ 206.00, es decir 31.16% más, lo cual se ve reflejado en las utilidades del hato ya que el precio de la leche no ha incrementado de la misma manera que los ingredientes utilizados.

El uso de este suplemento con los resultados vistos mantuvo el costo de la ración para las vacas lecheras por debajo del precio si no lo incluyéramos, y como menciona Rivas (2017) se pueden obtener mejores ganancias si se adecúan dietas con el bagazo de cervecería, sin disminuir las producciones. En total acuerdo con lo que Mammi (2022) el bagazo de cervecería podría servir como reemplazo de las fuentes de almidón y proteína, aumentando así sustancialmente la sostenibilidad de la producción lechera al reducir la explotación de la tierra para la producción de cereales y leguminosas y de alguna manera colaborando con el medio ambiente.

El proyecto en lo personal me aportó una gran cantidad de conocimientos, pude mejorar varios aspectos desde lo académico y profesional. Me permitió ver la producción de una manera diferente. En el establo se vio un gran cambio, por que mejoramos el control, las dietas, los animales y el manejo, y eso en un futuro puede repercutir en las ganancias y esperamos lograr un establo sustentable y con producciones de calidad.

6. Conclusiones

El presente trabajo que se realizó para evaluar el uso de bagazo de cervecería permite concluir que, este ingrediente ofrecido al ganado lechero en Granja “La Esperanza” es de una buena calidad y aceptable, que se puede comparar con cualquier otro bagazo de cervecería del mundo. Es una muy buena alternativa de proteína que se ve repercutido en la calidad de leche y que los ganaderos pueden usar para mejorar su producto. La degradabilidad de las proteínas y la digestibilidad en general es baja, esto es debido a que es una proteína de sobrepaso, que se mantiene poco tiempo en rumen ya que la proteína se digiere en mayor cantidad en el intestino. Por otro lado el bagazo de cervecería es un alimento que incrementa el consumo al ser sensorialmente atractivo, aporta una gran cantidad de nutrientes (vitaminas y minerales) y se puede dar en cualquier región sin mayor problema.

Es un alimento de gran utilidad nutricional, económico y de gran impacto ambiental. Puede ser un ingrediente que, utilizado en cantidades adecuadas, bajo almacenamiento correcto y otorgado a los animales en buen estado en dietas correctamente balanceadas, genere una producción de leche aceptable y de calidad, que les permita a los productores pecuarios comercializarla a un buen precio y generar más ganancias para mejorar la calidad de vida de sus familias.

Bibliografía

- Aguilera Soto, J. I. (2008). Utilización y aprovechamiento de bagazo de cervecería en la alimentación de animales domésticos. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de ciencias biológicas.
- Alba, S. A. (2017). Determinación de parámetros fisicoquímicos en leche. Trabajo de fin de grado. Departamento de Química. Área de Química Analítica: Universidad de la Laguna.
- ANKOM. (2013). Operator's Manual. Daisy ANKOM Technology.
- Arias Lafargue, T., & López Ríos, L. (2015). Propuesta tecnológica para el aprovechamiento energético del bagazo de cebada malteada de la cervecería Hatuey. *Tecnología Química*, 356-374. Volumen 35.
- Ball, M. (1977). The worshipful company of brewers: a short history. Hutchinson Benhan. London, England 143. Volumen 53 Número 1
- Banforth, C. (2008). Beer: tap into the art and science of brewing (2nd ed.). Oxford University Press, New York. N.Y.
- Beerlabteam. (2020). The beer lab. La utilización responsable de residuos cerveceros Obtenido de: <https://beerlab.com.mx/2020/01/31/la-reutilizacion-responsable-de-residuos-cerveceros/#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20tambi%C3%A9n%20se%20puede%20deshidratar,venta%20de%20un%20nuevo%20producto.> (30 de diciembre de 2021).
- Calcaterra, F. (2021). Utilización del bagazo de la industria artesanal de cerveza en alimentación caprina. Evaluación de parámetros ruminales y digestibilidad del tracto total. Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Agronómica.: No. de Lejado: 27319/7. DNI: 38.087.205.
- Camacho, C., & Grande Carlos. (2020). Bagazo de malta (BSG): Biorresiduo con potencial aplicación a nivel funcional, material y energético. *Brewers'spent grain (BSG): Bioresidual with potential application at funtional, material and energetic level.* Universidad del Atlántico. ISSN-e 2216-1368, ISSN 1692-8261, Vol. 19, N°. 1, 2021
- Casera, C. (2009). Cerveza Casera. Obtenido de <https://cervezacasera.com.mx/historia-de-la-cerveza-en-mexico/>(24 de noviembre de 2021)
- Castillo-Lopez, E., Ramirez Ramirez, H. A., Klopfenstein, T. J., Hostetler, D., Karges, K., Fernando, S. C., & Kononoff, P. J. (2014). Ration formulations containing reduced-fat dried distillers' grains with solubles and their effect on lactation performance, rumen fermentation, and intestinal flow of microbial nitrogen in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1578–1593. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6865>

- CEDRSSA. (2019). La producción y el comercio de lácteos en México. 3. Centro de estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria
- Colombatto, D. (2000). Análisis de alimentos: Aplicaciones prácticas. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1-9.
- Costa Júnior, L. F., Valente, G. de F. S., & Silva, M. da M. C. (2020). Modelling of the extraction of phenolic compounds from beer malt bagasse using artificial neural network. Odelagem de extracao de compostos fenólicos de bagaco de malte de cervejaria usando redes neurais artificiais *Brazilian Journal of Development*, 6(9). <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-746>
- Economía, S. d. (2012). Análisis del sector lácteo en México. Dirección General de Industrias Básicas. Secretaría de Economía 1-20.
- Espinoza, F. (2011). Valoración energética de alimentos. UNED. Facultad de Ciencias. Nutrición y Dietética.
- FAO. (2023) Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Portal lácteo. Obtenido de Leche y productos lácteos: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/> (28 de Diciembre de 2021).
- FEDNA. (s.f.) Bagazo de cerveza húmedo. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/bagazo-de-cerveza-h%C3%BAmedo (3 de enero de 2021).
- Fermin, S. S. (2017). Expansión. Obtenido de México está en un momento récord en la producción de leche: <https://expansion.mx/empresas/2017/06/01/mexico-esta-en-un-momento-record-en-la-produccion-de-leche>. (9 de enero de 2022)
- Fernandez Mayer, A. (2021). Utilización del bagazo de cítricos en la alimentación de rodeos bovinos de carne y leche. Use of citrus pomace in bovine diets por meat and milk production. Inta Bordenave. Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS). ISSN 2683-9520. Revista del Foro de la Alimentación, la Nutrición y la Salud (RFANUS) Volumen 3 (N°2- 2021)
- Fernandez-Mayer, C. A. (2014). Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. Boletín Técnico N°20, ISSN 0327 – 8549.
- Ferreira, L. (2014). Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales. Cátedra de Agroindustrias y Laboratorio de investigación en productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP.,9-41

- Foroutan, A., Guo, A. C., Vazquez-Fresno, R., Lipfert, M., Zhang, L., Zheng, J., Badran, H., Budinski, Z., Mandal, R., & Ametaj, B. N. (2019). Chemical composition of commercial cow's milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(17), 4897–4914.
- Gallardo, M. (2014). Ganadería de Precisión: uso de los subproductos de la agroindustria 5º jornada nacional de forrajes conservados. SCRIBD
- García, C. A. C., Montiel, R. L. A., & Borderas, T. F. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de Zootecnia*, 63(241). <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.592>
- Godínez, M. G. (2021). Manual de prácticas médico zootecnicas. Universidad Autonoma de Aguascalientes: Departamento de Ciencias Veterinarias. Centro de Ciencias Agropecuarias. Aguascalientes, México.
- González, G. d. (2010). Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz 2010 Calidad de leche cruda. Academia, 1-5.
- Guerrero, J. E. (2020). Análisis químico de alimentos para animales. San Juan de Pasto: Editorial Universidad de Nariño.
- Haubi, C. & Gutiérrez, J. L. (2015) Evaluación de unidades familiares de producción lechera en Aguascalientes: estrategias para incrementar su producción y rentabilidad. Evaluation of family dairy farms in Aguascalientes: strategies to increase production and profitability. *Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 19, núm. 2, 2015, pp. 7-34. Universidad de Colima, Colima, México. ISSN: 0188-7890
- Hough, J. S. (2011). *Bioteología de la cerveza y de la malta*: Ed. Acribia, S. A. Apartado 466-50080. Zaragoza, España. 1-47.
- IMCO (2023). Situación del agua en México. Instituto Mexicano para la Competitividad <https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/02/Situacion-del-agua-en-Mexico-1.pdf>
- INEGI. (2020). Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la cerveza. 8.
- INEGI. (2022). Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).
- Inés Camacho Villanueva, C., & David Grande Tovar, C. (2021). Bagazo De Malta (Bsg): Biorresiduo Con Potencial Aplicación a Nivel Funcional, Material Y Energético Brewers' Spent Grain (Bsg): Bioresidual With Potential Application At Functional, Material, and Energetic Level. *Prospectiva*, ISSN-e 2216-1368, ISSN 1692-8261, Vol. 19, N°. 1, 2021
- INTAinforma (2018) Bagazo de cebada, una alternativa para alimentar al ganado. Obtenido de <https://intainforma.inta.gob.ar/bagazo-de-cebada-una-alternativa-para-alimentar-al-ganado/> (7 de marzo de 2022).

- Juárez, C. (2021). Estadísticas de la Industria: Cifras de la producción de leche en México, un negocio que siempre crece. *Manufactura. The logistics world*
- Jung, H.G. and M.S. Allen (1995). *Journal of Animal Science* 73:2774-2790.
- Lagüéns-Pérez, S. (2018). Planta de obtención de arabinosilanos a partir de bagazo de cerveza para la formulación de alimentos funcionales. Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales. Valladolid, España.
- Larafgue, T. A. (2016). Propuesta tecnológica para el aprovechamiento energético del bagazo de cebada malteada de la cervecería Hatuey. *Tecnología Química*, vol. XXXV, núm. 3, septiembre-diciembre, 2015, pp. 356-374. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba
- LICONSA. (2012). Productores de leche Granjas Fátima y Pabellón de Arteaga. Centro de acopio: Granjas Fátima: Dirección de producción. Subdirección de maquila y compra de leche nacional. México
- LICONSA. (2021). Productores de leche Granjas Fátima. Centro de acopio: Granjas Fátima: Dirección de producción. Subdirección de maquila y compra de leche nacional. México
- Loera, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. vol.19 no.4 Puno oct./dic 2017. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.317>
- López-González, F., Cantú-Patiño, M. G., Óscar-Gama-Garduño, Prospero-Bernal, F., Colín-Navarro, V., & Arriaga-Jordán, C. M. (2020). Tall fescue and ryegrass pastures for grazing dairy cows in small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 23. 2-4. ISSN: 1870-0462
- Mammi, L. M. E., Buonaiuto, G., Ghiaccio, F., Cavallini, D., Palmonari, A., Fusaro, I., Massa, V., Giorgino, A., & Formigoni, A. (2022). Combined Inclusion of Former Foodstuff and Distiller Grains in Dairy Cows Ration: Effect on Milk Production, Rumen Environment, and Fiber Digestibility. *Animals*: (24) <https://doi.org/10.3390/ani12243519>
- Madrid Solorzano, J. M., Valles Rosales, D. J., Macias Martin, L. E., & Soto Nogueira, L. (2019). Generación de un material a partir del bagazo de Sotol para el desarrollo de productos. *Mundo FESC Journal*; Vol. 9 No 17 (2019); 31-34; *Revista MundoFesc*. Vol. 9 No. 17 (2019); 31-34; *Mundo FESC*; Vol. 9 Núm. 17 (2019); 31-34. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/358>
- Martínez, A. (2009) La marcha urbana y la necesidad de agua. *Hoard's Dairyman*. A. 15 No. 178. 596-598.
- Martínez, J. (2020). Producción de Harina de Bagazo a partir de un residuo de la industria cervecera. Área de consolidación Gestión de la Producción de

agroalimentos: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba

- Medina-Saavedra, T., Arroyo-Figueroa, G., Herrera-Méndez, C., Gantes-Alcántar, M., mexicano-Santoyo, L., & Mexicano-Santoyo, A. (2018). A proximal chemical analysis in craft beer solid waste, and its acceptance in sows. *Abanico Veterinario*, 8(3), 86-93. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.6>
- Miranda, M. J. (2019). Alimentos y bebidas, una llave maestra. *Alimentos Argentinos*, 12-14. No. 76 octubre 2019.
- Montiel-Olguín, L. J., Estrada-Cortés, E., Espinosa-Martínez, M. A., Mellado, M., Hernández-Vélez, J. O., Martínez-Trejo, G., Hernández-Andrade, L., Hernández-Ortíz, R., Alvarado-Islas, A., Ruiz-López, F. J., & Vera-Avila, H. R. (2019). Factores de riesgo a nivel de establo asociados con el desempeño reproductivo en el sistema de producción de leche a pequeña escala en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1-16 <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4825>
- Nuño, E. h. (2016). Lider empresarial. Obtenido de Aguascalientes en el mercado de la leche: <https://www.liderempresarial.com/aguascalientes-en-el-mercado-de-la-leche/> (3 de enero de 2021).
- OECD/FAO (2020), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>.
- OCLA. (2022). Situación de la Lechería Mundial durante el año 2020. World Dairy Situation 2021 de la Federación Internacional de Lechería IDF/FIL
- OCLA (2020) Evolución de la producción mundial de leche. Obtenido de <https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/18123105-evolucion-de-la-produccion-mundial-de-leche>. (29 de diciembre de 2021).
- OECD. (2013). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. 439. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001623.pdf>
- Oliveira, N. N., Mothé, C. G., & Mothé, M. G. (2022). Sustainable uses of cashew tree rejects: cashew apple bagasse and cashew gum. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12(7). <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00763-5>
- Omokanye, A., Hernandez, G., Lardner, H. A., Al. Maqtari, B., Gill, K. S., & Lee, A. (2021). Alternative forage feeds for beef cattle in Northwestern Alberta, Canada: forage yield and nutritive value of forage brassicas and forbs. *Journal of Applied Animal Research*, 49(1). <https://doi.org/10.1080/09712119.2021.1933990>
- Pantoja, R. G. (2020). Determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo para la aplicación en productos panificados. Universidad técnica del norte. Facultad de Ingeniería

en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador)
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10119/2/03%20EIA%20497%20T>.

- Philpot, W. (2001). Importancia de la cuenta de células somáticas y los Factores que la afectan. III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche. León, Guanajuato, México.
- Poveda, S. D. (2018). Aprovechamiento del bagazo de malta de cebada como insumo en la elaboración de una barra de cereales alta en fibra. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9). 50-65
- Poveda, S. J. (2018). Aprovechamiento del bagazo de malta de cebada como insumo en la elaboración de una barra de cereales alta en fibra. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador.
- Rahmadi, A., Heryanto, B., Yunanto, F. Y., & Mukti, M. P. (2021). Pemanfaatan Limbah Jagung sebagai Peningkatan Nilai Ekonomi Bagi Masyarakat di Desa Blimbing, Kecamatan Tarokan, Kabupaten Kediri. *COMSEP: Journal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(3). 1-5
<https://doi.org/10.54951/comsep.v2i3.177>
- Ramaswamy, N., Baer, R. J., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R., Kasperson, K. M., & Whitlock, L. A. (2001). Composition and flavor of milk and butter from cows fed fish oil, extruded soybeans, or their combination. *Journal of Dairy Science*, 84(10). 2-6 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74659-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74659-0)
- Ramírez-Navas, J. S. (2009). Composición mineral de la leche de vaca: los fosfatos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 57(1). 2-4
- Niño, J. A. (2009). Acidosis Ruminal y su Relación con la Fibra de la dieta y la Composición de Leche en vacas Lecheras. Facultad de veterinaria. Universidad Nacional de Cajamarca, 1-6.
- Reis, C. L. B., Silva, L. M. A. e., Rodrigues, T. H. S., Félix, A. K. N., Santiago-Aguiar, R. S. de, Canuto, K. M., & Rocha, M. V. P. (2017). Pretreatment of cashew apple bagasse using protic ionic liquids: Enhanced enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology*. 5 <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.019>
- Reyes, J. M. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 1695-7504. Volumen IX (9), 14-16.
- Reyna, M. D. (2017). Apuntes para la historia de la cerveza en México. México: Secretaría de Cultura.
- Rivas, J. M. (2017). Bagazo húmedo de cervecería como sustituto de cereales en la suplementación de ovinos. *Abanico veterinario* vol. 7 No.. 2-6
- Rivas-Jacobo, M., Herrera-Medina, R., Santos-Diaz, R., Herrera-Corredor, A., Escalera-Valente, F., & Martinez-Gonzalez, S. (2017). Bagazo humedo de

- cerveceria como sustituto de cereales en la suplementacion de ovinos. *Abanico Veterinario*, 7(3), 21-29. <https://doi.org/10.21929/abavet2017.73.2>
- Rogers, G. M., & Poore, M. H. (2002). Alternative feeds for beef cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 18, Issue 2). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00024-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00024-5)
- Sainz-Ramírez, A., Velarde-Guillén, J., Estrada-Flores, J. G., & Arriaga-Jordán, C. M. (2021). Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*Helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02708-0>
- Sauvant, D., Perez, J.-M. & Tran G. (2004) Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. Ediciones Mundi-Prensa. ISBN: 84-8476-177-0
- Serrano Riaño, J. Y., & Minga Narváez, S. P. (2015). Composición, beneficios y enfermedades asociadas al consumo de leche de vaca. *Revista Sthetic & Academy*.
- Tarsicio, M.-S., Gabriela, A.-F., Carlos, H.-M., Mariana, G.-A., Lilia, M.-S., & Adriana, M.-S. (2018). Análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal y su aceptación en cerdas. *Abanico Veterinario*, 8(3), 86-86–93. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.6>
- Tornadijo, M. E.; Marra, A. I.; García Fontán, M. C.; Prieto, B.; Caraballo, J. (1998) La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: Calidad química. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, vol. 2, núm. 2, diciembre, 1998, pp. 79-91. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Reynosa, México. ISSN: 1135-8122
- Torrente, S. E. (2019). Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera. Universidad complutense.
- Vallejo, E. I. (2012). Cálculo de los costos de producción, por litro de leche a una muestra determinada de asociados productores, para tratar de incluirlos en el programa institucional “Costos de producción por litro de leche” de la empresa Colanta.
- Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del. *Revista Facultad de Ciencias Basicas*, 14(1), 1-1–14. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Vastolo, A., Calabrò, S., & Cutrignelli, M. I. (2022). A review on the use of agro-industrial CO-products in animals’ diets. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 577–594.
- Vazquez, A. (2010). Organizaciones lecheras en los Altos Sur de Jalisco: un análisis de las interacciones productivas región y sociedad vol. 22. no 48..

- Vázquez, R. D. C., Perera-García, A., Carrillo-Ulloa, R., & de Villavicencio, M. N. (2019). Eficiencia en la recuperación del extracto en el mercado de harina de malta por. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 29(3), 58–61. URL: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=142874245&site=eds-live>
- Villalpando, V. (2018). Aguascalientes en el top ten nacional de producción lechera. *Innovación económica*.
- Villanueva, C. I. C., & Tovar, C. D. G. (2021). Bagazo de Malta (BSG) bio residuo con potencial aplicación a nivel funcional, material y energético. *Prospectiva* (1692-8261), 19(1), 1-1–17. <https://doi.org/10.15665/rp.v19i1.2472>
- Vogel, W. (1996). *Elaboración casera de cerveza*. España: Editorial Acribia S.A.
- Widiana, A., Ukit, U., Kusumah, P., Hanifah, H., & Wiharyati, A. (2021). Increasing the potential of Cajuput leaf waste as cattle feed through fermentation pretreatment. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1). <https://doi.org/10.24252/bio.v9i1.21215>
- Wright, K. M. (2001). *Amphibian medicine and captive husbandry*. Malabar, FL.: Krieger Publishing Company.
- Zaragoza-Esparza, J., Medina-Fernández, M. F., Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., López-López, C., Canales-Islas, E., Chávez-Gordillo, A., & Alonso-Sánchez, H. (2021). Productivity and quality of forage of three-way maize hybrids for the high valleys of México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4). 282-283. ISSN: 1021-7444

Anexos

Anexo 1

Cuadro 28. Producción de leche "Granja la Esperanza" 2022 Semana 34-37

Rancho la Esperanza						
Producción de leche						
FECHA	LECHE	Vacas Línea	Vacas secas	Total vacas	Promedio Lit	Promedio Hato
14/08/2022	1734	72	8	80	24.083	21.675
15/08/2022	1836	73	8	81	25.151	22.667
16/08/2022	1865	73	10	83	25.548	22.470
17/08/2022	1813	73	10	83	24.836	21.843
18/08/2022	1824	73	10	83	24.986	21.976
19/08/2022	1856	74	9	83	25.081	22.361
20/08/2022	1798	74	9	83	24.297	21.663
21/08/2022	1675	75	8	83	22.333	20.181
22/08/2022	1929	75	8	83	25.720	23.241
23/08/2022	1888	75	8	83	25.173	22.747
24/08/2022	1890	74	9	83	25.541	22.771
25/08/2022	1850	75	8	83	24.667	22.289
26/08/2022	1857	75	8	83	24.760	22.373
27/08/2022	1833	76	8	84	24.118	21.821
28/08/2022	1853	76	8	84	24.382	22.060
29/08/2022	1831	76	8	84	24.092	21.798
30/08/2022	1882	77	7	84	24.442	22.405
31/08/2022	1889	78	6	84	24.218	22.488
01/09/2022	1927	78	6	84	24.705	22.940
02/09/2022	1911	78	6	84	24.500	22.750
03/09/2022	1878	75	8	83	25.040	22.627
04/09/2022	1889	75	8	83	25.187	22.759
05/09/2022	1857	75	8	83	24.760	22.373
06/09/2022	1852	75	8	83	24.693	22.313
07/09/2022	1844	75	8	83	24.587	22.217
08/09/2022	1789	73	10	83	24.507	21.554
09/09/2022	1756	73	10	83	24.055	21.157
10/09/2022	1784	73	10	83	24.438	21.494

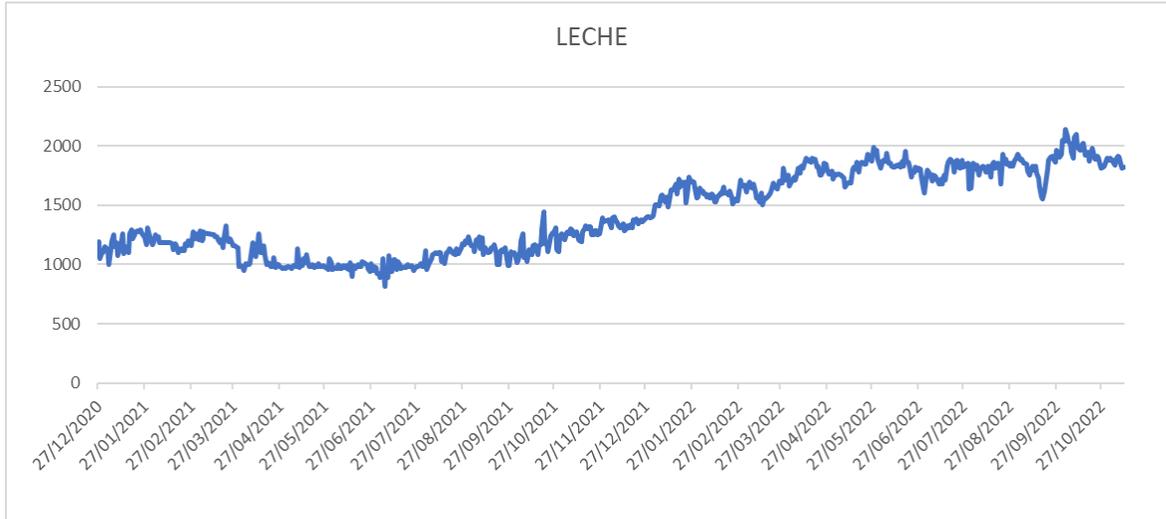


Figura 29. Producción de leche granja "La Esperanza" diciembre 2020 – noviembre 2022

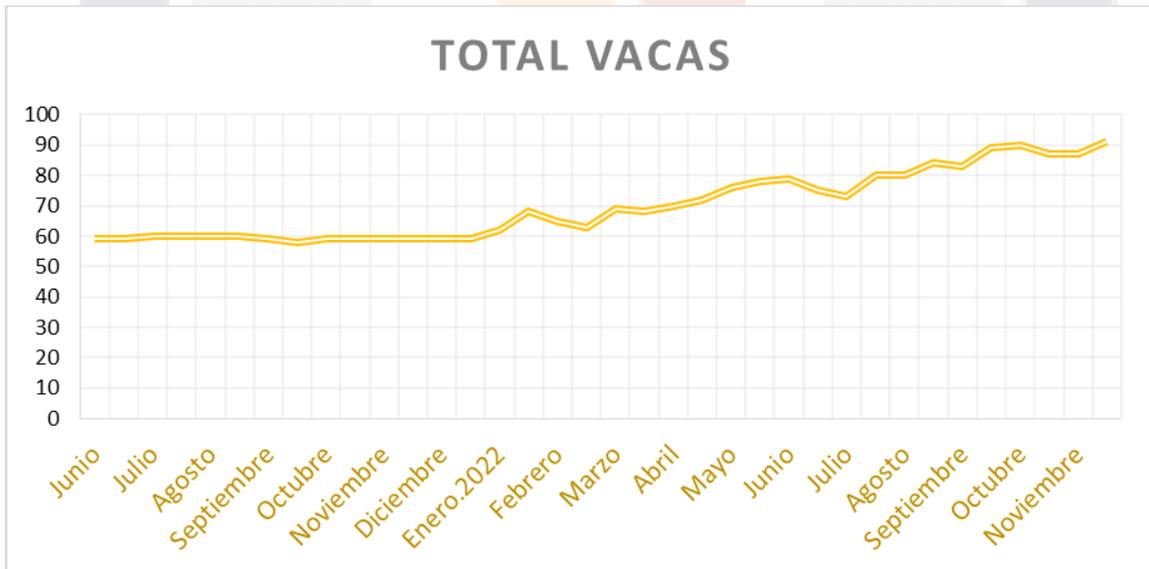


Figura 30. Vacas ordeñadas por mes granja "La Esperanza" diciembre 2020 - noviembre 2022.

Durante el mes de enero se trabajó junto con el Dr. Carlos Urban Haubi Segura, en el desarrollo de una hoja de cálculo en el programa Excel, la cual funcionaría como

un “programa” de control y registro de datos, donde se incluye el ID de los animales, el corral al cual pertenecen, las lactancias, el estado fisiológico, la última fecha de parto, las veces inseminadas, la última fecha de inseminación, entre otros datos

Cuadro 29. Hoja de registro de datos Granja "La Esperanza" vaca 1-30

Rancho La Esperanza										
Corral	ID Vaca	NL	Estado	F. Parto	Xins	F.Servicio	Dins	Dabi	DEL	
2	1	1	5-gestante	21-sep-21		1 22-ene-22		129	123	252
2	2	3	4-servida	10/11/2021		1		0	202	202
2	3	5	5-gestante	16/10/2021		2 21-mar		71	156	227
2	4	5	1-parida	03/01/2022				0	148	148
3	5	2	1-parida	18/05/2022		0		0	13	13
2	6	1	1-parida	07/01/2022				0	144	144
2	7	1	1-parida	21/11/2021				0	191	191
2	8	1	4-servida	04/03/2022		1 29/04/2022		32	56	88
2	9	1	1-parida	02/02/2022				0	118	118
2	10	4	1-parida	23/09/2021				0	250	250
1	11	3	4-servida	04/10/2021		2 23/03/2022		69	170	239
2	12	1	1-parida	09/12/2021				0	173	173
2	13	2	4-servida	03/09/2021		4 26/01/2022		125	145	270
2	14	3	1-parida	23/10/2021		2 23/05/2022		8	212	220
2	15	5	4-servida	25/01/2022		2 22/04/2022		39	87	126
1	16	1	5-gestante	16/10/2021		1 11/12/2021		171	56	227
2	17	4	4-servida	14/08/2021		1 25/11/2021		187	103	290
1	18	1	6-seca-G	06/03/2021		2 18/10/2021		225	226	451
1	19	2	5-gestante	27/04/2021		3 19/11/2021		193	206	399
2	20	1	1-parida	27/02/2022		0		0	93	93
2	21	1	1-parida	02/01/2022				0	149	149
2	22	1	5-gestante	20/03/2021		4 08/01/2022		143	294	437
1	23	3	4-servida	15/05/2021		1 12/07/2021		323	58	381
1	24	1	4-servida	01/10/2021		3 12/02/2022		108	134	242
1	25	4	4-servida	27/10/2021		1 14/01/2022		137	79	216
2	26	3	5-gestante	26/07/2021		2 10/01/2022		141	168	309
2	27	1	4-servida	08/01/2022		1 16/05/2022		15	128	143
2	28	4	1-parida	05/04/2022				0	56	56
2	29	3	4-servida	15/12/2021		1 03/03/2022		89	78	167
2	30	5	1-parida	23/12/2021				0	159	159

Cuadro 30. Hoja de registro de datos Granja "La Esperanza" vaca 30-70

1	31	1	1-parida	26/05/2022			0	5	5
1	32	1	4-servida	15/08/2021	4	27/03/2022	65	224	289
2	33	2	5-gestante	10/05/2021	3	18/12/2021	164	222	386
2	34	1	5-gestante	22/06/2021	3	22/11/2021	190	153	343
1	35	2	5-gestante	29/05/2021	3	14/11/2021	198	169	367
2	36	1	4-servida	28/12/2021	1	24/02/2022	96	58	154
2	37	1	1-parida	27/03/2022			0	65	65
2	38	5	1-parida	17/02/2022	1	22/04/2022	39	64	103
2	39	1	5-gestante	24/08/2021	1	06/12/2021	176	104	280
2	40	2	4-servida	01/02/2022	1	07/02/2022	113	6	119
2	41	2	4-servida	28/09/2021	1	07/02/2022	113	132	245
2	42	3	1-parida	05/04/2022			0	56	56
2	43	1	5-gestante	01/12/2021	1	21/02/2022	99	82	181
2	44	3	1-parida	24/02/2022	0		0	96	96
1	45	2	4-servida	16/02/2022			0	104	104
1	46	2	4-servida	08/03/2021	6	08/01/2022	143	306	449
2	47	2	4-servida	22/02/2022	0	30/04/2022	31	67	98
1	48	1	5-gestante	13/07/2020	3	29/11/2021	183	504	687
1	49	2	5-gestante	30/08/2021	1	26/11/2021	186	88	274
2	50	1	4-servida	28/11/2021	1	14/02/2022	106	78	184
2	51	2	4-servida	01/01/2022	1	02/03/2022	90	60	150
2	52	2	4-servida	02/11/2021	1	25/05/2022	6	204	210
2	53	2	4-servida	09/09/2021	4	23/03/2022	69	195	264
2	54	2	5-gestante	09/11/2021	2	12/02/2022	108	95	203
1	55	2	5-gestante	20/06/2021	5	08/11/2021	204	141	345
2	56	1	5-gestante	28/07/2021	1	07/01/2022	144	163	307
2	57	1	5-gestante	02/08/2021	2	21/01/2022	130	172	302
3	58	1	1-parida	09/05/2022			0	22	22
3	59	1	6-seca-G	05/07/2021	1	06/09/2021	267	63	330
2	60	1	4-servida	22/12/2021	1	11/05/2022	20	140	160
2	61	1	6-seca-G	20/07/2021	1	25/09/2021	248	67	315
2	62	1	4-servida	24/11/2021	1	21/03/2022	71	117	188
3	63	1	6-seca-G	15/06/2021	1	04/08/2021	300	50	350
2	64	1	4-servida	19/11/2021	2	20/03/2022	72	121	193
2	65	1	4-servida	03/03/2021	8	22/02/2022	98	356	454
2	66	1	1-parida	20/12/2021			0	162	162
2	67	1	6-seca-G	10/06/2021	1	10/09/2021	263	92	355
2	68	1	4-servida	01/11/2021	1	02/02/2022	118	93	211
2	69	1	5-gestante	30/11/2021	1	04/03/2022	88	94	182
2	70	1	1-parida	03/03/2022	0		0	89	89

Este registro de datos hace que el establo tenga un mejor control de los animales, es más fácil ver los datos y manipularlos. Esta hoja de datos es muy sencilla de realizar y puede generar un cambio bastante considerable en cualquier producción lechera.

Anexo 2: Metodología Análisis Químico Proximal AQP

2b Preparación de las muestras

Para cualquier análisis de laboratorio se deben de tener muestras viables y en condiciones aceptables para ello se debe seguir un protocolo de preparación (Guerrero, 2020) :

- Seleccionar una muestra aleatoria del ingrediente a analizar, conservarla en refrigeración o en temperatura ambiente según sea el caso y llevarla al laboratorio
- Se debe realizar un cuarteo donde la muestra es colocada en el centro de una charola, la cual se dividirá en cuatro partes, eliminar dos de las porciones diagonales y mezclar las dos restantes, con las cuales se formará un nuevo cono. Repetir el proceso anterior hasta obtener aproximadamente 250 g de la muestra original.
- En el caso de los forrajes que contengan más del 13% de humedad (bagazo de cervecería) se deben colocar la charola con la muestra en el horno desecador por 24 horas a 50-55 °C.
- Ahora que se tienen las muestras con % de humedad similar; la muestra debe de ser reducida a un tamaño de partícula adecuado para ser sometido al análisis. Este proceso se efectúa en un molino de laboratorio tipo Wiley, que posee cribas intercambiables, la criba es la numero 20, con la cual tendremos un tamaño de partícula de 1 mm. Las muestras deberán conservarse en frascos con tapa, y con una etiqueta con los datos del equipo, e identificación de la muestra.

2c Materia seca y humedad

Existen dos tipos de materia seca, materia seca parcial y materia seca total

4.3.2.1 Materia seca parcial

Se utiliza para forrajes que contengan más del 13% de humedad. Esta técnica se basa en la evaporación del agua que contiene el material a una temperatura de 50 a 55 °C, hasta que el peso de la muestra sea constante en el medio ambiente. El material sigue conteniendo una pequeña proporción de agua que proviene de la humedad ambiental, la pérdida en peso se considera agua (Godínez, 2021) :

- Después de realizar el cuarteo, se coloca la muestra (250 g aproximadamente) en una charola previamente pesada y se pesa para ver el total de muestra
- Se introduce al horno desecador por 24 horas a 50-55 °C.
- Pasado el tiempo se saca la charola y se vuelve a pesar.

Esta técnica es la que se utilizará para el bagazo de cervecería ya que su % de humedad es muy alto. Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$(\text{Peso final} / \text{peso inicial}) * 100 = \% \text{ materia seca al } 95\%$

$100 - (\% \text{ materia seca al } 95\%) = \% \text{ de humedad al } 95\%$

4.3.2.2 Materia seca total

Esta técnica se basa en la evaporación total de agua entre 100 y 105 °C hasta peso constante. Se considera que la pérdida de peso es agua (Godínez, 2021).

- Lavar las cajas de aluminio perfectamente con agua y detergente.
- Enjuagarlas con agua destilada y posteriormente con éter.
- Introducir las cajas de muestra en la estufa (100 -115 °C hasta peso constante por 4 horas aproximadamente) colocando la tapa en la base de la caja.
- Enfriarlas en desecador para evitar la hidratación.
- Pesar las cajas de aluminio en la balanza analítica.
- Depositar dentro de la caja de 1 a 1.5 g de la muestra y registrar su peso exacto.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Secar en la estufa de 100 a 105 °C hasta peso constante (aproximadamente 24 horas) colocando la tapa en la base de la caja.
 - Retirar la caja con su contenido, taparla y enfriarla en el desecador.
 - Pesarla en la balanza analítica, usar pinzas en todas las manipulaciones.

Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$(\text{Peso final} / \text{peso inicial}) * 100 = \% \text{ de materia seca al } 100\%$

$100 - (\% \text{ de materia seca al } 100\%) = \% \text{ de humedad al } 100\%$

2d Extracto etéreo

Grasa cruda en alimentos para animales. (AOAC, 920.39) y el método NMX-Y-103-SCFI-2004). Principio: ambos métodos cuantifican las sustancias extraíbles en éter etílico, éter de petróleo o hexano. Acetona; se utilizará el método Goldfish (Godínez, 2021).

- Pesar por diferencia 2 g de muestra e introducirlo en el dedal y taparlo con un trozo de algodón seco.
- Colocar el dedal que contiene la muestra dentro del portadedal y fijarlo bajo del condensador del aparato de extracción.
- Pesar el vaso que se encuentra en el desecador usando pinzas para manipularlo y depositar dentro del mismo 30 a 40 ml de éter, unirlo a la rosca y colocarlo debajo del condensador cerrado herméticamente. •
- Abrir la llave del agua y subir las parrillas hasta que queden en contacto con el vaso.
- Iniciar el calentamiento y observar durante los primeros diez minutos de ebullición si hay fugas de éter. Cuando el nivel de éter permanezca constante puede dejarse solo el aparato y observarse periódicamente.
- A partir del inicio de la ebullición extraer durante 2 horas, dependiendo de la muestra que se trate.

- Cuando se finalice el tiempo de extracción bajar las parrillas y dejar que el dedal termine de gotear, desenroscar el vaso de extracción y quitar el dedal que contiene la muestra, colocar en el lugar del dedal un recolector de vidrio, volver a colocar el vaso de vidrio y subir las parrillas calientes.
- Destilar el éter que se encuentra en el vaso de extracción y poco antes de que éste se evapore hasta sequedad, bajar las parrillas y retirar el vaso.
- Vaciar el éter de los tubos recolectores a un recipiente especial para éter usado. Colocar el vaso en la estufa a 100 °C durante 30 minutos, enfriar en el desecador y posteriormente pesar.

Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$$(\text{Peso del vaso con grasa}) - (\text{peso de vaso solo}) / G \text{ De muestra} * 100 = \% \text{ E.E.}$$

2e Proteína cruda

Para la determinación del nitrógeno existen varios métodos, los más usados en la industria de los alimentos balanceados son el método Macro y Micro-Kjeldahl y el Método Dumas o de combustión interna. Determinación de Nitrógeno Total (Método Macro-Kjeldahl). El método que se utilizará es el método Dumas (Colombatto, 2000):

- Se verifica las condiciones de los gases, temperaturas en el ambiente de monitor.
- Se corrieron 6 blancos. Usando el menú análisis en el inciso insertar blancos, con el fin de eliminar ruido por el nitrógeno ambiental.
- Se calibra con 5 estándares de EDTA marca LECO.
- Se pesan por triplicado 0.16 gr. de muestra en un papel de estaño, con la cual se hacen paquetes tipo chocolatito "Kiss". En el menú principal análisis con la tecla SELECT, se introduce el peso de muestra, y el factor de conversión, la identificación de la muestra, y se introduce la muestra envuelta en estaño a loading heat se presiona la tecla NEXT y START 2 veces.
- El tiempo de análisis es en promedio 2 minutos.

- Para las repeticiones se siguen los pasos a partir del punto 3 por último en el menú resultados se selecciona la opción estadística obtenemos el promedio y la desviación.

2f Fibra cruda

La fibra cruda es la pérdida de la calcinación del residuo seco después de la digestión de la muestra con soluciones de 1.25 % (peso /volumen) de ácido sulfúrico y 1.25 % de hidróxido de sodio. Se aplica en muestras que previamente fueron desengrasadas, y se utiliza en granos, carne, alimentos, y materiales fibrosos y alimentos para mascotas. Al efectuar la digestión ácida se disuelve parte de la hemicelulosa y al efectuar la digestión alcalina se disuelve parte de la lignina; por lo tanto, el producto final no puede considerarse como la totalidad de la fibra cruda y los resultados obtenidos son menores que reales (Godínez, 2021).

Digestor de Fibras ANKOM (método de Weende)

- Pesar las bolsas de filtración en balanza analítica. (A).
- Pesar directamente en la bolsa de filtración 1.0 g de muestra (B), de tamaño de partícula 1 mm. Pesar un blanco con una bolsa vacía incluirla en la digestión para determinar la corrección de bolsa (C1).
- Sellar la bolsa a una distancia de 0.5 cm. De la abertura.
- Acomodar la muestra uniformemente dentro de la bolsa.
- Si la muestra contiene grasa se recomienda colocar las bolsas con muestra en un frasco con 500 ml de acetona, agitando el frasco 10 veces dejar reposar 10 minutos.
- Repetir el procedimiento con acetona nueva el procedimiento. Posteriormente sacar las bolsas de la acetona y ponerlas al aire durante 5 minutos para eliminar el residuo.
- Colocar las 24 bolsas en las 8 charolas del suspensor de bolsas (tray), colocando 3 bolsas por charola acomodadas a 120 grados, en relación una

con otra. La charola 9 se deja libre y actúa como el tope de la charola 8. Acomodar la charola (tray) dentro de la cámara del equipo.

- Adicionar 1900 a 2000 mL de la solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4 - 0.255 N) a temperatura ambiente en el Vessel (contenedor de los tray), acomode el contrapeso y cierre, programe el tiempo de digestión 45 minutos, encienda agitación y calentamiento y Start para iniciar la digestión ácida.
- Transcurrido el tiempo se apaga la agitación y calentamiento. Se abre la válvula de salida de la solución caliente para reducir la presión interna. Se abre la parte superior de la cámara. Se vuelve a cerrar la válvula de salida, se agregan 1900 a 2000 mL de agua caliente (90 a 100 °C) encienda agitación durante 3 a 5 minutos, se abre la válvula de salida de líquido y se repite este procedimiento 3 veces.
- Digestión alcalina: Se agregan 1900 a 2000 mL solución de hidróxido de sodio (NaOH - 0.313 N) a temperatura ambiente se programa tiempo de digestión 45 minutos se enciende agitación y calentamiento y encender (Start).
- Transcurrido el tiempo se elimina la solución alcalina por la válvula de salida y se realiza el enjuague como anteriormente.
- Retirar las bolsas de las charolas y presionar ligeramente para eliminar el líquido que haya quedado atrapado, sumerja durante 3 minutos las bolsas en un vaso de precipitado de 500 con 250 mL acetona, remueva las bolsas y elimine el exceso. Deje secar a la intemperie para eliminar la acetona. Más tarde para secar las bolsas se somete la muestra a 105°C durante 2 a 4 horas, enfriar en el desecador y pesar este peso corresponderá al (C).
- Colocar la bolsa en un crisol que este a peso constante, y calcinar durante 2 horas a 550 °C, enfriar en un desecador y pesar (D)

Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$$((C-A) - (D*CB) / B*100 = \% \text{ Fibra cruda}$$

- A= Peso bolsa sola
- B= Peso de la muestra
- C= Peso de la bolsa con la fibra digerida
- D= Peso de la bolsa con la fibra digerida y calcinada
- CB= Promedio de corrección de blancos

2g Fibra Detergente Neutra (FDN)

El procedimiento del detergente neutro para determinar los componentes de la pared celular es un método rápido para fibra total en alimentos fibrosos vegetales. Este método no se aplica a materiales altos en proteínas y bajos en fibra (Godínez, 2021).

- Pesar las bolsas de filtración en balanza analítica. (A).
- Pesar directamente en la bolsa de filtración 0.5 g de muestra (B), de tamaño de partícula 1 mm. Pesar un blanco con una bolsa vacía incluirla en la digestión para determinar la corrección de bolsa (C1).
- Sellar la bolsa a una distancia de 0.5 cm. De la abertura.
- Acomodar la muestra uniformemente dentro de la bolsa.
- Si la muestra contiene grasa se recomienda colocar las bolsas con muestra en un frasco con 500 mL de acetona, agitando el frasco 10 veces dejar reposar 10 minutos. Repetir el procedimiento con acetona nueva el procedimiento. Y posteriormente sacar las bolsas de la acetona y ponerlas al aire durante 5 minutos para eliminar el residuo.
- Colocar las 24 bolsas en las 8 charolas del suspensor de bolsas (tray), colocando 3 bolsas por charola acomodadas a 120 grados, en relación uno con otra. La charola 9 se deja libre y actúa como el tope de la charola 8. Acomodar el tray dentro de la cámara del equipo.
- Adicionar 1900 a 2000 mL de la solución de neutro detergente y 4 ml de alfa amilasa resistente al calor, acomode el contrapeso y cierre, programe el

tiempo de digestión 75 minutos, encienda agitación y calentamiento y Start para iniciar.

- Transcurrido el tiempo se apaga la agitación y calentamiento. Se abre la válvula de salida de la solución caliente para reducir la presión interna. Y se abre la parte superior de la cámara. Se vuelve a cerrar la válvula de salida, se agregan 1900 a 2000 mL de agua caliente (90 a 100 °C) encienda agitación durante 3 a 5 minutos, se abre la válvula de salida de líquido y se repite este procedimiento 3 veces.
- Retirar las bolsas de las charolas y presiona ligeramente para eliminar el líquido que haya quedado atrapado, sumerja durante 3 minutos las bolsas en un vaso de precipitado de 500 con 250 mL acetona, remueva las bolsas y elimine el exceso. Deje secar a la intemperie para eliminar la acetona.
- Más tarde para secar las bolsas se somete la muestra a 100°C durante 2 a 4 horas, enfriar en el desecador y pesar este peso corresponderá al (C).
- Colocar la bolsa en un crisol que este a peso constante, y calcinar durante 2 horas a 550 °C, enfriar en un desecador y pesar (D).

Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$$((CH2 - (CH1 * CB) / B) * 100$$

- CH1= Peso de la bolsa sola
- CH2= Peso de la bolsa con la fibra digerida
- B= Peso de la muestra
- CB= Promedio de corrección de blancos

2h Determinación de Fibra Ácida (FDA)

Este método permite una rápida determinación de la proporción de lignina y celulosa con respecto al contenido de la fracción de la pared celular de los forrajes. Se trabaja a partir de la muestra de FDN realizada en la práctica anterior. La diferencia entre

el valor de las paredes celulares (FDN) y la fibra ácida detergente (FDA), da una estimación del valor de la Hemicelulosa, si bien no es exacto, ya que esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. El método de fibra detergente ácido también se emplea como paso preliminar en la determinación de la lignina.

2i Lignina

La lignina es un polisacárido compuesto de la unión de varios tipos de ácidos y alcoholes fenilpropílicos. Este método permite una rápida determinación de la proporción de lignina con respecto al contenido de la fracción de lignocelulosa en los alimentos. Se trabaja a partir de la muestra de FDA; La FDA contiene lignina, celulosa, algunas proteínas insolubles, minerales y silicio. Dentro de los alcoholes fenilpropílicos, los más comunes son el cumarílico, el coniferílico y el sinapílico, los cuales se entrelazan para formar estructuras complejas

Sin embargo, en esta fracción también aparece el silicio. La diferencia entre el valor de las paredes celulares y la fibra ácida detergente da una estimación del valor de la Hemicelulosa, ya que esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. El método de fibra detergente ácido también se emplea como paso preliminar en la determinación de la lignina.

- Utilizar las bolsas de filtración con el residuo FDA.
- Colocar las bolsas en un vaso de Berzelius de 600 mL.
- Adicionar la solución de ácido sulfúrico 72%, hasta que cubra las bolsas, así mismo se usa una probeta de 100 ml, para presionar las bolsas dentro del vaso, con lo que se agitan las bolsas dentro de la solución durante 3 horas.
- Se hacen movimientos verticales hacia arriba y abajo cada media hora, con tal de agitar las muestras y facilitar la digestión de la materia orgánica.
- Transcurrido el tiempo se vierte el ácido a un frasco de reactivo usado y se precede a enjuagar las muestras al chorro de agua.

- Retirar las bolsas de la charola y presiona ligeramente para eliminar el líquido que haya quedado atrapado, sumergir durante 3 minutos las bolsas en un vaso de precipitado de 500 con 250 ml acetona
- Remover las bolsas y eliminar el exceso. Dejar secar a la intemperie para eliminar la acetona.
- Más tarde, para secar las bolsas, se somete la muestra a 100°C durante 2 a 4 horas,
- Enfriar en el desecador y pesar; este peso corresponderá al (C).
- Colocar la bolsa en un crisol que este a peso constante, y calcinar durante 2 horas a 550°C, enfriar en un desecador y pesar (D).

Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$$((CH3 - (CH1 * CB) / A) * 100 = \% \text{ de lignina}$$

- CH1 = Peso de la bolsa sola de FDA.
- CH3 = Peso de la bolsa con la fibra digerida de FDA y lignina.
- A = Peso de la muestra de FDA.

CB = Promedio de corrección de blancos de lignina

Anexo 3: Degradabilidad in situ

Cuadro 31. Datos de digestibilidad in situ

		Resultdos analisis de laboratorio								
		Digestibilidad <i>in vitro</i>								
		Laboratorio	Laboratorio de Bromatología				Alumno	Juan Luis Chávez Chávez		
MIPE		Centro	Centro de Ciencias Agropecuarias				Fecha	30-mar-22		
ID	Tiempo	A.PesoBolsa	B.Peso Bolsa	C. Peso Inicial	D. Bolsa + M	E. Peso Final	F.%DMS	G. FC %MS	H.DMS100	
Bolsa 26	0	2.4486	7.3964	4.9478	6.7476	4.299	13.1129	99.593	13.166	
Bolsa 25	0	2.4676	7.6605	5.1929	6.7572	4.2896	17.3949	99.593	17.466	
Bolsa 22	48	2.4344	7.4134	4.979	4.608	2.1736	56.3446	99.593	56.575	
Bolsa 19	48	2.4854	4.0014	1.516	3.1014	0.616	59.3668	99.593	59.609	
Bolsa 21	48	2.4984	7.4134	4.915	4.3952	1.8968	61.4079	99.593	61.659	
Bolsa 15	48	2.4234	3.7234	1.3	2.9115	0.4881	62.4538	99.593	62.709	
Bolsa 6	48	2.4224	3.1838	1.29	2.8979	0.4755	63.1395	99.593	63.398	
Bolsa 24	48	2.4894	7.4904	5.001	4.319	1.8296	63.4153	99.593	63.674	
Bolsa 9	48	2.5204	3.8314	1.311	2.9943	0.4739	63.8520	99.593	64.113	
Bolsa 11	48	2.4534	3.7594	1.306	2.9155	0.4621	64.6172	99.593	64.881	
Bolsa 13	48	2.4794	3.6874	1.208	2.8959	0.4165	65.5215	99.593	65.789	
Bolsa 14	48	2.4534	3.7444	1.291	2.8906	0.4372	66.1348	99.593	66.405	
Bolsa 3	48	2.4194	4.0494	1.63	2.968	0.5486	66.3436	99.593	66.615	
Bolsa 12	48	2.4884	3.8804	1.392	2.9559	0.4675	66.4152	99.593	66.687	
Bolsa 16	48	2.4704	3.7654	1.295	2.9017	0.4313	66.6950	99.593	66.968	
Bolsa 2	48	2.4984	3.7294	1.231	2.9029	0.4045	67.1405	99.593	67.415	
Bolsa 20	48	2.4304	3.7124	1.282	2.8386	0.4082	68.1591	99.593	68.438	
Bolsa 10	48	2.4844	3.7214	1.237	2.8753	0.3909	68.3994	99.593	68.679	
Bolsa 7	48	2.4564	3.7904	1.334	2.8603	0.4039	69.7226	99.593	70.008	
Bolsa 17	48	2.4444	3.9474	1.503	2.8881	0.4437	70.4790	99.593	70.767	
Bolsa 1	48	2.4824	3.8264	1.344	2.8468	0.3644	72.8869	99.593	73.185	
Bolsa 4	144	2.4784	3.7274	1.249	2.6821	0.2037	83.6910	99.593	84.033	
Bolsa 5	144	2.4354	3.8024	1.367	2.6548	0.2194	83.9503	99.593	84.293	
Bolsa 8	144	2.4144	3.7254	1.311	2.6112	0.1968	84.9886	99.593	85.336	
Bolsa 18	144	2.4214	3.8114	1.39	2.4354	0.014	98.9928	99.593	99.40	
Bolsa 23	144	2.4214	6.9964	4.575	2.4481	0.0267	99.4164	99.593	99.823	

Tanto en el cuadro 24 como en la Figura 25, se puede apreciar cómo va avanzando la digestibilidad conforme el tiempo pasa. Se puede observar que, a las 48 horas, existe entre un 56-72 % de digestibilidad en el organismo. Y se puede notar que después de las 130 horas prácticamente se ha digerido todo.

Cuadro 32. Digestibilidad in vitro (ingrediente alfalfa y rastrojo)

		Resultdos analisis de laboratorio									
		Digestibilidad in vitro									
Laboratorio		Laboratorio de Bromatología					Alumno				
MIPE		Centro de Ciencias Agropecuarias					Juan Luis Chávez Chávez				
Centro		Centro de Ciencias Agropecuarias					Fecha				
							04-may-22				
ID	Tratamiento	Tiempo	A Peso bolsa	B Peso + muestra	B1 Peso + muestra sellada	C Peso muestra (B-A)	D Peso muestra 1	E Peso final	F Formula % DMS	G Digestibilidad	H DMS 100%
'055	Alfalfa (CB)	0	0.5987	0.8496	0.8493	0.2506	0.7626	0.1639	34.5970	95.343	36.2868
'056	Alfalfa (CB)	0	0.5585	0.8096	0.8087	0.2502	0.7457	0.1872	25.1799	95.343	26.4098
'044	Alfalfa (CB)	6	0.5991	0.8496	0.8495	0.2504	0.7554	0.1563	37.5799	95.343	39.4154
'052	Alfalfa (CB)	6	0.5938	0.8449	0.8443	0.2505	0.7519	0.1581	36.8862	95.343	38.6879
'058	Alfalfa (CB)	12	0.5618	0.8121	0.8129	0.2511	0.6968	0.1350	46.2366	95.343	48.4950
'043	Alfalfa (CB)	12	0.6030	0.8538	0.8537	0.2507	0.7438	0.1408	43.8373	95.343	45.9785
'042	Alfalfa (CB)	18	0.5650	0.8155	0.8147	0.2497	0.6837	0.1187	52.4630	95.343	55.0255
'054	Alfalfa (CB)	18	0.5933	0.8457	0.8463	0.253	0.7213	0.1280	49.4071	95.343	51.8204
'059	Alfalfa (CB)	24	0.5407	0.7968	0.7967	0.256	0.6558	0.1151	55.0391	95.343	57.7274
'051	Alfalfa (CB)	24	0.5760	0.8262	0.8261	0.2501	0.6923	0.1163	53.4986	95.343	56.1117
'048	Alfalfa (CB)	30	0.5948	0.8458	0.8456	0.2508	0.6958	0.1010	59.7289	95.343	62.6463
'053	Alfalfa (CB)	30	0.6047	0.8558	0.8561	0.2514	0.7147	0.1100	56.2450	95.343	58.9923
'057	Alfalfa (CB)	36	0.5584	0.8102	0.8075	0.2491	0.6559	0.0975	60.8591	95.343	63.8317
'045	Alfalfa (CB)	36	0.5676	0.8177	0.8176	0.25	0.6709	0.1033	58.6800	95.343	61.5462
'041	Alfalfa (CB)	48	0.5844	0.8355	0.8346	0.2502	0.6626	0.0782	68.7450	95.343	72.1028
'046	Alfalfa (CB)	48	0.5904	0.8458	0.8455	0.2551	0.673	0.0826	67.6205	95.343	70.9234
'050	Alfalfa (CB)	72	0.5730	0.8265	0.8261	0.2531	0.651	0.0780	69.1821	95.343	72.5613
'047	Alfalfa (CB)	72	0.5679	0.8198	0.8199	0.252	0.6547	0.0868	65.5556	95.343	68.7576
'060	Alfalfa (CB)	96	0.5998	0.8557	0.8579	0.2581				95.343	
'049	Alfalfa (CB)	96	0.5873	0.8382	0.8385	0.2512	0.6582	0.0709	71.7755	99.593	72.0688
'021	Rastrojo (CA)	0	0.5640	0.8154	0.8152	0.2512	0.7772	0.2132	15.1274	96.554	15.6673
'037	Rastrojo (CA)	0	0.5877	0.8375	0.8372	0.2495	0.8124	0.2247	9.9399	96.554	10.2946
'034	Rastrojo (CA)	6	0.5920	0.8445	0.8443	0.2523	0.7961	0.2041	19.1042	96.554	19.7861
'032	Rastrojo (CA)	6	0.5938	0.8471	0.8472	0.2534	0.8027	0.2089	17.5612	96.554	18.1879
'036	Rastrojo (CA)	12	0.6501	0.9013	0.9011	0.251	0.8273	0.1772	29.4024	96.554	30.4518
'035	Rastrojo (CA)	12	0.6030	0.8256	0.8257	0.2227	0.7649	0.1619	27.3013	96.554	28.2757
'040	Rastrojo (CA)	18	0.5813	0.8329	0.8329	0.2516	0.7469	0.1656	34.1812	96.554	35.4012
'038	Rastrojo (CA)	18	0.6069	0.8595	0.8598	0.2529	0.7756	0.1687	33.2938	96.554	34.4820
'022	Rastrojo (CA)	24	0.5530	0.8049	0.805	0.252	0.6833	0.1303	48.2937	96.554	50.0172
'029	Rastrojo (CA)	24	0.5710	0.8217	0.822	0.251	0.7122	0.1412	43.7450	96.554	45.3063
'023	Rastrojo (CA)	30	0.5605	0.8121	0.8121	0.2516	0.6737	0.1132	55.0079	96.554	56.9712
'026	Rastrojo (CA)	30	0.5700	0.8206	0.8205	0.2505	0.701	0.1310	47.7046	96.554	49.4072
'027	Rastrojo (CA)	36	0.5954	0.8469	0.8471	0.2517	0.7171	0.1217	51.6488	96.554	53.4921
'030	Rastrojo (CA)	36	0.5596	0.8098	0.8219	0.2623	0.6896	0.1300	50.4384	96.554	52.2386
'025	Rastrojo (CA)	48	0.5742	0.8248	0.8248	0.2506	0.6622	0.0880	64.8843	96.554	67.2000
'033	Rastrojo (CA)	48	0.6274	0.8779	0.8778	0.2504	0.7297	0.1023	59.1454	96.554	61.2563
'024	Rastrojo (CA)	72	0.6119	0.8621	0.8621	0.2502	0.692	0.0801	67.9856	96.554	70.4120
'039	Rastrojo (CA)	72	0.6365	0.8874	0.8866	0.2501	0.7184	0.0819	67.2531	96.554	69.6534
'028	Rastrojo (CA)	96	0.5789	0.8294	0.8294	0.2505	0.6456	0.0667	73.3733	96.554	75.9919
'031	Rastrojo (CA)	96	0.5710	0.8219	0.822	0.251	0.6551	0.0841	66.4940	96.554	68.8672

*Las franjas amarillas es una muestra que se rompió en el experimento.

Cuadro 33. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo)

		Resultdos analisis de laboratorio									
		Digestibilidad in vitro									
Laboratorio		Laboratorio de Bromatología					Alumno	Juan Luis Chávez Chávez			
MIPE		Centro de Ciencias Agropecuarias					Fecha	04-may-22			
ID	Tratamiento	Tiempo	A Peso bolsa	B Peso + muestra	B1 Peso + muestra sellada	C Peso muestra (B-A)	D Peso muestra 1	E Peso final	F Formula % DMS	G Digestibilidad	H DMS 100%
'078	Bagazo antes	0	0.5815	0.8323	0.8336	0.2521	0.8097	0.2282	9.4804	99.593	9.5191
'080	Bagazo antes	0	0.5987	0.8491	0.85	0.2513	0.8275	0.2288	8.9534	99.593	8.9900
'062	Bagazo antes	0	0.5547	0.8057	0.8073	0.2526	0.794	0.2393	5.2652	99.593	5.2868
'065	Bagazo antes	6	0.5752	0.8362	0.8375	0.2623	0.8131	0.2379	9.3023	99.593	9.3403
'084	Bagazo antes	6	0.5716	0.8218	0.8227	0.2511	0.8012	0.2296	8.5623	99.593	8.5973
'067	Bagazo antes	6	0.5680	0.8179	0.8193	0.2513	0.7996	0.2316	7.8392	99.593	7.8713
'085	Bagazo antes	12	0.5925	0.8441	0.8445	0.252	0.7988	0.2063	18.1349	99.593	18.2090
'063	Bagazo antes	12	0.5836	0.838	0.8393	0.2557	0.796	0.2124	16.9339	99.593	17.0031
'079	Bagazo antes	12	0.5990	0.851	0.8523	0.2533	0.8164	0.2174	14.1729	99.593	14.2308
'086	Bagazo antes	18	0.5983	0.8486	0.849	0.2507	0.8065	0.2082	16.9525	99.593	17.0218
'083	Bagazo antes	18	0.5914	0.8439	0.844	0.2526	0.8037	0.2123	15.9541	99.593	16.0193
'090	Bagazo antes	18	0.5906	0.8417	0.8418	0.2512	0.8033	0.2127	15.3264	99.593	15.3891
'070	Bagazo antes	24	0.5946	0.8456	0.8473	0.2527	0.7916	0.1970	22.0419	99.593	22.1320
'074	Bagazo antes	24	0.6020	0.8526	0.8523	0.2503	0.8003	0.1983	20.7751	99.593	20.8600
'087	Bagazo antes	24	0.5786	0.8283	0.8286	0.25	0.7768	0.1982	20.7200	99.593	20.8047
'082	Bagazo antes	30	0.5863	0.8364	0.8364	0.2501	0.7663	0.1800	28.0288	99.593	28.1433
'088	Bagazo antes	30	0.5801	0.83	0.83	0.2499	0.7616	0.1815	27.3709	99.593	27.4828
'071	Bagazo antes	30	0.5908	0.8454	0.8457	0.2549	0.7765	0.1857	27.1479	99.593	27.2588
'069	Bagazo antes	36	0.5736	0.8267	0.8279	0.2543	0.7446	0.1710	32.7566	99.593	32.8905
'077	Bagazo antes	36	0.5823	0.8325	0.8333	0.251	0.7599	0.1776	29.2430	99.593	29.3625
'075	Bagazo antes	36	0.5789	0.83	0.8303	0.2514	0.7605	0.1816	27.7645	99.593	27.8780
'072	Bagazo antes	48	0.5870	0.8369	0.8374	0.2504	0.7386	0.1516	39.4569	99.593	39.6181
'066	Bagazo antes	48	0.5761	0.8277	0.8293	0.2532	0.7301	0.1540	39.1785	99.593	39.3386
'068	Bagazo antes	48	0.6174	0.867	0.8666	0.2492	0.7803	0.1629	34.6308	99.593	34.7723
'073	Bagazo antes	72	0.5689	0.8207	0.8193	0.2504	0.7084	0.1395	44.2891	99.593	44.4701
'061	Bagazo antes	72	0.6031	0.8625	0.864	0.2609	0.7618	0.1587	39.1721	99.593	39.3322
'081	Bagazo antes	72	0.5746	0.8259	0.8268	0.2522	0.7301	0.1555	38.3426	99.593	38.4993
'064	Bagazo antes	96	0.5811	0.8321	0.8339	0.2528	0.7196	0.1385	45.2136	99.593	45.3984
'089	Bagazo antes	96	0.5924	0.844	0.8435	0.2511	0.7318	0.1394	44.4843	99.593	44.6661
'076	Bagazo antes	96	0.5884	0.8385	0.8388	0.2504	0.7345	0.1461	41.6534	99.593	41.8236
'106	Bagazo despi	0	0.5647	0.8144	0.8147	0.25	0.8131	0.2484	0.6400	99.593	0.6426
'103	Bagazo despi	0	0.5896	0.8369	0.8362	0.2466	0.8386	0.2490	-0.9732	99.593	-0.9772
'117	Bagazo despi	6	0.5652	0.8207	0.8216	0.2564	0.8163	0.2511	2.0671	99.593	2.0755
'104	Bagazo despi	6	0.5692	0.8201	0.8193	0.2501	0.8158	0.2466	1.3994	99.593	1.4052
'096	Bagazo despi	6	0.5720	0.8229	0.8229	0.2509	0.8203	0.2483	1.0363	99.593	1.0405
'115	Bagazo despi	12	0.5645	0.8139	0.8136	0.2491	0.8095	0.2450	1.6459	99.593	1.6527
'099	Bagazo despi	12	0.5863	0.8413	0.8386	0.2523	0.8356	0.2493	1.1891	99.593	1.1939
'107	Bagazo despi	12	0.6042	0.8531	0.8534	0.2492	0.8515	0.2473	0.7624	99.593	0.7656
'111	Bagazo despi	18	0.5850	0.8368	0.8364	0.2514	0.8365	0.2515	-0.0398	99.593	-0.0399
'101	Bagazo despi	18	0.5852	0.8383	0.8376	0.2524	0.8409	0.2557	-1.3074	99.593	-1.3128
'105	Bagazo despi	18	0.5971	0.8517	0.8516	0.2545	0.8565	0.2594	-1.9253	99.593	-1.9332
'120	Bagazo despi	24	0.5872	0.8676	0.8677	0.2805	0.8651	0.2779	0.9269	99.593	0.9307
'116	Bagazo despi	24	0.5896	0.8439	0.844	0.2544	0.8429	0.2533	0.4324	99.593	0.4342
'094	Bagazo despi	24	0.5397	0.7888	0.7887	0.249	0.7894	0.2497	-0.2811	99.593	-0.2823
'113	Bagazo despi	30	0.5660	0.8157	0.8156	0.2496				99.593	
'102	Bagazo despi	30	0.6051	0.8529	0.853	0.2479	0.8472	0.2421	2.3397	99.593	2.3492
'100	Bagazo despi	30	0.6272	0.8774	0.8769	0.2497	0.8724	0.2452	1.8022	99.593	1.8095
'112	Bagazo despi	30	0.5564	0.8097	0.8095	0.2531	0.8093	0.2529	0.0790	99.593	0.0793
'097	Bagazo despi	36	0.5657	0.8245	0.8256	0.2599	0.8162	0.2505	3.6168	99.593	3.6316
'119	Bagazo despi	36	0.5913	0.8638	0.8627	0.2714	0.8535	0.2622	3.3898	99.593	3.4037
'110	Bagazo despi	36	0.6217	0.8721	0.8716	0.2499	0.8648	0.2431	2.7211	99.593	2.7322
'114	Bagazo despi	48	0.5740	0.822	0.8222	0.2482	0.7934	0.2194	11.6035	99.593	11.6510
'091	Bagazo despi	48	0.5833	0.8348	0.8347	0.2514	0.8083	0.2250	10.5012	99.593	10.5441
'109	Bagazo despi	48	0.5725	0.8274	0.8273	0.2548	0.8023	0.2298	9.8116	99.593	9.8517
'098	Bagazo despi	72	0.5606	0.8118	0.8121	0.2515	0.7668	0.2062	18.0119	99.593	18.0855
'108	Bagazo despi	72	0.6293	0.8961	0.8964	0.2671	0.8508	0.2215	17.0723	99.593	17.1420
'118	Bagazo despi	72	0.5729	0.8227	0.8228	0.2499	0.7828	0.2099	16.0064	99.593	16.0718
'093	Bagazo despi	96	0.5740	0.8253	0.8253	0.2513				99.593	
'095	Bagazo despi	96	0.5685	0.819	0.8198	0.2513	0.7202	0.1517	39.6339	99.593	39.7959
'092	Bagazo despi	96	0.5649	0.8167	0.8166	0.2517	0.7539	0.1890	24.9106	99.593	25.0124

*Las franjas amarillas es una muestra que se rompió en el experimento.

Anexo 4: Degradabilidad in vitro

Anexo 4b: Degradabilidad de la Alfalfa

Cuadro 34. Digestibilidad in vitro (ingrediente alfalfa)

Orskov&McDonald (1979)					
Modelo Orskov&McDonald (1979)		A	29.54590154		
Y(t) = A +B*(1-exp(-kd*t))		B	42.88342341		
		kd	0.0374585	211.4543697	
ID	Tratamiento	Tiempo	H DMS 100%	Modelo	SC
'055	Alfalfa (CB)	0	36.2868457	29.54590154	45.4403279
'056	Alfalfa (CB)	0	26.4097586	29.54590154	9.83539273
'044	Alfalfa (CB)	6	39.4154497	38.17768823	1.532053444
'052	Alfalfa (CB)	6	38.6879242	38.17768823	0.260340716
'043	Alfalfa (CB)	12	48.4949699	45.07202638	11.71654225
'058	Alfalfa (CB)	12	45.9784732	45.07202638	0.821645801
'042	Alfalfa (CB)	18	55.0254927	50.57863819	19.77451544
'054	Alfalfa (CB)	18	51.8203902	50.57863819	1.541948051
'051	Alfalfa (CB)	24	57.7274289	54.97685205	7.565672818
'059	Alfalfa (CB)	24	56.1117235	54.97685205	1.287933271
'048	Alfalfa (CB)	30	62.6463061	58.48977176	17.27677774
'053	Alfalfa (CB)	30	58.9922992	58.48977176	0.25253385
'045	Alfalfa (CB)	36	63.8317367	61.29559368	6.432021463
'057	Alfalfa (CB)	36	61.5462069	61.29559368	0.062806961
'041	Alfalfa (CB)	48	72.1028329	65.32660818	45.91722177
'046	Alfalfa (CB)	48	70.9234458	65.32660818	31.32459172
'047	Alfalfa (CB)	72	72.5613222	69.53869817	9.136256135
'050	Alfalfa (CB)	72	68.7575968	69.53869817	0.610119293
'049	Alfalfa (CB)	96	72.0687977	71.25291268	0.66566839
'060	Alfalfa (CB)	96		71.25291268	

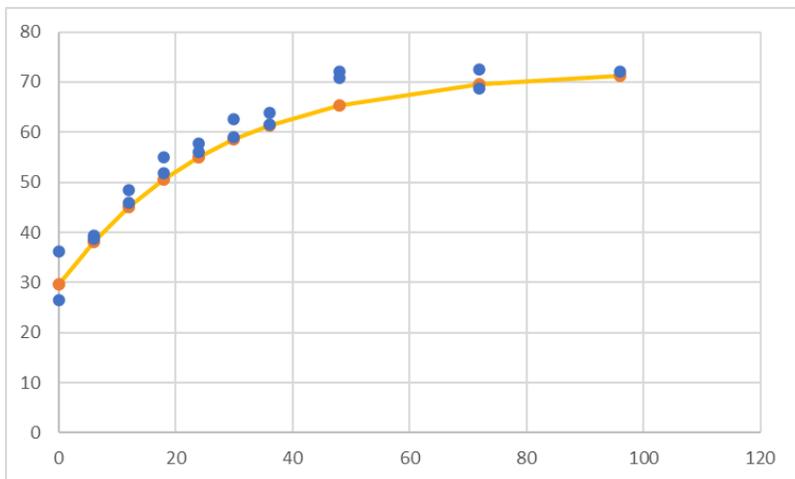
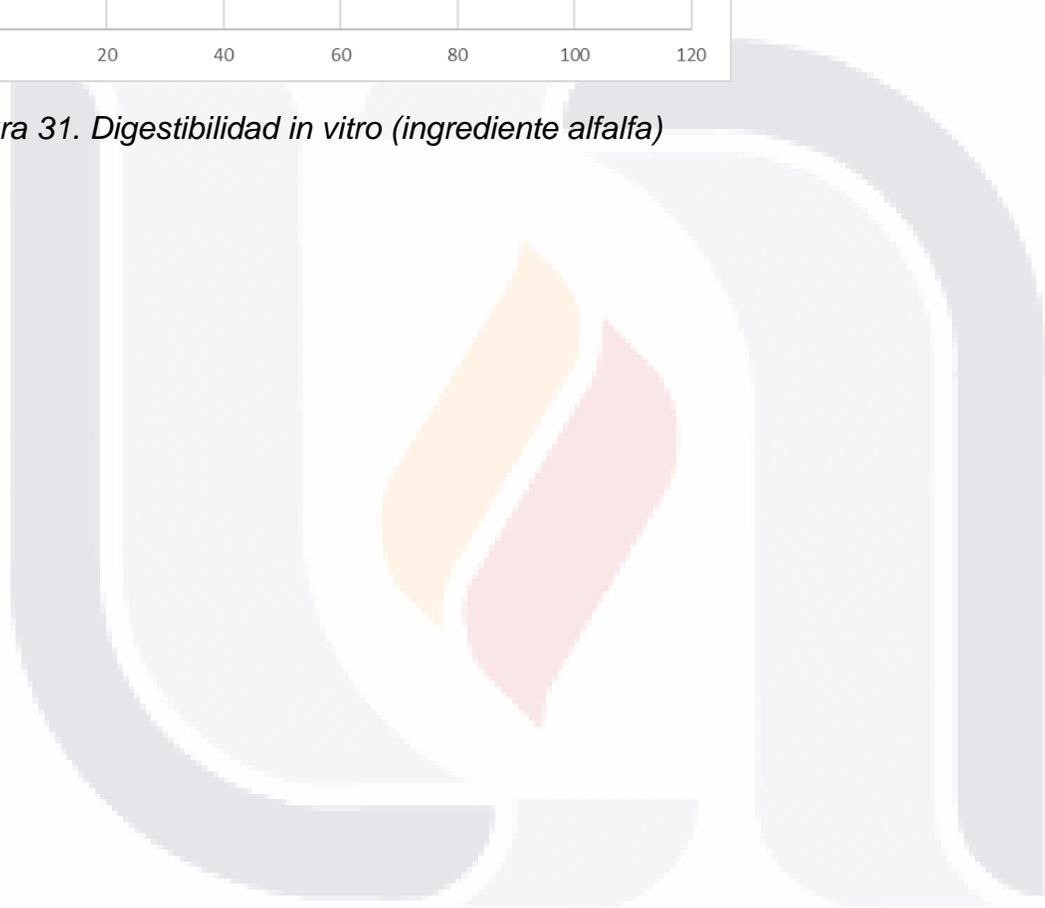


Figura 31. Digestibilidad in vitro (ingrediente alfalfa)



Anexo 4c: Degradabilidad del Rastrojo de maíz

Cuadro 35. Digestibilidad in vitro (ingrediente rastrojo)

Modelo Orskov&McDonald (1979)		A	12.67708425		
Y(t) = A +B*(1-exp(-kd*t))		B	65.24367148		
		kd	0.030289632	194.1553391	
ID	Tratamiento	Tiempo	H DMS 100%	Modelo	SC
'021	Rastrojo (CA	0	12.7482785	12.67708425	0.005068618
'037	Rastrojo (CA	0	17.8273957	12.67708425	26.52570824
'032	Rastrojo (CA	6	20.3864001	23.51928114	9.814943745
'034	Rastrojo (CA	6	21.9394007	23.51928114	2.49602224
'035	Rastrojo (CA	12	30.5944553	32.55972117	3.862269891
'036	Rastrojo (CA	12	32.5659019	32.55972117	3.82012E-05
'038	Rastrojo (CA	18	36.2496264	40.09782037	14.80859721
'040	Rastrojo (CA	18	37.0357135	40.09782037	9.376498256
'022	Rastrojo (CA	24	46.5968485	46.38323784	0.045629529
'029	Rastrojo (CA	24	51.0695304	46.38323784	21.9613384
'023	Rastrojo (CA	30	50.5732455	51.62414429	1.1043883
'026	Rastrojo (CA	30	57.8503936	51.62414429	38.76617985
'027	Rastrojo (CA	36	53.1513864	55.99411662	8.081115126
'030	Rastrojo (CA	36	54.6393902	55.99411662	1.835283537
'025	Rastrojo (CA	48	62.3311983	62.67613488	0.118981269
'033	Rastrojo (CA	48	67.8417657	62.67613488	26.68374134
'024	Rastrojo (CA	72	70.5183482	70.55180343	0.001119254
'039	Rastrojo (CA	72	71.1371295	70.55180343	0.342606558
'028	Rastrojo (CA	96	69.4388193	74.35874796	24.20569757
'031	Rastrojo (CA	96	76.3885539	74.35874796	4.12011198

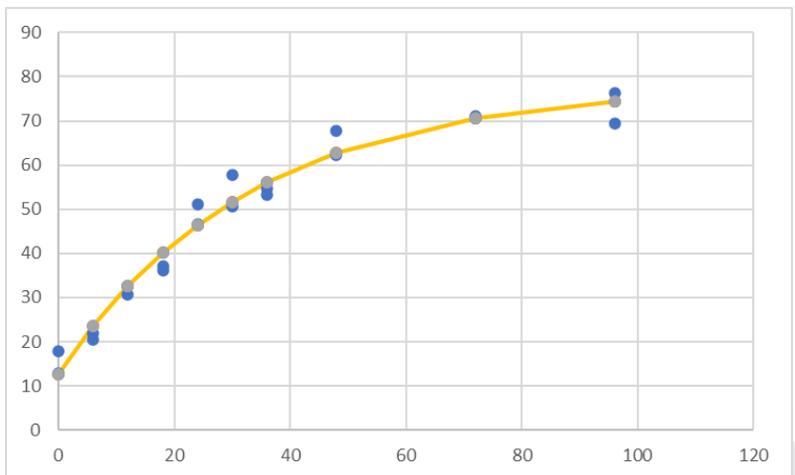
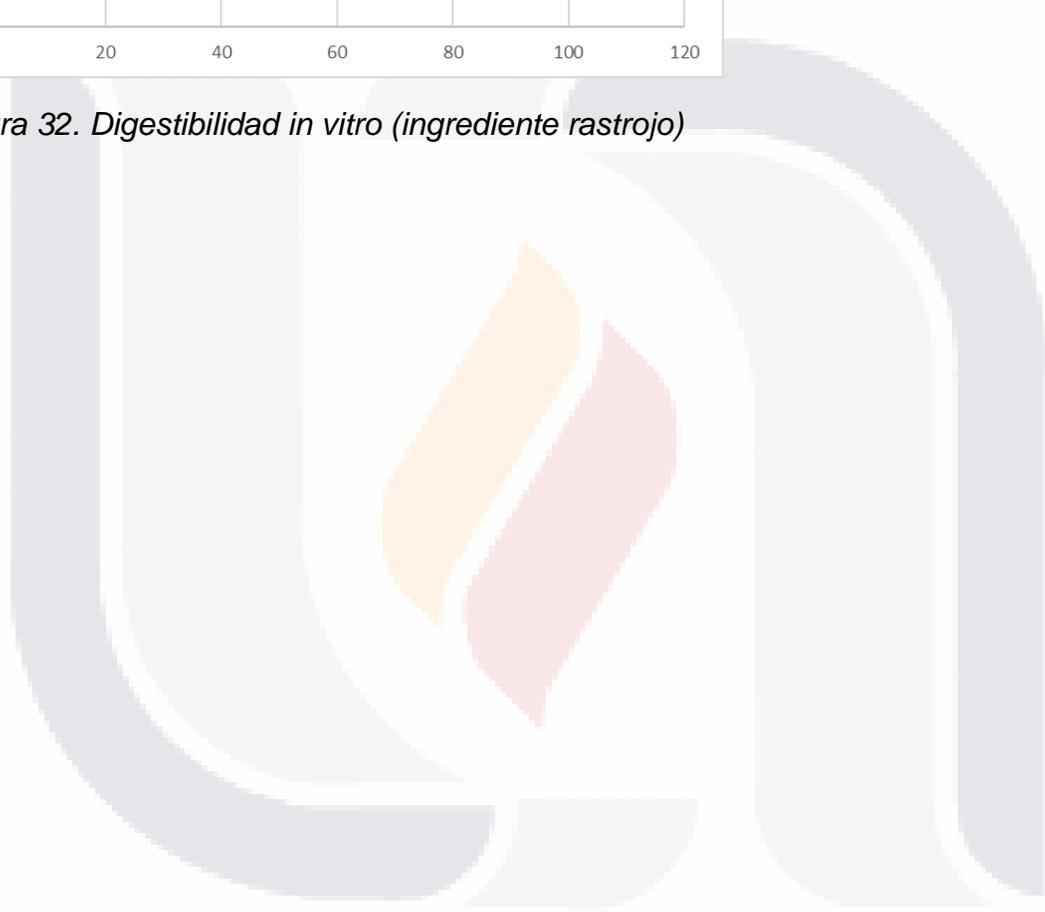


Figura 32. Digestibilidad in vitro (ingrediente rastrojo)



Cuadro 36. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo)

Modelo Orskov&McDonald (1979)		a	5.359584783		
Y(t) = A +B*(1-exp(-kd*t))		B	46.45921494		
		kd	0.020282587		
ID	Tratamiento	Tiempo	H DMS 100%	Modelo	SC
'062	Bagazo antes	0	5.2867586	5.359584783	0.005303654
'078	Bagazo antes	0	9.5191077	5.359584783	17.30163092
'080	Bagazo antes	0	8.99003153	5.359584783	13.18014358
'065	Bagazo antes	6	9.34034077	10.68297835	1.802675671
'067	Bagazo antes	6	7.87127205	10.68297835	7.905692306
'084	Bagazo antes	6	8.59731685	10.68297835	4.349983901
'063	Bagazo antes	12	17.0031096	15.3964064	2.581495115
'079	Bagazo antes	12	14.230837	15.3964064	1.358552027
'085	Bagazo antes	12	18.2090314	15.3964064	7.910859371
'083	Bagazo antes	18	16.019276	19.56976005	12.60593663
'086	Bagazo antes	18	17.0218117	19.56976005	6.49204087
'090	Bagazo antes	18	15.3890666	19.56976005	17.47819751
'070	Bagazo antes	24	22.1320243	23.26492215	1.283457506
'074	Bagazo antes	24	20.85997	23.26492215	5.783794859
'087	Bagazo antes	24	20.804675	23.26492215	6.05281589
'071	Bagazo antes	30	27.2588446	26.53668488	0.521514709
'082	Bagazo antes	30	28.1433318	26.53668488	2.581314464
'088	Bagazo antes	30	27.4828034	26.53668488	0.89514023
'069	Bagazo antes	36	32.8904508	29.43356223	11.95007887
'075	Bagazo antes	36	27.8779821	29.43356223	2.419829601
'077	Bagazo antes	36	29.3625334	29.43356223	0.005045095
'066	Bagazo antes	48	39.3386232	34.26955948	25.69540708
'068	Bagazo antes	48	34.7723421	34.26955948	0.252790318
'072	Bagazo antes	48	39.6181147	34.26955948	28.60704337
'061	Bagazo antes	72	39.3321786	41.03302002	2.892861682
'073	Bagazo antes	72	44.4701308	41.03302002	11.81373061
'081	Bagazo antes	72	38.4992773	41.03302002	6.41985212
'064	Bagazo antes	96	45.398379	45.18984928	0.043484642
'076	Bagazo antes	96	41.8235766	45.18984928	11.33179185
'089	Bagazo antes	96	44.6660601	45.18984928	0.27435513

Cuadro 37. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo digerido a 48 horas)

Modelo Orskov&McDonald (1979)		a	0		
Y(t) = A +B*(1-exp(-kd*t))		b	49267.61434		
		kd	5.32254E-06	223.0407291	
ID	Tratamiento	Tiempo	H DMS 100%	Modelo	SC
'103	Bagazo después	0.1	1.83216699	0.026222876	3.261434154
'106	Bagazo después	0.1	3.29675591	0.026222876	10.69638632
'096	Bagazo después	6	3.71931169	1.573347826	4.605160912
'104	Bagazo después	6	4.0793804	1.573347826	6.280199257
'117	Bagazo después	6	4.66571194	1.573347826	9.562715834
'099	Bagazo después	12	3.61446613	3.146645408	0.218856224
'107	Bagazo después	12	3.92446131	3.146645408	0.604997575
'115	Bagazo después	12	4.3154381	3.146645408	1.366076357
'101	Bagazo después	18	0.82358896	4.719892747	15.18118322
'105	Bagazo después	18	1.41154709	4.719892747	10.945151
'111	Bagazo después	18	2.69430073	4.719892747	4.103023028
'094	Bagazo después	24	2.26455218	6.293089845	16.22911571
'116	Bagazo después	24	3.15740056	6.293089845	9.832547311
'120	Bagazo después	24	3.3905014	6.293089845	8.425019675
'100	Bagazo después	30	2.66244237	7.866236704	27.0794755
'102	Bagazo después	30	4.76096515	7.866236704	9.642711448
'112	Bagazo después	30	5.21733064	7.866236704	7.016703339
'097	Bagazo después	36	5.65542337	9.439333324	14.31797456
'110	Bagazo después	36	5.96370822	9.439333324	12.07996983
'119	Bagazo después	36	6.18911725	9.439333324	10.56390454
'091	Bagazo después	48	12.4918245	12.58537586	0.008751864
'109	Bagazo después	48	13.2704027	12.58537586	0.469261791
'114	Bagazo después	48	14.3683817	12.58537586	3.179109659
'098	Bagazo después	72	18.7655735	18.87685814	0.01238426
'108	Bagazo después	72	19.9104328	18.87685814	1.068276607
'118	Bagazo después	72	20.7046917	18.87685814	3.340975642
'092	Bagazo después	96	27.6495562	25.16753679	6.16042058
'095	Bagazo después	96	30.3433	25.16753679	26.78894292

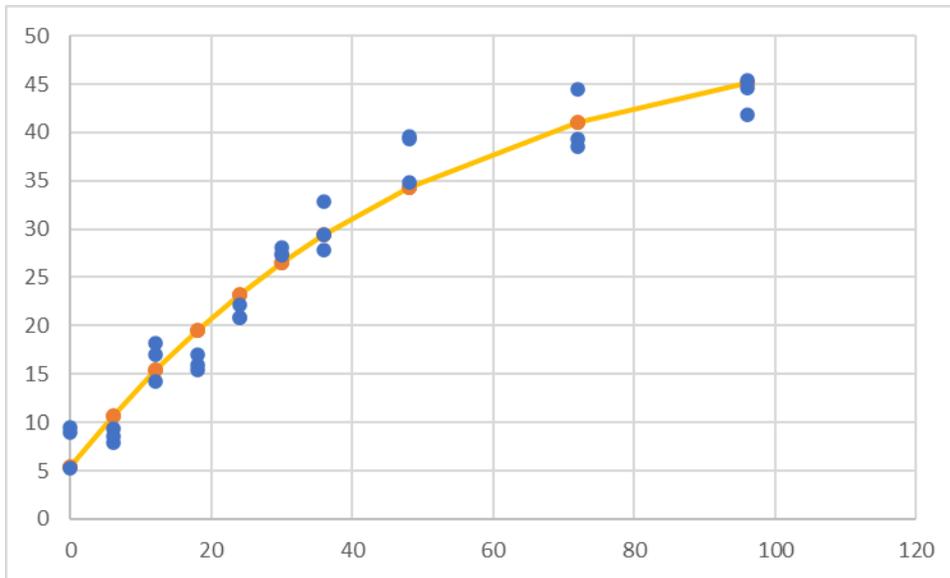


Figura 33. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo)

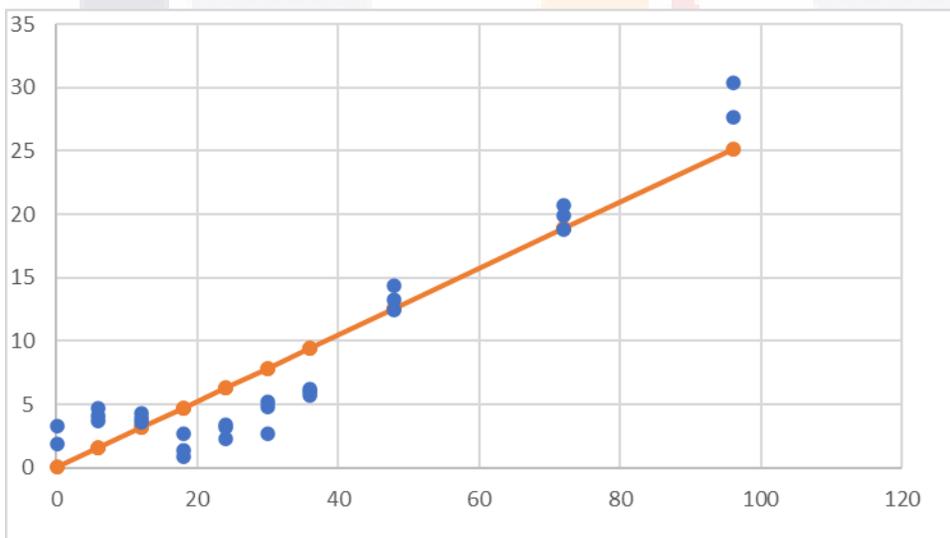


Figura 34. Digestibilidad in vitro (ingrediente bagazo digerido a 48 horas)

Tanto en las figuras 29 y 30, como en los Cuadros 26 y 27, se aprecia que la digestibilidad del bagazo de cervecería comienza lenta y va avanzando poco a poco, incluso en el bagazo que ya fue digerido aún hay partes que pueden digerirse aún más, ya que se observa que después de las 80 horas, si digiere un porcentaje pequeño de materia (20-25%).

Cuadro 38. Pesaje individuos grupo A primer mes

ID	Lactancias	Fecha parto	DEL- Inicio	Pesada 19-nov	Pesada 21-nov	Pesada 24-nov	Pesada 27-nov	Pesada 30-nov	Pesada 4- dic	Pesada 11-dic
5	3	20/08/2022	102	27	26.9	27.8	28.2	27.4	27.3	27.1
13	2	01/06/2022	182	24.2	25.6	28	27.4	27.6	28.1	28
14	2	10/08/2022	112	23	23.2	22.8	24	24.5	24.6	24.8
15	1	17/08/2022	105	22.4	22.5	23	24	24.5	24.6	25
16	2	10/09/2022	81	29.3	29.5	30	31	30.7	30.8	31
22	1	04/06/2022	179	17.2	18.5	17.5	20	20.7	20.1	20.6
37	2	27/03/2022	248	27.5	27.8	28.2	28.1	28	29	28.4
44	3	24/02/2022	279	31	30.8	28	28.7	28.6	28.5	28.4
47	1	21/09/2022	70	18.5	18.2	18.9	19.2	20	20.2	21
48	2	27/08/2022	95	29.9	30.2	30.3	30.1	31	30.8	30.7
58	2	09/05/2022	205	20.1	21	20.9	21	21.3	20.4	20.5
66	1	09/07/2022	144	25.8	25.6	25.7	25	25.3	25.4	25.6
67	1	29/06/2022	154	27.8	28	28.2	28.6	28.7	28.9	28.6
69	1	30/06/2022	153	31.1	31.4	32	32	32.5	32.1	32.6
77	2	25/07/2022	128	30.5	30.4	30.9	31	31.1	30.8	30.7
78	1	12/06/2022	171	32	32.2	32.3	32.3	33	32.8	32.5
79	1	10/07/2022	143	23.5	23.4	23.8	23.8	24	24.1	24.3

Cuadro 39. Pesaje individuos grupo A segundo mes

ID	Pesada 17-dic	Pesada 26-dic	Pesada 30-dic	Pesada 5- ene	Pesada 9- ene	Pesada 13-ene	Pesada 17-ene
5	28	28.3	28.2	30	30.2	29.8	30.4
13	28.5	29	28.7	28.5	28.6	28.7	28.4
14	25.3	26	25.6	25.5	25.3	26	25.3
15	26.5	26.4	27	27.1	27.4	27.2	27.1
16	32.3	32.3	33	32.1	32.8	32.6	32.3
22	21	21	21.3	21.1	19.8	21.2	21.3
37	28	28.1	27.8	27.9	27.6	28	28.2
44	28.7	29	29.3	29.1	28.7	28.6	28.8
47	23	24	24.7	24	24.5	24.1	25
48	31	32	31.4	31.5	32	31	31.5

58	21	22	22.3	21	20.5	21	20.6
66	25		25.6	25	24.7	24.8	25.1
67	29	29.2	29.1	28.7	29	28.3	28.6
69	33	33.1		32	32.5	32.4	32.8
77	31.5	31.6	32	31.8	31.7	32	31.6
78	33	33.1	33.2	32.7	32.8	32.9	
79	24	23.8	23.7	24	24.1	23.2	23.6

Cuadro 40. Pesaje individuos grupo A tercer mes

ID	Pesada 20-ene	Pesada 24-ene	Pesada 31-ene	Pesada 4-feb	Pesada 7-feb	Pesada 11-feb	Pesada 14-ene	Pesada 17 ene
5	31.3	30.3	30.1	31	29.8	28	28.9	29.1
13	27.7	27	27.5	27.4	28	27.9	28.1	28.3
14	24.8	25	25.1	24.6	24.8	24.7	24.6	24.7
15	26.5	26.5	26.9	27	27.1	26.8	26.6	27.9
16	32	32.2	32.4	32.1	33	32.3	32.8	32.6
22	20	20.4	20.8	21	20.9	19.9	20.7	20.7
37	27	27.2	27.1	27	27.4	26.9	26.8	27.1
44	28	27.9	28.8	28.7	28.5	29	28.4	28.4
47	24.5	24	24.3	24.6	24.7	25	25.1	24.8
48	30	30.4	30.6	30.8	30	31	30.6	30.7
58	20.4	20	21	20.4	20.5	20.6	20.8	20.2
66	25	24.9	24	24.7	24.8	25	25.1	24.8
67	28.9	28	27.6	27.8	27.9	28	28.3	27.5
69	31	31.2	31.6	31.8	31.7	32	31.7	31.8
77	31.7	31	31.2	31.5	31.4	31	31.1	32
78	32	32.8	32.7	32.6	32.4	32	32.6	32.5
79	23.7	23.8		24	24.1	23.7	23.8	23.7

Cuadro 41. Pesaje individuos grupo B primer mes

ID	Lactancias	Fecha parto	Pesada 17-nov	Pesada 19-nov	Pesada 21-nov	Pesada 24-nov	Pesada 27-nov	Pesada 30-nov	Pesada 4- dic	Pesada 11-dic
1	1	06/08/2022	27.5	26.8	27.1	27.3	27.8	27.6		28
7	1	21/11/2021	32.3	32.1	31.8	31.2	31.3	31	30.7	30.8
12	1	09/12/2021	18.7	19.6	19	19.1	19.3	19	18.9	19.2
23	3	15/05/2021	29.7	28.7	28.3	28.4	29	29.4	29.3	29.2
25	4	20/07/2022	25.6	25.7	25	25.6	26	26.7	26.4	26.6
30	2	23/12/2021	24.6	23.2	23.4	23	23.5	23.4	23	23.3
31	2	26/05/2022	20	21.2	20.6	20.2	21	21.4	21.6	21.4
32	1	03/06/2022	14.5	15.6	16.7	16	17	16.8	16.8	16.7
39	2	07/06/2022	28.2	27.6	27	26.8	27	27.1	26.9	26.8
43	2	06/07/2022	30	31	30.4	30.3	31	31.3	30.9	30.8
45	2	16/02/2022	20.1	19.5	19.5	19.7	20	20.2	19.8	19.8
55	3	13/08/2022	24.5	24	25	25.6	26	26.7	26.5	27
59	2	31/05/2022	30.4	30.8	30.5	31.1	32	31.7	31.8	32
61	2	11/07/2022	30.5	27.9	28.3	27.8	28	28.4	28.5	29
71	2	06/03/2022	37.8	37	38.4	38.1	38.5	38.3	38	38.4
73	1	20/05/2022	29.8	29.6	29.7	29.8	30	29.9	29.8	30
75	2	09/06/2022	24.4	24	23.5	23.6	24	24.5	24.2	24.3

Cuadro 42. Pesaje individuos grupo B segundo mes

ID	Pesada 17-dic	Pesada 26-dic	Pesada 30-dic	Pesada 5- ene	Pesada 9- ene	Pesada 13-ene	Pesada 17-ene
1	28.9	29	29.5	29.4	29.9	28.9	29.6
7	30	31	30.5	30.6	31	30.4	31
12	18	18.2	18.3	19	18.7	18.6	19
23	29	29.1	29.2	29	29.4	29.1	28.9
25		26.6	26.4	26.5	26.3	26.7	26.8
30	22	22.1	22	22.3	22.1	21.9	22
31	20	20.4	20	20.2	20.5	20.3	20.6
32	16	15.8	15.7	15.9	16	16.1	16.2
39	25.5	25.4	25	25.1	25.7	25.6	26
43	30	30.2	31	30.3		30.7	31
45	19	18	18.7	18.5	18.6	18.4	19
55	27	26.9	26.7	27	27.1	26.8	26.7
59	31	31.4		31.6	31	30.6	30.7
61	29	29.1	28.5	28.6	28.7	28.5	28.6
71	37	37.3	37.2	37	37.4	37.5	37.6
73	28	28.7	28.6	29	28.7	29	28.5
75	23	23.6	23.7	24	23.5	23.6	23.3

Cuadro 43. Pesaje individuos grupo B tercer mes

ID	Pesada 20-ene	Pesada 24-ene	Pesada 31-ene	Pesada 4-feb	Pesada 7-feb	Pesada 11-feb	Pesada 14-ene	Pesada 17 ene
1	30	31	30.6	29.9	30.1	29.8	30.2	30.3
7	31	30.7	30.6	30.5	30.6	30.2	30.5	30.4
12	19.1	19	18.9	19.2	19.3	19	19.4	18.7
23	29	29.3	29.4	29.2	29.5	28.9	28.7	29
25	27	27.1	26.9	26.8	26.9	26.5	26.7	26.4
30	22.6	22.7	22.5	23	22.7	22.5	22.2	22.5
31	20.9	21.4	21	20.9	20.8	20.7	21	20.4
32	16	16	15.9	16.3	16	15.8	16.1	16

Cuadro 44. Pesajes de leche Grupo A

Análisis de leche grupo A

		Grasa	Proteína	Reductasa	Antibiótico
19-nov	Primer mes	40	34.6	280	-
21-nov		39.6	33.3	270	-
23-nov		40	34.2	200	-
25-nov		40	32.3	245	-
27-nov		38.2	35.4	260	-
29-nov		40	35.4	260	-
01-dic		40	34.4	240	-
03-dic		38.4	35	240	-
05-dic		39.5	34.7	230	-
07-dic		40	35	245	-
09-dic		40	34.9	230	-
11-dic		41.6	33.6	240	-
17-dic	Segundo mes	40	35.7	240	-
19-dic		40	36.4	250	-
21-dic		39.1	36	230	-
23-dic		41.2	33.3	260	-
26-dic		40	34.9	240	-
28-dic		40	35.2	250	-
30-dic		41.6	35	250	-
02-ene		40	35.4	250	-
05-ene		40	35.8	250	-
08-ene		39.6	35.6	230	-
11-ene		40	35	250	-
14-ene		42.3	35.3	260	-
20-ene	Tercer mes	39.3	34.9	230	-
22-ene		39.2	34.5	240	-
24-ene		40	36	290	-
27-ene		39.6	35	240	-
30-ene		38.9	33.8	270	-
02-feb		39.4	34.9	240	-
04-feb		38.6	35	290	-
06-feb		38.9	33.8	270	-
08-feb		39.4	34.9	240	-
11-feb		37.9	33.6	240	-

14-feb	39	33.5	290	-
17-feb	38	33.3	260	-

Cuadro 45. Pesaje de leche grupo B

Análisis de leche grupo B

		Grasa	Proteína	Reductasa	Antibiótico
19-nov	Primer mes	40.2	35.2	260	-
21-nov		40	35.4	290	-
23-nov		40	36.1	290	-
25-nov		40	36.1	270	-
27-nov		40	36.6	290	-
29-nov		41.1	35.4	260	-
01-dic		40	35	245	-
03-dic		42.1	35.1	260	-
05-dic		40	34.8	280	-
07-dic		42.9	35	290	-
09-dic		40	35.5	260	-
11-dic	40	35.2	260	-	
17-dic	Segundo mes	40	35	240	-
19-dic		40	34.8	250	-
21-dic		40	34.9	230	-
23-dic		40.7	34.5	260	-
26-dic		40	34.6	240	-
28-dic		40	34.7	250	-
30-dic		42.1	34.7	250	-
02-ene		40	34.6	250	-
05-ene		40	34.6	250	-
08-ene		39.6	34.7	230	-
11-ene		38.8	34.7	250	-
14-ene	37.6	35.1	260	-	
20-ene	Tercer mes	40	35.9	290	-
22-ene		39	34.2	290	-
24-ene		38.9	33.9	240	-
27-ene		38.7	34.3	280	-
30-ene		40	34.1	290	-
02-feb		40	34.5	280	-

<i>04-feb</i>	38.7	34.3	280	-
<i>06-feb</i>	40	34.1	290	-
<i>08-feb</i>	40	34.5	280	-
<i>11-feb</i>	39.4	34.9	290	-
<i>14-feb</i>	39.6	33.7	260	-
<i>17-feb</i>	40.2	34.8	260	-



Anexo 5

En el mes de enero y en el mes de marzo, se realizaron las primeras 2 pesadas de leche en la historia del establo, lo cual es un gran paso hacia la tecnificación y el avance tecnológico en este establo.

Cuadro 46. Hoja de registro de datos de pesaje de leche Granja "La Esperanza" vaca 1-40

Corral	ID Vaca	DEL	Pesada1 kg/d Enero	Pesada 2 kg/d Marzo	Coef McGill	Proy305	Observacione	DEL 2a	Coef 2a	Proy305 2a
2	1	111	26.68	27.8	0.38400821	6947.76813		161	0.3321092	8370.74077
2	2	61	29.32	30.1	0.41047286	7142.98133	Para rastro	111	0.37809033	7961.06051
2	3	86	29	30.2	0.39760791	7293.61752		136	0.3556325	8491.91224
2	4	7	36.83	36.7	0.32638407	11284.2517		57	0.41145934	8919.47186
3	5	-128	25.02	24.65			Abortada	-78		
2	6	3	9.43		0.25616199	3681.26433		53	0.412022	0
2	7	50	27.68	28.49	0.39990939	6921.5679		100	0.38719888	7357.97588
2	8	-53	7.7					-3		
2	9	-23	24.9					27	0.39851977	0
2	10	109	37.73	38.2	0.37979335	9934.34986	Lavado el 10	159	0.33400232	11437.0465
1	11	98	31.33	31.43	0.38877839	8058.57543		148	0.34439683	9126.10013
2	12	32	16.1	16.87	0.38663419	4164.14291		82	0.40025261	4214.8382
2	13	129	34.28	35.01	0.36208835	9467.30272		179	0.31511621	11110.1871
2	14	79	43.13	44	0.4021171	10725.7314	Calor pasado	129	0.36208835	12151.7304
2	15	-15	6	12				35	0.40703383	2948.1579
1	16	86	19.58	20.12	0.39656032	4937.45814		136	0.3556325	5657.52564
2	17	149	32.7	29.85	0.34345424	9520.91906	Para rastro	199	0.29651689	10066.8802
1	18	310	30.73	29.5	0.23911418	12851.6007		360		
1	19	258	28.1	27.23	0.24507774	11465.7498	palpar	308	0.20667035	13175.5714
2	20	-48	14.9	16.7				2	0.25633275	6514.96922
2	21	8	47.52	47.06	0.31135676	15262.2348		58	0.41125005	11443.1596
2	22	296	24.4	23.97	0.24861704	9814.29113		346	0.18086537	13252.9517
1	23	240	28.12	27	0.26012103	10810.3524	Tiene quistes	290	0.21991277	12277.5955
1	24	101	26.4	28.54	0.38962741	6775.70395		151	0.34156715	8355.60438
1	25	75	30.2	32.08	0.40442476	7467.39636		125	0.36573008	8771.49629
2	26	168	30	29.03	0.3254862	9216.98073		218	0.27931308	10393.3549
2	27	2	27.45	28.98	0.23542958	11659.5373	Calor pasado	52	0.4120887	7032.4666
2	28	-85	16.38					-35		
2	29	26	35.9	36.78	0.39702708	9042.20449		76	0.4038682	9106.93141
2	30	18	31.58	33	0.38001215	8310.26055		68	0.40789235	8090.36995
1	31	-136						-86		
1	32	148	17.83	16.67	0.35908278	4965.42885		198	0.29743631	5604.56128
2	33	245	30	29.83	0.25588046	11724.2244		295	0.21616806	13799.4484
2	34	202	28.6	27.03	0.3179901	8993.99062	palpar	252	0.25002311	10811.0007
1	35	226	34.62	34.32	0.27223707	12716.8575	Palpar	276	0.2306686	14878.4882
2	36	13	24.74	25.3	0.3399138	7278.31587		63	0.40983883	6173.15829
2	37	-76	17.8	16.8			Vaca nueva	-26		
2	38	-38						12	0.35787957	0
2	39	139	31.2	29.65	0.36556584	8534.71436		189	0.30576486	9696.99403
2	40	-22		5.4				28	0.3999031	1350.32713

Cuadro 47. Hoja de registro de datos de pesaje de leche Granja "La Esperanza" vaca 41-70

2	41	104	41.32	42.32	0.3839638	10761.4312	Urge rev para	154	0.33873271	12493.6265
2	42	-85	20.8				Secar	-35		
2	43	40	30.1	31.42	0.39459417	7628.09036		90	0.39480158	7958.42813
2	44	-45						5	0.30671311	0
1	45	-37	24.68	24.98				13	0.36242158	6892.5256
1	46	308	32.2	32.04	0.20667035	15580.3672	Para rastro	358	0.17330996	18487.1088
2	47	-43						7	0.32638407	0
1	48	546	22.23	21.56	0.1183691	18780.2387		596	0.07180115	30027.3751
1	49	133	32.24	31.4	0.35841067	8995.26783		183	0.31136503	10084.6264
2	50	43	32	33.75	0.3966434	8067.7001		93	0.39260237	8596.48402
2	51	9	36.02	37.27	0.34117758	10557.5519		59	0.41101529	9067.78929
2	52	69	23.9	24.38	0.40744649	5865.80086	calor pasado	119	0.37111048	6569.47225
2	53	123	26.55	27.55	0.3675354	7223.79398		173	0.32076447	8588.8564
2	54	62	37.2	38.9	0.4101669	9069.47877		112	0.37723201	10311.9563
1	55	204	22.92	22.89	0.2919394	7850.94437	Palpar	254	0.24836687	9216.20506
2	56	166	35.83	34.45	0.34565675	10365.7746		216	0.28109847	12255.4916
2	57	161	29.62	29.74	0.34943339	8476.57967		211	0.28558939	10413.552
3	58	-119	18.3	17.01				-69		
3	59	189	10.03	9.79	0.32802541	3057.68993		239		
2	60	19	20.6	22.32	0.36139175	5700.18545		69	0.40744649	5478.01989
2	61	174	39.7	41.02	0.33956147	11691.5504	Urge rev para	224		
2	62	47	34.2	35.65	0.39874516	8576.90656	Calor pasado	97	0.38955791	9151.39941
3	63	209	25.7	24.32	0.31259548	8221.48808		259		
2	64	52	26.03	27.31	0.40051118	6499.19439		102	0.38559347	7082.58879
2	65									
2	66									
2	67									
2	68									
2	69									
2	70									

Además de realizar el pesaje individual con el coeficiente de vacas y vaquillas se puede hacer la proyección a 305 días en leche en cada pesada. Hay varios animales que no tienen los datos completos, esto debido a que al momento de la pesada estaban en otro estado fisiológico o son vaquillas de primer parto que aún no se pesan por primera vez.

Anexo 6

El 27 de abril de 2022, se asistió al 7° Foro Nacional de Lechería organizado por FEMELECHE en la ciudad de León, Guanajuato; en el que se pudo escuchar a grandes ponentes, explicando temas sobre ganadería, problemáticas en la leche, desarrollo de becerras, transición de animales, manejo de cultivos, manejo de hatos, entre otros. Además, se visitaron los diferentes stands de los laboratorios y marcas participantes, donde se pudo conocer nuevos productos y nuevas alternativas que se pueden usar en los establos para mejorar la producción de leche, prevenir infecciones y enfermedades, mejorar las raciones alimenticias, entre otras cosas. Un tema de gran importancia fue el avance de la leche en México, la falta de este producto que genera un incremento en los costos, y las alternativas con las que el gobierno federal está trabajando para apoyar a los pequeños ganaderos.



Figura 35. 7mo Foro Nacional de Lechería (27 de abril de 2022)



Figura 36. Gafete 7mo Foro Nacional de Lechería (27 de abril de 2022)

Anexo 7

El 12 y 13 de mayo de 2022 asistieron al laboratorio del Dr. Carlos Urban Haubi Segura los alumnos de la materia de prácticas medico zootecnicas III y los alumnos de cuarto semestre de agronegocios. Les dimos una breve charla mi compañero Francisco Velasco y yo de lo que estamos realizando en el proyecto de la maestría, primero una breve introducción sobre el tema, luego se les explicó el proceso que se estaba realizando en ese momento (digestibilidad *in vitro*, en el ANKOM Daisy), y además los alumnos participaron en el experimento, ayudando a extraer las bolsas F-57 de los cilindros. Muy participativos los alumnos hicieron varias preguntas que se resolvieron con ayuda del profesor. Una increíble experiencia poder compartir con los alumnos el proyecto de maestría que se está realizando y que apoyen con sus preguntas para mejorar el trabajo.



Figura 37. Explicación de digestibilidad in vitro a alumnos



Figura 38. Participación de los alumnos en la extracción de las bolsas F-57 de los cilindros.

Anexo 8

El 16 de mayo de 2022 asistieron a la Granja "La Esperanza" los alumnos del Dr. Carlos Urban Haubi de la materia optativa de tópicos de leche de la carrera de médico veterinario zootecnista. Donde tuve el gusto de compartirles la historia del establo familiar, darles a conocer lo que hacemos y como lo hacemos; desde como criamos las becerras, como se acomodan los corrales, el destete de las becerritas, la alimentación de las becerras, vacas, vaquillas y toros de engorda. Se les dio una visita guiada por la bodega, la sala de ordeña, las becerrerías, los corrales, el pasturero y general todo el lugar. Fue una grata experiencia de poder enseñarles a mis futuros colegas el manejo de un establo, pequeño pero manejado de la mejor manera posible. También se les comentó un poco de los proyectos que se están realizando en la maestría junto a mi compañero Francisco Velasco, y motivándolos a continuar preparándose académicamente.



Figura 39. Visita guiada a Granja "La Esperanza" (frente del establo)



Figura 40. Visita guiada a Granja "La Esperanza" (Corrales de becerras y toros de engorda)



Figura 41. Visita guiada a Granja "La Esperanza" (Corrales)

Anexo 9

El 7 de junio de 2022, se asistió al curso de actualización técnica para productores, sobre brucelosis impartido por el Comité Estatal para el Fomento y Protección Pecuaria de Aguascalientes en Granjas Fátima donde se pudieron observar diferentes posturas sobre el tema de brúcela en bovinos, se vieron puntos sobre prevención, desecho y erradicación de esta enfermedad en los animales.



Figura 42. Constancia asistencia al curso sobre brucelosis

Del 4 al 6 de agosto de 2022 se asistió al XLIV Congreso Nacional de Buiatría celebrado en el estado de Aguascalientes, además se formó parte del staff de organización, apoyando en las diferentes actividades dentro de este magno evento.



Figura 43. Staff congreso de Buiatría



Figura 44. Constancia asistencia Congreso de Buiatría

Del 7 al 10 de septiembre se asistió al Congreso Veterinario de León, celebrado en León Guanajuato, donde se pudo escuchar diferentes y muy interesantes ponencias de diversos temas del área veterinaria.



Figura 45. Constancia asistencia Congreso Veterinario de León

El 29 y 30 de septiembre de 2022, se tuvo la oportunidad de participar en el coloquio nacional e internacional de estadística aplicada en ciencias agropecuarias “Incentivando el pensamiento matemático”, impartido por la Universidad de Colima; donde se pudo disfrutar y aprender de grandes ponencias enfocadas al uso estadístico en el área pecuaria.

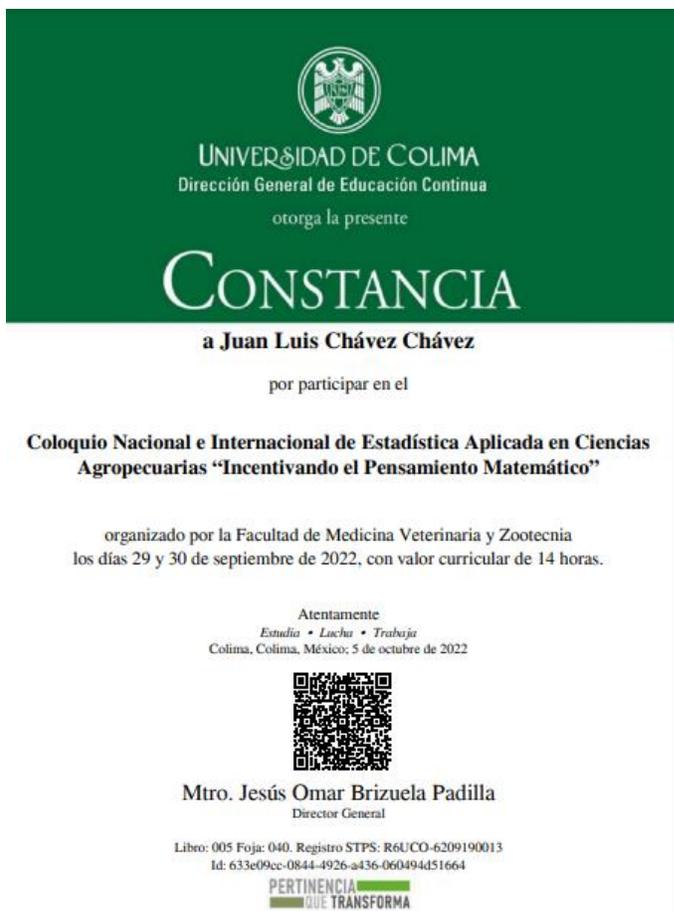


Figura 46. Constancia asistencia coloquio de estadística

Anexo 10

Del 3 de febrero al 17 de marzo de 2023, se organizó el “1er Curso de Tecnificación para ganaderos”, el cual se llevó a cabo en el salón de usos múltiples de Granjas Fátima para toda la comunidad y la gente en general. Fueron 5 conferencias impartidas por distintos expertos en temas de interés ganadero. Una muy grata experiencia por inducir a los ganaderos el interés por el mejoramiento de sus establos.

1er Curso de Tecnificación para ganaderos

Se les invita a participar a todos los productores, trabajadores, encargados, médicos, ingenieros, estudiantes y todas aquellas personas que quieran participar.

Fecha	Tema	Hora
3 de febrero	Mejoramiento en procesos de producción I.A.I. Francisco Velasco	11:00-12:00
17 de febrero	Detección de calores, sincronización y manejo reproductivo M.V.Z. Oscar de Alba	11:00-12:00
24 de febrero	Curso teórico-práctico de inseminación artificial M.V.Z. Oscar de Alba	11:00-2:30
10 de marzo	Mastitis y calidad de leche M.V.Z. Ana Escárcega, I.A.I. Abraham Gutiérrez	11:00-1:00
17 de marzo	Manejo, acciones y recomendaciones en establos M.V.Z. Juan Luis Chávez	11:00-12:00

Todas las pláticas serán en el salón de usos múltiples de Granjas Fátima

Evento GRATUITO únicamente traer papel y pluma

Los asistentes recibirán constancia de asistencia al final del curso (80% de asistencia)

Informes 449-110-1894

Figura 47. Curso de Tecnificación para ganaderos



Figura 48. Platica inseminación artificial



Figura 49. Platica protocolos de sincronización



Figura 50. Platica mejoramiento de procesos de producción



Figura 51. Constancia de ponencia "Manejo, acciones y recomendaciones en establos"



Figura 52. Constancia de organizador otorgada por la comunidad de Granjas Fátima

Anexo 11

Del 1 al 31 de marzo se participó en el curso de Desarrollo de Habilidades Informativas impartido por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Un curso muy valioso donde se pudo aprender a manejar las bases de datos incorporadas en la biblioteca virtual.



Figura 53. curso de Desarrollo de Habilidades

Anexo 12

Del 26 al 28 de abril de 2023, se asistió y se participó con cartel “Evaluación bromatológica del bagazo de cerveza como uso potencial en la alimentación de vacas lecheras” en la XLVIII Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C. y la XXVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, llevada a cabo en la ciudad de Zacatecas, Zac.

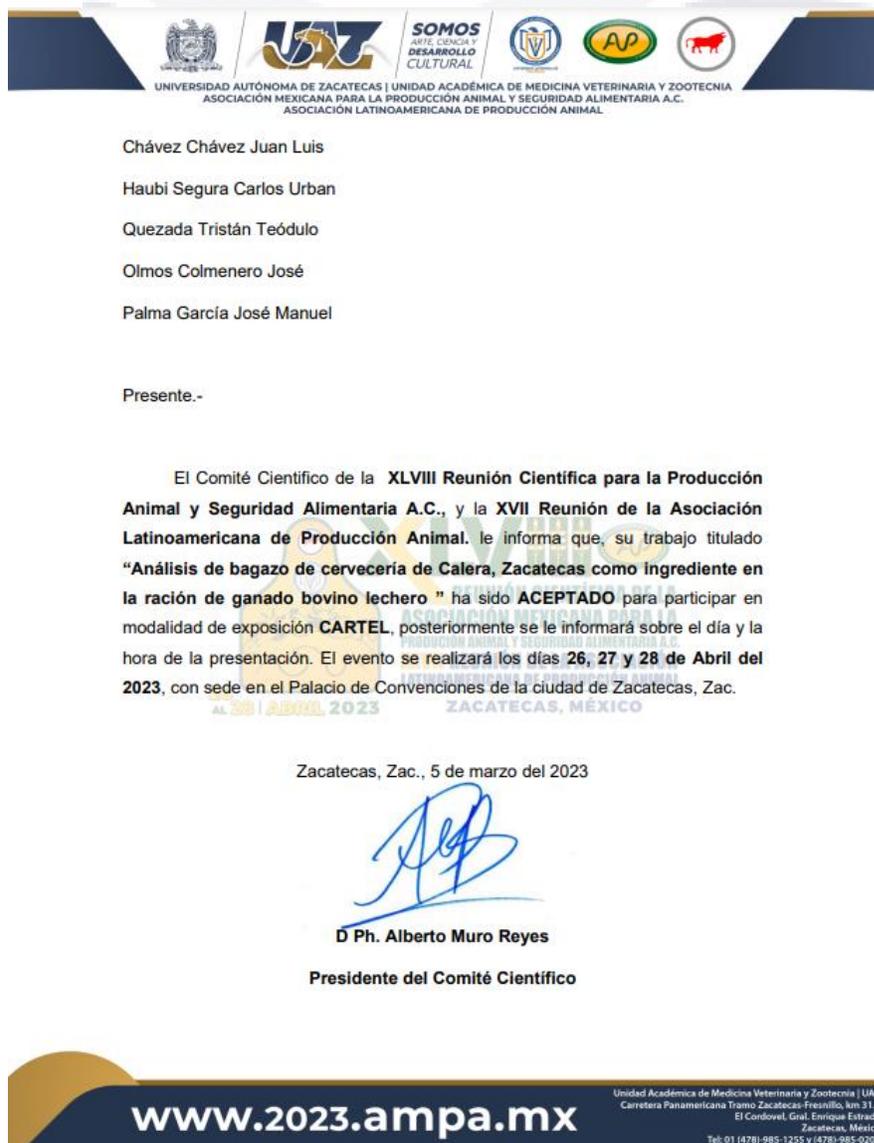


Figura 54. Carta aceptación de cartel

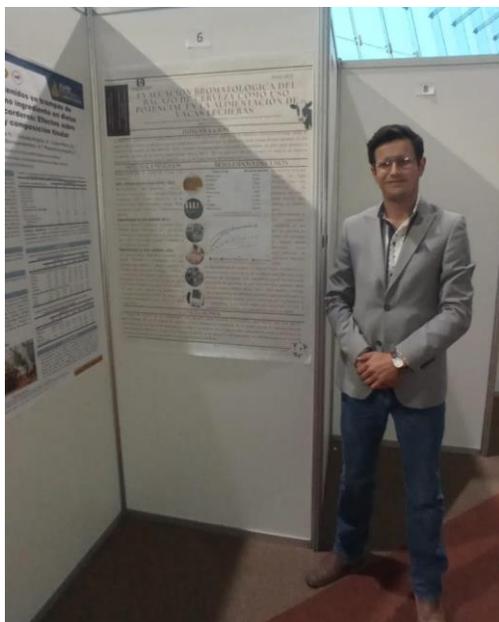


Figura 55. Presentación de cartel

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS "Francisco García Salinas"

LA UNIDAD ACADÉMICA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, LA ASOCIACIÓN MEXICANA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL Y SEGURIDAD ALIMENTARIA A.C. Y LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL.

OTORGAN EL PRESENTE **RECONOCIMIENTO**

A: MVZ JUAN LUIS CHAVEZ CHAVEZ

Por su valiosa participación como ASISTENTE durante la XLVIII Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C., y la XXVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, llevada a cabo en las instalaciones del Palacio de Convenciones del Estado de Zacatecas, con un valor curricular de 40 hrs.

AMPA | ALPA | UAMVZ - UAZ
Zacatecas, Zac., 28 de Abril de 2023

Dr. José Manuel Silva Ramos
Director UAMVZ

Dr. José Herrera Camacho
Presidente AMPA

Figura 56. Constancia de participación en reunión ALPA

Anexo 13

En mayo de 2023 se publicó el artículo “Evaluación bromatológica de bagazo de cerveza como uso potencial en la alimentación de vacas lecheras” para la revista de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)



ALPA

XXVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)
XLVII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal
y Seguridad Alimentaria, A. C. (AMPA)
Palacio de Convenciones. Zacatecas, Zac., México. Abril 26-28, 2023.
www.doi.org/10.53588/alpa.3105001



**Evaluación bromatológica del bagazo de cerveza
como uso potencial en la alimentación de vacas lecheras**

Juan Luis Chávez Chávez¹ , Teóduo Quezada Tristán , José Olmos Colmenero³ 
José Manuel Palma García² , Carlos Urban Haubi Segura 

Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

Bromatological evaluation of beer bagasse as a potential use in feeding dairy cows

Abstract: In this study, the analysis of brewery bagasse from the Modelo brewery plant in Calera, Zacatecas, which is used as an alternative ingredient in dairy cattle diets, was carried out. The whole sample of brewery bagasse was used, which was subjected to dehydration and was subsequently ground. A chemical-proximal analysis was carried out using the Van Soest method, the results of the protein and ether extract of the brewery bagasse were superior to those compared by the cited literature (29.14% and 9.64%), demonstrating that it is a highly viable. In situ and in vitro digestibility was performed to identify the behavior of the ingredient within the animals. The digestibility of the brewery bagasse (25% at 24 hours) was lower than the controls used, however it was effective (99.9% at 144 hours). In this way it is verified that the brewery bagasse is an ingredient with high nutritional values that allows to improve production and increase the profitability of the stables of small producers in the country.

Keywords: alternative, ingredient, digestibility, protein

Resumen : En este estudio se realizó el análisis de bagazo de cervecería de la Planta cervecera de Modelo en Calera, Zacatecas el cual se utiliza como ingrediente alternativo en las dietas de ganado lechero. Se utilizó la muestra íntegra de bagazo de cervecería, la cual fue sometida a una deshidratación y posteriormente fue molida. Se realizó un análisis químico-proximal mediante el método de Van Soest, los resultados de la proteína y extracto etéreo del bagazo de cervecería fueron superiores a los comparados por la literatura citada (29.14% y 9.64%), demostrando que es un ingrediente sumamente viable. Se realizó digestibilidad *in situ* e *in vitro*, para identificar el comportamiento del ingrediente dentro de los animales. La digestibilidad del bagazo de cervecería (25% a las 24 horas) fue menor a los controles utilizados, sin embargo fue efectiva (99.9% a las 144 horas). De esta manera se comprueba que el bagazo de cervecería es un ingrediente con altos valores nutricionales que permite mejorar la producción e incrementar la rentabilidad de los establos de los pequeños productores en el país.

Palabras clave: alternativo, ingrediente, digestibilidad, proteína

**Avaliação bromatológica do bagaço de cerveja
como potencial uso na alimentação de vacas leiteiras**

Resumo: Neste estudo, foi realizada a análise do bagaço cervejeiro da fábrica da cervejaria Modelo em Calera, Zacatecas, utilizado como ingrediente alternativo na dieta do gado leiteiro. A desidratação e posteriormente triturado. Foi realizada análise químico-proximal pelo método de Van Soest, os resultados do extrato proteico e etéreo do bagaço de cerveceria foram superiores aos comparados pela literatura citada (29,14% e 9,64%), demonstrando que é um produto altamente viável. A digestibilidade *in situ* e *in vitro* foi realizada para identificar o comportamento do ingrediente dentro

¹ Autor para la correspondencia: chavez18mvz@gmail.com
² Universidad de Colima,
³ Universidad de Guadaluajara

Figura 57. Publicación de artículo “Evaluación bromatológica de bagazo de cerveza como uso potencial en la alimentación de vacas lecheras” para la revista de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA).