

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRONÓMICA



TRABAJO DE GRADO:

"EVALUACIÓN DEL SUMINISTRO DE LOS ADITIVOS BOVATEC (Lasalocid sódico), LEVADURA DIAMOND V (Sacharomyces cerevisiae) Y POLLINAZA EN LA DIETA DE VACAS ENCASTADAS SOBRE EL RENDIMIENTO LECHERO"

PRESENTADO POR:

FRANCO ARGUETA, TITO
MÁRQUEZ MARTÍNEZ, VÍCTOR DANIEL
VÁSQUEZ PÉREZ, LISANDRO DAVID

REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

DOCENTE DIRECTOR:

ING. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, JUNIO DE 2016

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

**FACULTAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES**

LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ARTILLON
RECTOR INTERINO

ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA
VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA
SECRETARIA GENERAL INTERINA

LICDA. NORA BEATRIZ MELÉNDEZ
FISCAL GENERAL INTERINA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
AUTORIDADES

ING. AGR. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ
DECANO

LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ
VICE-DECANO

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ
SECRETARIO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
AUTORIDADES

ING. AGR. MSc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA
JEFE DEL DEPARTAMENTO

ING. AGR. JOAQUÍN ORLANDO MACUCA GÓMEZ
DOCENTE DIRECTOR

ING. AGR. MSc. ANA AURORA BENÍTEZ PARADA
COORDINADORA DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria de la Facultad Multidisciplinaria Oriental (uniagro), localizado en el Cantón El Jute, Jurisdicción y Departamento de San Miguel, durante los meses de Abril a Julio de 2012. El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de los aditivos Bovatec (Lasalocid sódico) y levaduras Diamond V (Sacharomyces cerevisiae), y pollinaza proporcionados en la dieta de vacas encastadas sobre el rendimiento lechero, condición corporal, peso vivo y rentabilidad económica. El estudio tuvo una duración de 90 días, dividido en 2 etapas; la pre-experimental o de adaptación que duró 30 días; en esta etapa la pollinaza se les proporcionó de manera gradual a todas las vacas de los tratamientos hasta llegar a las 7 libras/vaca/día. La etapa experimental tuvo una duración de 60 días, y en este periodo se les proporcionó a todas las vacas de los tratamientos la misma ración por día: 22 lbs, de silo de sorgo, 3 lbs, de bagazo de caña, 1,5 lbs, de rastrojo de caña, 7 lbs, de pollinaza, 2 lbs, de concentrado, 2 lbs, de melaza, y pastoreo libre de zacate callie. Las vacas en su dieta diaria se le proporciono a tratamiento T1, 10 gramos de bovatec, a las vacas del tratamiento al T2 se le adicionó 60 gramos diamond V, y al T3 se le adicionó 10 gramos de bovatec + 60 gramos de diamond V. Se utilizaron 20 vacas encastadas Holstein, Brown Swiss, y Brahman con un peso promedio de 983,52 lbs, distribuidas aleatoriamente en 4 tratamientos bajo un diseño completamente al azar. Las variables estudiadas fueron: producción diaria de leche (lbs/vaca/día), peso vivo (Kg), condición corporal y rentabilidad económica. Los resultados fueron estadísticamente no significativos entre los tratamientos. Los resultados indican que el rendimiento diario de leche (lbs/vaca/día) no fue estadísticamente significativo entre los tratamientos, los resultados al final del experimento fueron: 12.54, 12.54, 12.67 y 12.63 lbs/vaca/día, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente. En relación a la variable de peso vivo (kg) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, los resultados al final del experimento fueron: 517.13, 491.40, 476.68 y 512.72, kg para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente. En cuanto a los resultados obtenidos en la variable de Condición Corporal, (escala de 0-5), desde el inicio hasta el final del experimento resultaron ser

estadísticamente no significativos; al final del estudio los incrementos fueron: +0.56, +0.38, +0.50, +0.56, para los tratamiento T0, T1, T2, y T3 respectivamente, el tratamiento T0 (+0.56), y el T3 (+0.56), obtuvieron la mejor Condición corporal, que los tratamientos T1 (+0.38), y T2 (+0.50). Con respecto a la evaluación económica los costos por vaca/día fueron menores en el tratamiento T0 = \$2.63 vaca/día; comparado con el resto de los tratamientos evaluados que tuvieron un costo de: \$2.66, \$2.70 y \$2.73, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Se recomienda que a partir de estos resultados se pueda optar por la alimentación de vacas encastadas en producción, sin la incorporación de aditivos, ya que los resultados en producción fueron similares en todos tratamientos con la incorporación de aditivos y sin aditivos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por guiarnos e iluminarnos en el camino durante el proceso de formación.

A la Universidad de El Salvador, especialmente a la planta docente del Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, por habernos brindado los conocimientos necesarios para hacerle frente a los retos del presente y futuro.

A nuestros asesores, el Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez y al Ing. M. Sc. José Ismael Guevara Zelaya, por sus conocimientos, comprensión, paciencia y desinteresada labor de orientación en la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

Al personal que labora como docentes en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, por habernos formado como profesionales: Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez, Ing. MSc. José Ismael Guevara Zelaya Guevara, Ing. Marco Evelio Claros Álvarez, Ing. Marco Vinicio Calderón Castellanos, Ing. Silvia Evelin Jurado de Sosa, Ing. Lic. MSc. Ana Aurora Benítez Parada, Ing. Juan Francisco Mármol Canjura, Ing. Nery Saúl Guevara, especialmente al Ing. Noé Alcides Díaz Reyes (Q.D.D.G.), Ing. Germán Emilio Chevez Saravia (Q.D.D.G.), e Ing. Jaime Santos Rodas (Q.D.D.G.).

A todos A todos los trabajadores de campo que trabajan en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, que nos ayudaron en nuestra investigación, especialmente a Ricardo Alvarenga.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por darme la vida y permitirme finalizar una etapa de mi educación superior

A mis padres: Antonio Franco Reyes y Lorenza Argueta de Franco, por todo el apoyo incondicional tanto económico y moral brindado a lo largo del proceso de mi formación académica siendo ellos un pilar fundamental para el logro de mis objetivos.

A mis hermanos: Alicia Lorena Franco Argueta, Elenilson Antonio Franco Argueta, Otoniel Franco Argueta, Alexi Gamadiel Franco Argueta, Nidia Lucrecia Franco Argueta y Elmer Abimael Franco Argueta, por su apoyo moral y económico que contribuyó al logro de este triunfo.

A nuestro asesor Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez, Ing. José Ismael Guevara Zelaya y demás Ingenieros del Departamento de Ciencias Agronómicas aportaron a mi formación y finalización del proceso, ya que sin sus conocimientos no hubiese sido posible el logro de esta meta.

A los Señores: Ana Gladis Martínez de Márquez y Víctor Manuel Márquez Viera, por su apoyo moral y por la hospitalidad para con nosotros durante el proceso del trabajo de grado.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en el logro de esta meta.

Argueta Tito Franco

A Dios todopoderoso, por darme la vida, la fuerza y la sabiduría para concluir mi carrera.

A mis padres, Ana Gladis Martínez de Márquez y Víctor Manuel Márquez Viera por darme su apoyo incondicional en todo momento a sus consejos que me han ayudado a salir adelante y por sus aportes económicos.

A mi hermano Edgar Francisco Márquez Martínez y hermana Liliana Beatriz Márquez Martínez, por su apoyo brindado, ya que han contribuido en mi proceso de formación.

A mis familiares y amigos que de alguna manera siempre tuvieron una palabra de motivación en momentos adversos. A mis docentes por todos sus conocimientos brindados y a mis compañeros de tesis por su paciencia y el tiempo dedicado en todo este tiempo.

Márquez Martínez Víctor Daniel

A Dios el creador del universo y del cual formo parte y por guiarme en cada uno de mis logros y ayudarme en los momentos difíciles darme la fuerza necesaria para superarlos.

A mis padres Santos Ángel Vásquez Rodríguez y Anagil Pérez de Vásquez, por ser la principal inspiración para no rendirme, sin cuyo apoyo y consejos hubiera sido imposible el logro de mis metas.

A mis hermanos, William Atilio Vásquez Pérez, Ángel Cristian Vásquez Pérez, Herbert Isaías Vásquez Pérez y Erika Saraí Vásquez Pérez, por brindarme su apoyo en todo momento, del cual tome fuerza y culmine mi meta y gracias hermanos por formar parte de mis logros.

A mis amigos que siempre me brindaron su apoyo y especial mente a mi amigo, Luis Francisco Benítez Márquez.

Y por último y no menos importante, mis compañeros de tesis, Víctor Daniel Márquez Martínez y Tito Franco Argueta, por ese apoyo y paciencia que me tuvieron, y porque fueron lo mejor que Dios pudo haber puesto en mi camino para realizar este trabajo.

Vásquez Pérez Lisandro David

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
INDICE GENERAL.....	xvi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xx
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes.....	2
2.1.1 Boca.....	2
2.1.2 Saliva.....	2
2.1.3 Esófago.....	3
2.1.4 Estómago.....	3
2.2 Descripción del aparato digestivo de los rumiantes.....	4
2.2.1 Rumen y retículo.....	4
2.2.2 Omaso.....	5
2.2.3 Abomaso.....	5
2.2.4 Intestino delgado.....	5
2.2.5 Intestino grueso.....	6
2.2.6 Recto.....	6
2.2.7 Ano.....	6
2.3 Funciones del aparato digestivo de los rumiantes.....	7
2.3.1 Ruminación (destrucción de partículas) y producción de saliva (amortiguadores).....	7
2.3.2 Rumen-retículo (fermentación).....	7
2.3.3 Omaso (reciclaje de algunos nutrimentos).....	7
2.3.4 Abomaso (digestión ácido).....	7
2.3.5 Intestino delgado (digestión y absorción).....	8
2.3.6 Intestino grueso, ciego (fermentación).....	8
2.4 Características de los alimentos para vacas lecheras.....	8
2.4.1 Forrajes.....	8
2.4.2 Heno.....	8
2.4.3 Ensilaje.....	9
2.4.4 Pastos.....	9

2.4.5	Concentrado.	10
2.4.6	Melaza.	11
2.4.7	Agua.	11
2.5	Alimentos para el ganado lechero.	12
2.6	Composición de los alimentos.	12
2.6.1	Agua (H ₂ O) y materia seca.	12
2.6.2	Materia orgánica y mineral.	13
2.6.3	Minerales.	13
2.6.4	Yodo.	13
2.6.5	Calcio y Fosforo	13
2.6.6	Sal comun	13
2.7	Nutrientes que contienen nitrógeno.	15
2.8	Nutrientes que contienen energía.	15
2.9	Vitaminas.	17
2.10	Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras.	19
2.11	Fibras.	20
2.11.1	Que es la fibra.	21
2.11.2	Función de la fibra.	22
2.11.3	Digestión de la fibra.	22
2.11.4	Significación.	22
2.11.5	Tasa de pasaje.	23
2.11.6	Ph ruminal.	23
2.12	Energía.	24
2.13	Producción de ácidos grasos volátiles en el rumen.	25
2.14	Producción de glucosa en el hígado.	25
2.14.1	Síntesis de lactosa y grasa en el hígado.	26
2.15	Efecto de la dieta sobre la fermentación ruminal y el rendimiento de leche.	27
2.16	Metabolismo de lípidos en vacas lecheras.	28
2.16.1	Clases de lípidos.	28
2.16.2	Hidrolisis y saturación de lípidos en el rumen.	29
2.16.3	Absorción intestinal de lípidos.	30
2.16.4	Utilización de lípidos en la dieta.	31
2.16.5	El papel del hígado en la movilización de lípidos.	31
2.16.6	Adición de lípidos a las raciones de vacas lecheras.	31

2.17	Metabolismo de proteínas en vacas lecheras.	32
2.17.1	Transformación de proteína en el rumen.	33
2.17.2	Proteína en las heces.	34
2.17.3	Metabolismo en el hígado y reciclaje de urea.	34
2.17.4	Síntesis de proteína de la leche.	36
2.17.5	Proteínas y nitrógeno no-proteína en la ración de vacas lecheras. ...	36
2.18	Población microbiana del rumen.	37
2.18.1	Particularidades de la digestión de los rumiantes.	38
2.18.2	Bacterias.	38
2.18.3	Protozoos.	39
2.19	Fermentación ruminal.	40
2.20	Procesos digestivos en el rumen.	40
2.21	Productos resultantes de los procesos fermentativos.	41
2.22	Metabolismo de los carbohidratos y ácidos grasos volátiles.	41
2.23	La formación de ácidos grasos volátiles en el rumen.	41
2.24	Producción de ácido acético en el rumen.	42
2.25	Formación de ácido propiónico en el rumen.	42
2.26	Digestión de la celulosa.	42
2.27	Digestión del almidón.	43
2.28	Metabolismo de los Azúcares en el rumen.	43
2.29	Metabolismo del lactato.	44
2.30	Metabolismo del nitrógeno.	44
2.31	Síntesis de proteínas en el rumen.	44
2.32	Absorción en el rumen.	44
2.33	Abastecimiento de energía de los rumiantes.	45
2.34	Retención de alimentos en el rumen.	45
2.35	Uso de ionóforos y levaduras vivas. (<i>Sacharomyces cerevisae</i>) en dietas de bovinos.	45
2.35.1	Bovatec.	46
2.35.1.1	Formula.	46
2.35.1.2	Descripción.	46
2.35.1.3	Indicaciones.	47
2.35.1.4	Beneficios.	47
2.35.1.5	Dosis y vía de administración.	47
2.35.1.6	Modo de empleo.	46

2.35.1.7 Bovatec para ganado de pastoreo.....	49
2.35.1.8 Nutrición mejorada, más carne por hectárea, mejores resultados finales	50
2.35.2 Diamond V.....	51
2.35.2.1 Uso de cultivo de levaduras.....	51
2.35.2.2 Que es el cultivo de levaduras Diamond V, (Saccharomyces cerevisiae)	51
2.35.2.3 Ganado lechero	51
2.35.2.4 Como funciona.....	52
2.35.2.5 Como se suplementa en pastoreo.....	52
2.35.2.6 que dosis es recomendable usar.....	52
2.35.2.7 Características, beneficios y ventajas.....	52
2.35.2.8 Mecanismo de funcionamiento.....	52
2.36 Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes.....	53
2.36.1 Qué características tienen.....	53
2.36.2 Qué ventajas tiene.....	53
2.36.3 Qué se debe hacer antes de usarla.....	54
2.36.4 Cómo se utiliza.....	54
2.36.5 Cómo se ofrece el alimento al ganado.....	54
2.36.6 Animales en pastoreo.....	54
2.36.7 Como parte de una dieta integral.....	54
2.36.8 Qué cantidad se debe usar.....	55
2.36.9 Qué resultados se pueden esperar.....	55
2.36.10 Qué restricciones de uso tienen.....	55
2.37 Estudios Realizados.....	53
2.37.1 Uso de Saccharomyces cerevisiae y momensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas holtein.....	53
2.37.2 Efectos del suministro de Lasalocid a vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo.....	53
2.37.3 Uso de Saccharomyces cerevisiae y momensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas holtein.....	61
2.37.4 Efecto de la inclusión de cultivo de levaduras diamondv xp en dietas para ganado lechero.....	63
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	68
3.1 Descripción del área de estudio.....	68
3.1.1 Ubicación geográfica.....	68

3.1.2	Características climáticas.	68
3.2	Fase de campo.	68
3.2.1	Etapa pre-experimental o de adaptacion.	68
3.2.2	Etapa experimental.	69
3.3	Instalaciones.	70
3.3.1	Potrero.	70
3.3.2	Comederos.	70
3.3.3	Bebederos.	70
3.3.4	Sala de ordeño.	70
3.3.5	Manejo.	71
3.4	Ordeño.	71
3.5	Alimentación.	71
3.6	Unidades experimentales.	71
3.7	Metodología estadística.	71
3.7.1	Diseño estadístico.	71
3.7.2	Descripción de los tratamientos.	72
3.8	Variables en estudio.	73
3.9	Toma de datos.	73
3.10	Descripción de la ración alimenticia.	73
3.11	Suministro de la ración.	74
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
4.1	Rendimiento diario de leche (lbs./vaca/día).	75
4.2	Peso vivo (Kg).	81
4.3	Condición Corporal (CC).	84
4.4	Evaluación económica.	87
5.	CONCLUSIONES	91
6.	RECOMENDACIONES	92
7.	BIBLIOGRAFÍAS	93
8.	ANEXO	99

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. La Dosis/animal y su uso recomendado.....	48
Cuadro 2. El mezclado de raciones y aditivos.....	49
Cuadro 3. Muestra las concentraciones a usar en suplementos de forraje.....	49
Cuadro 4. Distribución de las vacas por tratamiento (GC: grupo control y GE: grupo experimental) y número de partos en cada rebaño.	54
Cuadro 5. Efecto de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sobre la producción de leche acumulada (promedio + EE) a los 35, 70 y 105 días de lactancia en vacas Carora y Holstein.....	57
Cuadro 6. Efecto del número de partos sobre la producción de leche acumulada (promedio + EE) a diferentes días de lactancia en vacas Holstein y Carora.	58
Cuadro 7. Promedio individual de leche (libra/vaca/día), en vacas durante lactancia temprana durante 1996. Promedio \pm Desviacion Standard. .	60
Cuadro 8. Produccion individual de leche (libra/vaca/día), durante 1997 para las vacas en lactancia temprana. Promedio \pm Desviacion Standard..	61
Cuadro 9. Efectos principales del nivel de proteína.	62
Cuadro 10. Efectos principales del tipo de aditivo en el comportamiento de vaquillas Holstein.....	63
Cuadro 11. Diseño estadístico	72
Cuadro 12. Ingredientes que forman la ración para cada uno de los tratamientos.	72
Cuadro 13. Suministro de raciones por hora/día.....	74
Cuadro 14. Producción promedio de leche (lbs/vaca/día) por tratamiento durante el estudio..	75
Cuadro 15. Peso vivo promedio (kg) por tratamiento durante el periodo de estudio..	81
Cuadro 16. Condición Corporal promedio (escala de 0-5) por tratamiento durante el periodo de estudio. .	84

Cuadro 17. Cantidad y costo de producción diaria por libra de leche producida.....	88
Cuadro 18. Relación de ingresos y costos de producción por alimentación por tratamiento (Producción láctea promedio, precio de venta por libra de leche).....	89
Cuadro A - 1. Días lactantes de las unidades experimentales al inicio del estudio.	100
Cuadro A - 2. Análisis de varianza de días lactantes de las unidades experimentales al inicio del estudio.	100
Cuadro A - 3. Números de partos de las unidades experimentales al inicio del estudio.	100
Cuadro A - 4. Análisis de varianza del número de parto de las unidades experimentales al inicio del estudio.	101
Cuadro A - 5. Encastes de las unidades experimentales.....	102
Cuadro A - 6. Producción de leche ajustada a los 305 días (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio.....	103
Cuadro A - 7. Análisis de varianza de la producción ajustada a los 305 días (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio.	103
Cuadro A - 8. Producción promedio (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio.	104
Cuadro A - 9. Análisis de varianza de la producción promedio (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio.....	104
Cuadro A - 10. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la primera quincena del estudio.	105
Cuadro A - 11. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la primera quincena del estudio.....	105
Cuadro A - 12. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la segunda quincena del estudio.....	106

Cuadro A - 13. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la segunda quincena del estudio.....	106
Cuadro A - 14. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la tercera quincena del estudio.	107
Cuadro A - 15. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la tercera quincena del estudio.....	107
Cuadro A - 16. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la cuarta quincena del estudio.....	108
Cuadro A - 17. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la cuarta quincena del estudio.....	108
Cuadro A - 18. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales al inicio del estudio.	108
Cuadro A - 19. Análisis de varianza del peso (Kg) de las unidades experimentales al inicio del estudio.	109
Cuadro A - 20. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio.....	110
Cuadro A - 21. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio.....	110
Cuadro A - 22. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio.	111
Cuadro A - 23. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio.	111
Cuadro A - 24. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio.....	112
Cuadro A - 25. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio.....	112
Cuadro A - 26. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio.....	113

Cuadro A - 27. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio.	113
Cuadro A - 28. Condición Corporal de las unidades experimentales al inicio del estudio.	114
Cuadro A - 29. Análisis de varianza de la condición corporal de las unidades experimentales al inicio del estudio.	114
Cuadro A - 30. Condición corporal de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio.	114
Cuadro A - 31. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio.	115
Cuadro A - 32. Condición corporal de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio.	116
Cuadro A - 33. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio.	116
Cuadro A - 34. Condición corporal de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio.	117
Cuadro A - 35. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio.	117
Cuadro A - 36. Condición corporal de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio.	117
Cuadro A - 37. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio.	118
Cuadro A - 38. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante 25-30 de Abril.	119
Cuadro A - 39. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante el mes de Mayo.	120
Cuadro A - 40. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante el mes de Junio.	122
Cuadro A - 41. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante 1-24 de Julio.	124

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Composición de los alimentos.	17
Figura 2. Metabolismo de los carbohidratos en la vaca.	820
Figura 3. Metabolismo de proteínas en la vaca.....	35
Figura 4. Producción de leche en kg de vacas primíparas y multíparas.	64
Figura 5. Producción de leche en kg en vacas del primer parto.....	65
Figura 6. Producción de leche en kg en vacas del segundo parto.....	65
Figura 7. Producción de leche en kg en vacas del tercer parto.....	66
Figura 8. Cambios en condición corporal para vacas que consumieron el cultivo de levaduras (CL) y las vacas testigo.	66
Figura 9. Producción promedio de leche (lbs/vaca/día) por tratamiento durante el estudio.	76
Figura 10. Peso vivo promedio (kg) por tratamiento durante el periodo de estudio.	82
Figura 11. Condición Corporal promedio (escala de 0-5) por tratamiento durante el periodo de estudio.....	85
Figura 12. Relación beneficio/costo.	90

1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador un margen muy pequeño de productores se dedica a la ganadería, debido a factores adversos para estimular su crecimiento tales como: falta de una política nacional de fomento a la ganadería e incentivos crediticios, incremento de los costos de producción por el alza de precios en los insumos alimenticios y la escasez y encarecimiento de la mano de obra.

La alimentación es uno de los rubros que más afecta los costos de la producción lechera, por lo que es importante investigar otros métodos de alimentación que nos permitan bajar costos y hacer más eficiente los recursos alimenticios a través de proporcionar en la dieta aditivos que influyan positivamente en mejorar la digestibilidad y la conversión alimenticia. Las pasturas representan la fuente principal de alimento, siendo estas las más abundantes y económicas para la alimentación del ganado en el trópico; pero debido a su baja calidad nutritiva, en la práctica se ha recurrido al uso de concentrado para completar su valor alimenticio y satisfacer las exigencias diarias de las vacas en producción. No obstante en los trópicos se han observado bajos niveles en producción de leche, atribuido al estrés calórico por el efecto de altas temperaturas, y a las pérdidas de nitrógenos por las glándulas sudoríparas. De acuerdo a los estudios fisiológicos se sabe del papel importante que desempeñan los microorganismos del rumen en la síntesis y utilización de los alimentos. Por lo tanto, para que su trabajo sea más eficiente, se hace necesario incrementar la población de microorganismos a nivel ruminal. Esto trae como consecuencia, mayor producción de leche y carne. Con el uso de los aditivos: Bovatec (Lasalocid sódico) y levadura Diamond V (Sacharomyces cerevisiae), se ha logrado aumentar la población microbiana del rumen, estos aditivos contienen en su fórmula un conjunto de elementos esenciales para la nutrición de las bacterias ruminales. Es por esta razón que en esta investigación se tratara de comprobar la efectividad de los aditivos Bovatec (Lasalocid sódico) y levadura Diamond V (Sacharomyces cerevisiae), incorporándolos en la ración, y utilizando pollinaza como fuente proteica para mejorar la producción de leche, peso vivo, condición física y rentabilidad económica, en vacas encastadas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes

2.1.1 Boca

La primera porción del conducto alimenticio está formado por la boca, que contiene la lengua y los dientes. La lengua de los rumiantes es especialmente larga en su porción libre y cubierta por diferentes tipos de papilas que le dan una marcada aspereza y la convierten en el principal órgano de aprehensión, es decir que la lengua sale de la boca, rodea al pasto y lo atrae hacia adentro. La dentadura de los rumiantes carece de caninos e incisivos en el maxilar superior y éstos están reemplazados por una almohadilla carnosa.

Los incisivos inferiores están implantados en forma no rígida de modo de no lastimar la almohadilla. Los incisivos sujetan el pasto contra el rodete superior y el animal corta el bocado mediante un movimiento de cabeza. Este bocado es ligeramente masticado, mientras el animal sigue comiendo. Cuando ha juntado varios bocados formando un bolo de aproximadamente 100 gramos incluyendo la saliva, éste es deglutido **(20)**.

2.1.2 Saliva

La producción de saliva se lleva a cabo por tres glándulas salivales, las cuales son:

- Glándula parótida.
- Glándula mandibular.
- Glándula sublingual.

La saliva sirve como fuente de nitrógeno (urea y mucoproteínas), fósforo y sodio, los cuales utilizan los microorganismos del rumen. La producción de la saliva en los rumiantes puede llegar a 150 litros/día en bovinos adultos. La producción es constante, pero tiende a aumentar mientras se lleva a cabo el consumo o durante el reposo. La saliva del rumiante posee un amortiguador, el cual es utilizado para mantener apropiado el ph del rumen. Además de las funciones mencionadas, la saliva sirve también para humedecer la boca y el bolo alimenticio, facilitando así la masticación y la deglución. La saliva del rumiante a diferencia de otras especies no contiene amilasa **(19)**.

2.1.3 Esófago

El bolo deglutido pasa junto con la saliva a la faringe que es un pasaje común a las vías respiratorias y digestivas y baja al estómago por el esófago. Este es un órgano tubular que une la faringe con el estómago. Su longitud aproximada es de 0,90 a 1,05 metros y su diámetro potencial en la misma especie es de 5 a 7 centímetros **(20)**.

2.1.4 Estómago.

El estómago de las especies rumiantes constituye el porcentaje mayor de la totalidad del aparato digestivo que en las demás especies. En los adultos, el estómago puede contener del 65 al 80% del total de la ingesta que se encuentra en el total del tubo. El estómago del rumiante se divide en cuatro compartimientos **(11)**. Estos compartimientos o divertículos reciben el siguiente nombre:

- Rumen o panza.
- Retículo, bonete o redecilla.
- Omaso, libro o librillo.
- Abomaso, cuajar o estómago propiamente dicho.

El volumen de todo este conjunto de compartimientos es realmente considerable, alcanzando en el adulto una capacidad de 200-250 litros. El rumen y el retículo están destinados a la pre-digestión de los forrajes más o menos groseros. El omaso y abomaso, y especialmente este último, realizan una misión digestiva muy parecida a la que sucede en el estómago de los animales no rumiante. Una vez que el animal rumiante ingiere los alimentos, éstos solamente son masticados parcialmente. A través del esófago llegan al rumen o panza donde se acumulan, bajo la acción de la saliva se maceran, y por la actividad de las bacterias que existen en el rumen, se produce la fermentación. Esta fermentación bacteriana va a favorecer la utilización de las sustancias fibrosas de los forrajes, es decir, aquellas sustancias ricas en celulosa que otros animales no son capaces de digerir. Además, esta flora bacteriana va a permitir a los rumiantes la posibilidad de utilizar las sustancias nitrogenadas no proteicas, así como de sintetizar prácticamente todas las vitaminas del grupo B, hecho que otros animales no se produce y que por tanto tienen la necesidad de que estos elementos se suministren en las raciones.

Una vez terminada la ración comienza la rumiación, es decir, el retorno a la boca de una cierta cantidad de alimento presente en el rumen y retículo. Lo vuelve a masticar, más intensamente, produciéndose una nueva insalivación. Una vez conseguido el bolo alimenticio vuelve a deglutirlo. Este bolo triturado e insalivado llega al omaso o librillo donde es triturado aún más intensamente, para finalmente pasar el alimento al abomaso o cuajar, Aquí el bolo alimenticio va a sufrir los mismos procesos digestivos que si se tratar de un animal no rumiante, ya que el cuajar está dotado de una glándulas gástricas de naturaleza muy semejante al estómago del resto de los animales (5).

2.2 Descripción del aparato digestivo de los rumiantes

2.2.1 Rumen y retículo

En las vacas adultas y grandes, el rumen tiene una capacidad de alrededor de 155 litros, o de 135 kilos de materia. Las funciones del rumen son: a) proporcionar un lugar de almacenamiento (retiene el alimento que la vaca consume; luego, cuando esta descansa, las partículas más voluminosas son regurgitadas hacia la boca, para masticarlas mejor); b) desmenuzar los trozos más grandes de manera que las bacterias y los jugos digestivos puedan tener una mayor superficie sobre la cual actuar, y c) suministrar un lugar para la fermentación.

Hay un continuo flujo de materia alimenticia que entra y sale del rumen, una constante introducción de saliva que controla el pH, una absorción de los productos finales de la acción microbiana y una población de microorganismos (bacterias y protozoos) que se desarrollan de acuerdo con la cantidad y de tipo de alimentos consumidos. Estos organismos contribuyen a digerir la celulosa, sintetizan aminoácidos esenciales y proteínas completas, y elaboran vitaminas del complejo B.

El proceso de fermentación produce grandes cantidades de dióxido de carbono, metano y amoníaco; menores cantidades de hidrogeno, sulfuro de hidrogeno y monóxido de carbono y, probablemente, vestigios de otros gases. Normalmente, estos son eliminados por la acción reflejada del eructo. No obstante, a veces una vaca no consigue liberarse de ellos y puede llagar al meteorismo. El retículo encuentra directamente frente al rumen. En realidad, el rumen y el retículo no están

del todo separados; por ello, las partículas de alimento pasan en forma libre de uno a otro. El interior del retículo presenta un aspecto semejante a un nido de abejas; de ahí el nombre de redcilla que se suele dar. La función principal de esta cavidad es almacenar residuos. Los objetos pesados, como los clavos o alambres ingeridos con los alimentos, suelen depositarse en este compartimiento

2.2.2 Omaso

Se sabe menos acerca de las funciones del omaso que cualquier otro compartimiento del estómago del rumiante. No obstante, es posible que en esta cavidad se reduzca el contenido acuoso de los alimentos y éstos sean desmenuzados aún más.

2.2.3 Abomaso

Se denomina a menudo “estómago verdadero” porque su función es similar a la del estómago de los animales monogástricos. Como éste, el abomaso secreta jugo gástrico y aumenta el contenido de humedad de la materia alimenticia. El jugo gástrico contiene enzimas, que permiten la digestión de las proteínas. Poca o ninguna digestión de grasa, celulosa o almidón se produce en este órgano. La materia alimenticia que sale del abomaso y pasa al intestino delgado es sumamente fluida. En esta última porción del tubo digestivo tiene lugar una digestión adicional, y las sustancias que no son absorbidas se excretan a través del intestino grueso **(15)**.

2.2.4 Intestino delgado

Es un tubo que conecta el estómago con el ciego, se encuentra suspendido de la parte dorsal de la cavidad abdominal mediante un pliegue de peritoneo llamado gran mesenterio, a la derecha del plano mediano. Tiene una longitud equivalente a 20 veces aproximadamente la longitud del cuerpo del animal y un diámetro de 5 a 6 centímetros aproximadamente. Consta de tres partes: duodeno, yeyuno e íleon.

En el intestino delgado se lleva a cabo la mayor parte de la absorción de nutrimentos, además es el órgano en donde se lleva a cabo la digestión principalmente proteica. El intestino delgado se encuentra constituido de cuatro capas: serosa, muscular, submucosa y mucosa. Presenta tres tipos principales de glándulas, los cuales son: glándulas intestinales, glándulas duodenales y

placas de peyer. Los dos primeros tipos de glándulas están encargadas de la producción de enzimas y hormonas necesarias para convertir productos parcialmente digeridos en los órganos anteriores, el tercer tipo de glándulas son agregados de tipo linfóide. El duodeno es la parte fija del intestino y la más cercana al abomaso, en él se encuentran insertados los conductos pancreático y biliar para la liberación de enzimas como tripsina y quimotripsina. El duodeno tiene una longitud aproximada de un metro de longitud formando una curva en forma de "S".

El yeyuno es aproximadamente el 90% de la longitud total del intestino delgado, no presenta una demarcación bien definida ni con el duodeno ni con el íleon. El yeyuno e íleon forman la parte mesentérica de los intestinos y se encuentran generalmente en posición dorsal izquierda de la cavidad abdominal.

2.2.4 Intestino grueso

El intestino grueso del rumiante no presenta cintas ni saculaciones. En su mayor parte se encuentra situado en la porción derecha dorsal de la cavidad abdominal.

Principalmente funciona como órgano de absorción de agua y concentración de contenido intestinal. Se encuentra formado por ciego, colon y recto. El ciego presenta una longitud media de 75 centímetros, y un diámetro de 12 centímetros. El colon tiene una longitud promedio de 10 metros, su diámetro es al principio igual que el del ciego, pero disminuye después 5 centímetros aproximadamente. En su mayor parte se encuentra dispuesto en dobles asas elípticas unidas entre sí por tejido areolar.

2.2.6 Recto

Está cubierto con peritoneo hasta a nivel de la primera vértebra coccígea, la porción retroperitoneal se halla circundada por cierta cantidad de grasa. El recto es esencialmente un órgano de almacenamiento donde los productos fecales son retenidos hasta que la cantidad acumulada estimula el control nervioso de la defecación.

2.2.7 Ano

Es la terminación posterior del tracto digestivo y consta de dos músculos esfinterianos y un músculo retractor **(19)**.

2.3 Funciones del aparato digestivo de los rumiantes

2.3.1 Ruminación (destrucción de partículas) y producción de saliva

La ruminación reduce el tamaño de las partículas de fibra y expone los azúcares a la fermentación microbiana. La producción de 160-180 litros de saliva cuando una vaca mastica 6-8 horas por día, pero menos de 30-50 litros si el rumen no es estimulado (demasiado concentrado en la dieta). Los amortiguadores en la saliva (bicarbonato y fosfato), neutralizan los ácidos producidos por fermentación microbiana, manteniendo una acidez neutral que favorece la digestión de fibra y crecimiento de microbios en el rumen.

2.3.2 Rumen-retículo (fermentación)

- Retención de partículas largas de forrajes que estimulan la ruminación.
- La fermentación microbiana produce: los ácidos grasos volátiles (AGV) como producto final de la fermentación de celulosa y hemicelulosa y otros azúcares y además produce una masa de microbios con alta calidad de proteína.
- Absorción de ácidos grasos volátiles (AGV), a través de pared del rumen. Los ácidos grasos volátiles son utilizados como la fuente principal de energía para la vaca y como precursores de la grasa de la leche (triglicéridos) y azúcares en la leche (lactosa).
- Producción de hasta 1000 litros de gases cada día que son eructados.

2.3.3 Omaso (reciclaje de algunos nutrimentos)

- Absorción de agua.
- Absorción de sodio, fósforo y ácidos grasos volátiles residuos.

2.3.4 Abomaso (digestión ácido)

- Secreción de ácidos fuertes y enzimas digestivas.
- Digestión de alimentos no fermentados en el rumen (algunas proteínas y lípidos).
- Digestión de proteínas bacterianas producidas en el rumen (0,5 a 2,5 kilogramo por día).

2.3.5 Intestino delgado (digestión y absorción)

- Secreción de enzimas digestivas por el intestino delgado, hígado y páncreas.
- Digestión enzimática de carbohidratos, proteínas y lípidos.
- Absorción de agua, minerales y productos de digestión como: glucosa, aminoácidos y ácidos grasos.

2.3.6 Intestino grueso, ciego (fermentación)

- Una población pequeña de microbios fermentan los productos de digestión no absorbidos.
- Absorción de agua y formación de heces **(36)**.

2.4 Características de los alimentos para vacas lecheras

2.4.1 Forrajes

Cuando las vacas se alimentan únicamente con forrajes de buena calidad, solo pueden producir hasta el 70% de su capacidad. Pero con vacas de alta producción, en total del alimento, el mayor porcentaje corresponde a los concentrados. Aun así, la base de la alimentación en la mayoría de las granjas lecheras es el forraje de alta calidad. Al usar cualquier clase de forraje se deben tener en cuenta tres puntos importantes:

- 1) Para obtener la mayor cantidad de nutrientes, debe ser de buena calidad.
- 2) Cuanto mejor sea el forraje, menos serán los requerimientos de granos.
- 3) Las vacas es por naturaleza, una buena consumidora de forraje.

Un forraje de buena calidad es el que posee las características físicas y químicas asociadas comúnmente al buen sabor y el que tiene abundancia de nutrientes. Los factores físicos más importantes de calidad que pueden ser estimados en la práctica son: estado de madurez cuando se corta, porcentaje de hojas, color verde, flexibilidad del tallo, aroma y carencia de sustancias extrañas **(15)**.

2.4.2 Heno

El heno se hace solamente de los buenos pastos, cortados cuando aproximadamente tienen diez pulgadas de altura (25,4 centímetros) y antes de que

parte de la hierba haya empezado a formar los botones florales. Debe hacerse bien, sin pérdidas de hojas, para conservar su calidad. En estas condiciones, el rendimiento es pequeño, pero la calidad es muy alta y resulta un alimento ideal para vacas de gran rendimiento 16 libras, (7,26 kilogramos) suministran las proteínas necesarias para el sostenimiento de una vaca de (457 kilogramos) y para la producción del primer galón de leche (4,54 litros) **(16)**.

2.4.3 Ensilaje

Los forrajes ensilados se usan con mayor frecuencia para la alimentación del ganado lechero, especialmente para las vacas en producción. Estas producen en general más leche cuando se alimentan con una ración que contenga a la vez ensilaje y un buen heno, que cuando solo se les proporciona forraje seco. Los forrajes ensilados tienen especial importancia para producción de leche cuando los forrajes secos disponibles no son de buena calidad. El ensilaje resulta igualmente útil para el ganado vacuno de engorde que para las vacas lecheras. El valor por tonelada de un maíz ensilado bien maduro para el engorde de becerras o corderos es incluso un poco más alto, en comparación con el del heno, que para las vacas lecheras.

El empleo de los forrajes ensilados hace posible el sostenimiento de mayor número de cabezas de ganado en una cierta extensión de terreno. El forraje de maíz y de sorgo puede transformarse fácilmente en un ensilaje de buena calidad, obteniéndose mayor valor nutritivo cuando se ensilan estas cosechas que cuando se utilizan como forrajes secos.

Los forrajes ensilados proporcionan alimentos succulentos de calidad superior a menor costo, en cualquier época del año. Aunque procedan de plantas con tallos celulósicos, como el maíz y el sorgo se consumen casi sin desperdicio. En cambio, suele perderse una parte considerable de maíz y el sorgo desecados, aunque sean de buena calidad **(26)**.

2.4.4 Pastos

Con la elevación de los costos de las sustancias alimenticias comprables, los pastos han adquirido una importancia mayor en la alimentación de vacas. Tanto el

pasto fresco como el conservado en sus varias formas, representan para el granjero en la actualidad las fuentes más baratas para el abastecimiento de su ganado. Las investigaciones hasta la fecha notablemente llevadas por Woodman y sus colaboradores han establecido que la amplia variación del valor alimenticio de las hierbas depende, en primer lugar, de su densidad, rapidez de crecimiento y época del año en que se consume. La hierba consumida cuando tiene de 10,16 a 12,70 centímetros de altura está en estado de crecimiento activo, y es un alimento rico en proteínas. Factores que han de tenerse presente al utilizar la hierba son:

- 1) Que se pague, siempre que sea posible, en su estado más nutritivo, es decir, antes de que la hierba empiece a subir sus vástagos florales.
- 2) Suplementar la hierba con los alimentos que sean necesarios, de acuerdo con el estado e crecimiento y densidad del césped **(16)**.

2.4.5 Concentrado

En contraste con los forrajes voluminosos y fibrosos los concentrados contienen niveles elevados de energía, proteína o ambas cosas y por lo común, tienen un contenido bajo de fibras, lo que les proporciona una densidad más elevada. Los concentrados comprenden los granos y muchos alimentos de subproductos, incluyendo los suplementos de alto contenido de proteínas. Los principales granos que se dan al ganado lechero, son el maíz, cebada, avena, sorgo y trigo. Todos ellos tienen un valor alimenticio aproximadamente igual para las vacas lecheras. El maíz, el sorgo y el trigo tienen un contenido más bajo de fibras y ligeramente más elevado de energía que la avena y la cebada.

Sin embargo la variación, de los niveles de energía y proteína es mayor en un tipo de grano que entre ellos. Cualquiera de los granos mencionados antes se puede utilizar como constituyente principal de una mezcla de concentrados para el ganado lechero, con buenos resultados. Sin embargo la apetitividad suelen incrementarse cuando no hay un grano simple que constituye más del 80% de la mezcla de concentrado. Todos los granos tienen contenido relativamente altos de energía y fósforo, bajo de proteínas y calcio, que se deben suplementar a partir de otras fuentes. Los forrajes leguminosos tienen contenido alto de estos últimos nutrientes, lo

que hace que las combinaciones de leguminosas y una mezcla de concentrado basada en uno o más granos, constituye un programa excelente de alimentación **(6)**.

2.4.6 Melaza

La melaza se presenta como una jalea de color marrón que incluyen de un 75 a un 80% de materia seca. Su conservación resulta muy fácil. Una parte de las melazas se emplea en la alimentación del ganado, se trata de un alimento energético cuyo valor nitrogenado es prácticamente nulo, ya que toda su materia nitrogenada es de naturaleza no proteica. La melaza es un alimento refrescante muy recomendable, a condición de no superar el kilogramo por día y cabeza de ganado vacuno **(7)**.

En algunas ocasiones la melaza de caña de azúcar se utiliza para mejorar el sabor de los alimentos, diluyéndolas con agua para agregarla a los silos o a algunos otros ingredientes alimenticios voluminosos; su contenido proteico es muy bajo, por lo que se necesita adicionarle un complemento rico en proteínas **(37)**.

2.4.7 Agua

El agua cumple numerosas funciones en el organismo gracias a su papel de disolvente, intervienen en todos los intercambios nutritivos (absorción, transporte y excreción). Además participan en numerosas reacciones metabólicas y juega un importante papel en la regulación de la temperatura mediante el transporte y la eliminación del calor **(24)**.

El agua es el ingrediente más barato de la ración de las vacas lecheras, pero tiene la mayor importancia. Las vacas adultas consumen un promedio de 45 a 57 litros de agua por día y las de gran producción pueden consumir un volumen doble. Es muy importante que las vacas tengan agua fácilmente asequible a su disposición **(12)**.

Las vacas lecheras que disponen de agua continuamente beben un 18% más de agua y producen un 3,5% más de leche que las vacas que reciben dos veces al día.

La producción de leche aumenta lógicamente las necesidades de agua de la hembra lactante. Además del agua que se elimina con la leche, aumenta el consumo de agua para cubrir las necesidades derivadas de un mayor consumo de alimentos y producción de calor. **(23)**.

2.5 Alimentos para el ganado lechero

Los alimentos para las vacas lecheras pueden incluir tallos, hojas, semillas y racimos de varias plantas. Las vacas también pueden ser alimentadas con subproductos industriales (harinas de semillas oleaginosas, melaza, granos cervecedores, subproductos de molino entre otros). Además las vacas necesitan minerales y vitaminas para responder a sus requisitos nutricionales. Los alimentos para vacas son frecuentemente clasificados así:

- Forraje.
- Concentrado.
- Suplemento de proteína.
- Minerales y vitaminas.

Aunque arbitraria, esta clasificación se base en el valor del alimento como suministro de nutrientes específicos. Los nutrientes son las sustancias químicas necesarias para la salud, mantenimiento, crecimiento y producción del animal. Los nutrientes encontrados en los alimentos y requeridos por los animales pueden ser clasificados así:

- Agua.
- Energía (lípidos, carbohidratos y proteínas).
- Proteína (compuestos nitrogenados).
- Vitaminas.
- Minerales.

Forrajes también pueden contener sustancias que no tienen valor nutritivo. Algunos componentes tienen estructuras complejas (compuestos fenólicos), que son indigestibles y pueden interferir con la digestión de algunas nutrientes (por ejemplo lignina y tanino). Además algunas plantas contienen toxinas que son dañinas para la salud del animal.

2.6 Composición de los alimentos

2.6.1 Agua (H₂O) y materia seca

Los alimentos contienen cantidades diferentes de agua. En sus etapas inmaduras las planta contienen 70-80% agua (es decir 20-30% materia seca). Sin embargo, las semillas no contienen más de 8 a 10 % de agua y 90 a 92% materia

seca. La materia seca del alimento contiene todos los nutrientes (excepto agua), requeridos por la vaca. La cantidad de agua en los alimentos es típicamente de poca importancia. Las vacas regulan su insumo de agua aparte de la materia seca y deben tener acceso a agua fresca y limpia todo el día. La composición nutricional de los alimentos es comúnmente expresada como porcentaje de materia seca (%MS) en lugar de porcentaje del alimento fresco (% "como alimentado") porque:

- La cantidad de agua en los alimentos es muy variable y el valor nutritivo es más fácilmente comparado cuando se expresa en base a materia seca.
- La concentración de nutriente en el alimento puede ser directamente comparada a la concentración requerida en la dieta.

2.6.2 Materia orgánica y mineral

La materia orgánica en un alimento puede ser dividida en materia orgánica e inorgánica. Los compuestos que contienen carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), son clasificados como orgánicos. Los compuestos inorgánicos o minerales son los demás elementos químicos (calcio, fósforo, entre otros).

Cuando una muestra de alimento está colocada en un horno y mantenida a 550 grados C° por 24 horas la materia orgánica está quemada y la materia restante es la parte mineral, llamada ceniza. En las plantas el contenido de minerales varía entre 1 a 12 %. Los forrajes usualmente contienen más minerales que semillas o granos. Los subproductos de animales que contienen huesos pueden tener hasta 30% minerales (principalmente calcio y fósforo).

Los minerales son frecuentemente clasificados como macro- y micro minerales. Esta distinción se base solo en la cantidad requerida por los animales. Algunos minerales posiblemente son esenciales (por ejemplo bario, bromo, níquel), y otros son reconocidos por tener un efecto negativo en la digestibilidad de los alimentos (por ejemplo silicio), (35).

2.6.3 Minerales

Los minerales que más a menudo faltan son la sal común (sodio y cloro), el calcio y fósforo, que son justamente los que se necesitan en mayor proporción. En ciertas zonas puede haber deficiencia de yodo en el suelo, agua y vegetales; en tal

caso, tanto del ganado como las personas pueden sufrir la misma deficiencia. Los demás minerales solo se necesitan en pequeñas cantidades y generalmente las raciones ordinarias los proveen.

2.6.4 Yodo

El síntoma de deficiencia es el nacimiento de cría con el pescuezo abultado o sea atacada de bocio. Cuando el yodo no es suficiente, las crías con frecuencia nacen muertas o enclenques. Una vaca lechera de 500 kilogramos dando bastante leche requiere un miligramo diario de yodo. Se previene el bocio con sal yodada o sea sal común con 0.01% de yoduro de potasio **(16)**.

2.6.5 Calcio y Fósforo

Los dos elementos se analizan juntos debido a sus interrelaciones y porque la alimentación de uno de ellos afecta la utilización del otro. El calcio y fósforo son los principales constituyentes de los huesos y los dientes, y se encuentran también en grandes cantidades en la leche. El contenido de calcio de la leche permanece estable, incluso en condiciones de deficiencias graves; aunque disminuye la producción de leche. El fósforo participa en el metabolismo de la energía y muchas otras funciones metabólicas del cuerpo, en consecuencia la deficiencia de fosforo puede conducir a una utilización de la energía a una reducida deficiencia de la reproducción y apetito disminuido **(6)**.

Los forrajes de alta calidad, tienden a ser la mejor fuente de calcio, mientras que los alimentos concentrados proporcionan la mayor parte del fósforo natural de las raciones de los rumiantes **(12)**.

2.6.6 Sal común

El ganado debe tener siempre a su disposición las cantidades correctas de sal 1,800 kilogramos en la ración alimenticia es suficiente para que la vaca de vientre cubra sus necesidades de este mineral durante un mes. El ganado de pastoreo necesita mayor cantidad de sal que aquel que esta estabulado, si el mineral está bien resguardado se necesitara la mitad de las cantidades anteriormente señaladas **(37)**. La deficiencia de sal hace perder el apetito, vuelve el pelo áspero, da aspecto

macilento, produce rápida pérdida de peso y disminuye el rendimiento. La vaca necesita consumir diariamente 5 gramos de sal por 100 kilogramos de peso vivo y 2 gramos por kilogramo de leche **(16)**.

2.7 Nutrientes que contienen nitrógeno

El nitrógeno se encuentra en proteínas y otros compuestos, incluidos en la materia orgánica de un alimento. Las proteínas son compuestas de una o más cadenas de aminoácidos. Hay 20 aminoácidos que se encuentran en proteínas. El código genético determina la estructura de cada proteína, que en su turno establece una función específica en el cuerpo. Algunos aminoácidos son esenciales y otros no-esenciales.

Los aminoácidos no-esenciales pueden ser sintetizados en el cuerpo, pero los aminoácidos esenciales deben estar presentes en la dietas porque el cuerpo no los puede sintetizar. Parte del nitrógeno en los alimentos se llama nitrógeno no-proteína (NNP), porque el nitrógeno no se encuentra como parte de la estructura de una proteína. El nitrógeno no-proteína (por ejemplo amoniaco, urea, aminos, ácidos nucleicos), no tienen valor nutritivo para los animales de estómago sencillo. Sin embargo en los rumiantes, nitrógeno no-proteína puede ser utilizado por las bacterias del rumen para sintetizar aminoácidos y proteínas que benefician a la vaca.

2.8 Nutrientes que contienen energía

Al contraste de otros nutrientes, el contenido de energía en un alimento no puede ser cuantificado por un análisis del laboratorio. La cantidad de energía en los alimentos es mejor medido vía experimentación. En el cuerpo el carbón (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) de los carbohidratos, lípidos y proteínas puede ser convertido a H₂O y CO₂ con la liberación de energía. La mega caloría (Mcal) es típicamente utilizado como una unidad de energía, pero el joule (J) es la unidad oficial de medida. En alimentos para las vacas lecheras, la energía esta expresada como de energía neta de lactancia (ENL). Esta unidad representa la cantidad de energía en el alimento que es disponible para el mantenimiento del peso corporal y la producción de leche. Por ejemplo, requiere 0,74 Mcal ENL para producir 1 kilogramo de leche y la energía en los alimentos es entre 0,9 y 2,2 Mcal ENL/kg/ materia seca.

Las cantidades de lípidos y otras sustancias grasosas son determinadas por un método que se llama extracción con éter y ellos usualmente rinden 2,23 veces la energía que carbohidratos. Sin embargo la mayoría de energía en forrajes y muchos concentrados viene principalmente de los carbohidratos. Los alimentos para las vacas usualmente tienen menos de 5% de lípidos pero 50-80% de carbohidratos. Hay tres clases principales de carbohidratos en plantas:

- Los azúcares sencillos (glucosa, fructosa).
- Los carbohidratos de almacenamiento (almidón), también conocidos como carbohidratos no-fibrosos, no-estructurales, o que no son parte de las paredes de las células.
- Los carbohidratos estructurales, conocidos como fibrosos, o de la pared de las células (celulosa y hemicelulosa).

La glucosa se encuentra en alta concentración en algunos alimentos (melaza, suero de leche). El almidón es un componente importante de los granos de cereales (trigo, cebada, maíz, entre otros). La celulosa y hemicelulosa constituyen cadenas largas de unidades de glucosa. El enlace químico entre dos unidades de glucosa es fácilmente roto en el caso de almidón, pero en celulosa el enlace resiste el ataque de enzimas digestivas de los mamíferos. Sin embargo, las bacterias del rumen posean las enzimas que pueden extraer las unidades adicionales de glucosa de células y hemicelulosa. La celulosa y hemicelulosa son asociadas con lignina, una sustancia fenólico en la pared de la célula. La fibra, o cantidad de pared de células, en un alimento tiene efectos importantes en su valor nutritivo. En general, el más bajo el contenido de fibra, el más alto el contenido de energía. Pero partículas largas de fibra son necesarias en las raciones de la vaca para:

- Estimular la ruminación, esencial para mantener la digestión y la salud de la vaca.
- Evitar la depresión del porcentaje de grasa en la leche.

En muchos países, el contenido de fibra cruda es la medida oficial para determinar el contenido de fibra en un alimento. Sin embargo, no es un método preciso para medir las paredes de las células. Un procedimiento más reciente es la determinación de fibra neutra detergente (FND) en el laboratorio, que ofrece una

estimación más precisa del total de fibra en el alimento. El FND incluye celulosa, hemicelulosa y lignina. Los azúcares en la fibra son fermentados lentamente por las bacterias en el rumen, pero la materia que no se encuentra en las paredes de las células es fácilmente accesible a las bacterias ruminal. Usualmente los carbohidratos no fibrosos no son cuantificados por análisis, pero en base de cálculos, restando la ceniza, proteína cruda, extractos de éter del total y asumiendo que el resultado representa los FND. A continuación se detalla la composición de alimentos en la figura 1.

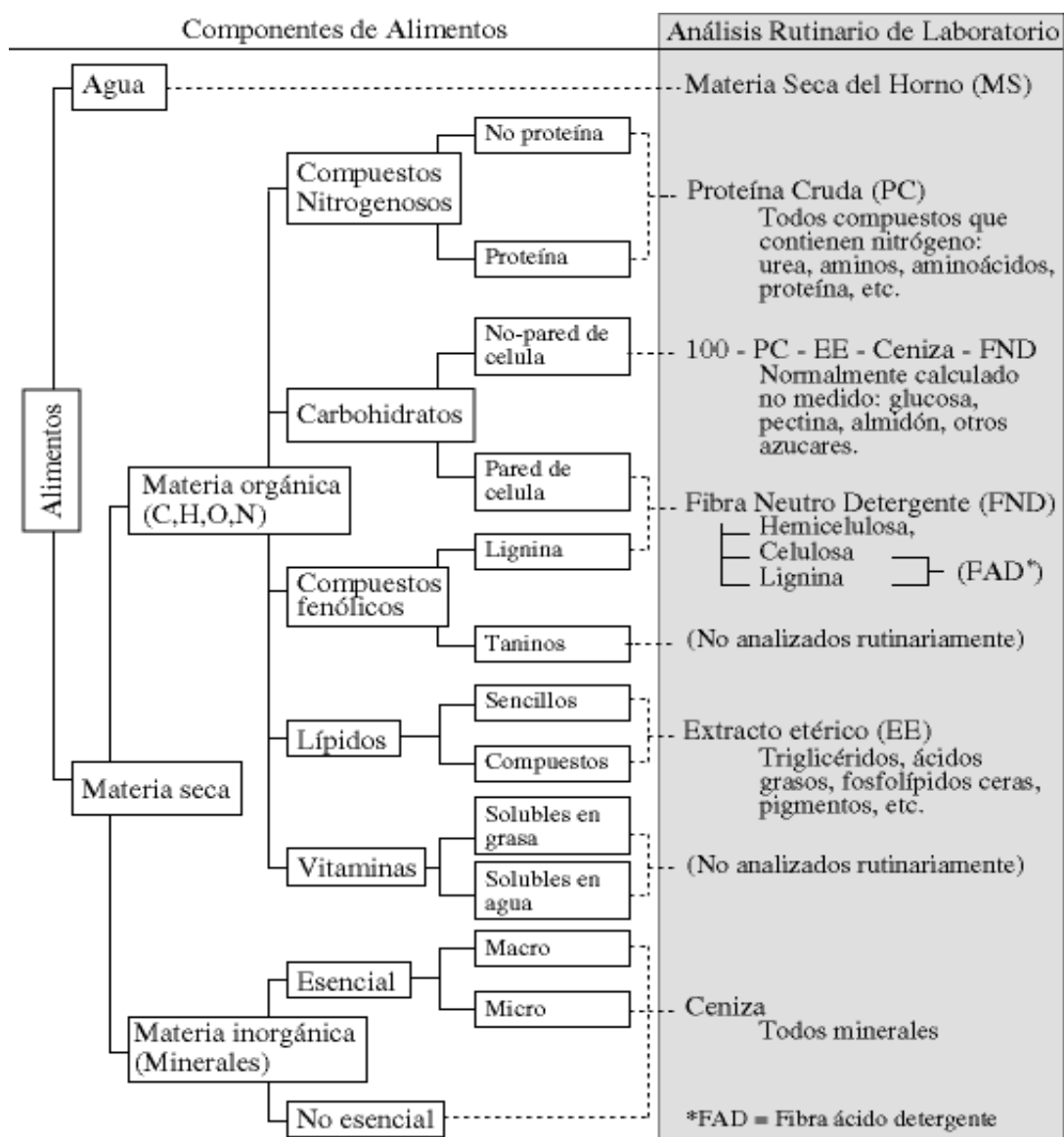


Figura 1. Composición de los alimentos.

2.9 Vitaminas

El contenido de vitaminas en un alimento no está determinado rutinariamente pero son esenciales en pequeñas cantidades para mantener la salud. Las vitaminas son clasificadas como solubles en agua (vitaminas del complejo B y vitamina C), y solubles en grasa (β -caroteno, o provitamina A, vitaminas D2, D3, E y K). En las vacas, las vitaminas del complejo B no son esenciales porque la bacteria del rumen las puede sintetizar **(35)**.

Las vitaminas son compuestos orgánicos necesarios para el crecimiento normal y mantenimiento de la vida de los animales. Se pueden clasificar según su solubilidad en liposolubles e hidrosolubles. Las vitaminas liposolubles son: A, D, E y K. En su estructura participan C, H y O. Las vitaminas hidrosolubles son: C y las del complejo B: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantoténico, ácido lipoico, biotina, ácido fólico, inositol, ácido paraaminobenzoico, vitamina B12 y colina. En su estructura participan C, H y O, y además: N, S o Co, salvo excepciones.

En relación a la síntesis de vitaminas son más importantes las especies bacterianas que las protozoarias. Las vitaminas liposolubles, solo la vitamina K es sintetizada en el rumen, a excepción de animales jóvenes o condiciones anormales.

De las vitaminas hidrosolubles, se sabe que las del complejo B se requieren como cofactores en sistemas enzimáticos de las principales vías metabólicas de los animales. Las vitaminas del complejo B (tiamina, niacina, ácido pantoténico, riboflavina, ácido fólico y B6 y B12), se sintetizan mediante fermentación microbiana en el tracto digestivo, en particular de rumiantes y herbívoros no rumiantes (conejo y caballo), desde las ocho semanas de edad. Cuando el animal es lactante es el aporte de la leche lo que le asegura la provisión de dichas vitaminas. Respecto de la vitamina C, esta no es requerida por las bacterias. Es sintetizada por el animal, no por las bacterias **(22)**.

Las vitaminas son sustancias orgánicas que entran en la alimentación en muy pequeñas cantidades, pero que son muy importantes. En las raciones de las vacas lecheras suelen faltar las vitaminas A y D **(16)**. La vitamina A es necesaria para el crecimiento de los animales jóvenes, para la procreación y para la buena producción

de leche. Los alimentos que contienen vitamina A, son la hierba fresca, los vegetales ensilados y los henos de leguminosas.

La vitamina D, es necesaria para normalidad del funcionamiento fisiológico de los animales ya aparece también en la leche. La vitamina D, se forma directamente en el cuerpo de los animales por la acción de los rayos ultravioletas de la luz solar. También se encuentran en los henos que han sido expuestos al sol para su secado (21).

2.10 Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras.

Los carbohidratos son la fuente más importante de energía y los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca. Los microorganismos en el rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que son ligados a la lignina en las paredes de las células vegetales. La fibra es voluminosa y se retiene en el rumen donde la celulosa y la hemicelulosa fermentan lentamente. Mientras que madura la planta, el contenido de lignina de la fibra incrementa y el grado de fermentación de celulosa y hemicelulosa en el rumen se reduce. La presencia de fibra en partículas largas es necesaria para estimular la rumia.

La rumia aumenta la separación y fermentación de fibra, estimula las contracciones del rumen y aumenta el flujo de saliva hacia el rumen. La saliva contiene bicarbonato de sodio y fosfatos que ayudan a mantener el contenido del rumen en un pH casi neutro. Las raciones que no tienen fibra suficiente producen un porcentaje bajo de grasa en la leche y contribuyen a desordenes tales como desplazamiento del abomaso y acidosis. Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares), fermentan rápidamente y completamente en el rumen. Estos incrementan la densidad de energía en la dieta, mejorando el suministro de energía y determinando la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen. Ver figura 2. Sin embargo, los carbohidratos no-fibrosos no estimulan la rumia o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra. En consecuencia, el equilibrio entre carbohidratos fibrosos y no-fibrosos es importante al

alimentar las vacas lecheras para la producción eficiente de leche. La transformación de carbohidratos se lleva a cabo en varios órganos.

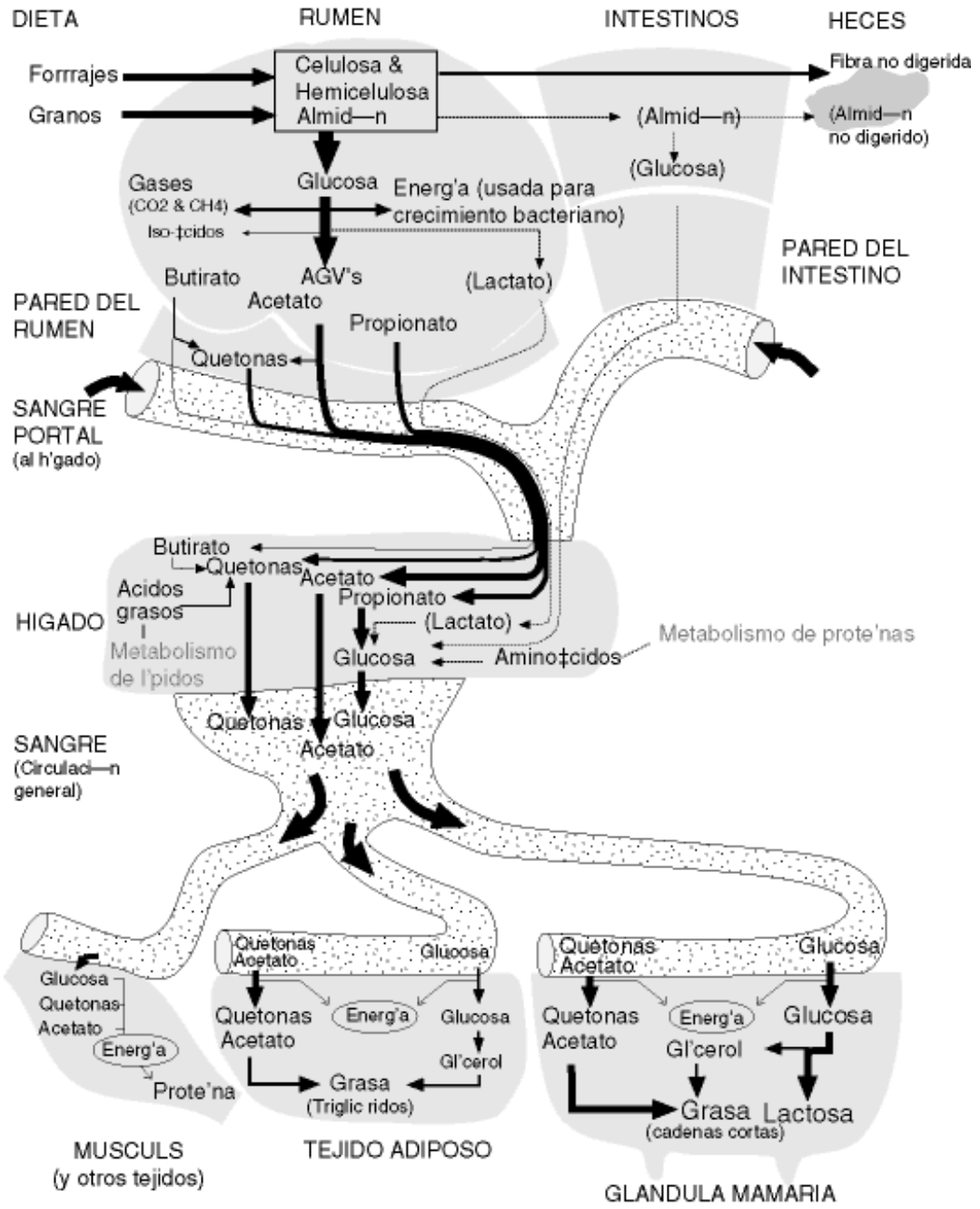


Figura 2. Metabolismo de los carbohidratos en la vaca.

2.11 Fibras

La fibra es uno de los principales componentes en las dietas de vacas lecheras, por lo tanto, es necesario determinar para cada caso en particular la cantidad adecuada de fibra que las vacas deben consumir. Cuando la cantidad de fibra en la dieta es excesiva, la producción se ve afectada debido a que se produce un mayor llenado ruminal, una menor tasa de pasaje y un menor consumo.

Por otro lado, cuando el aporte de fibra es bajo, existe riesgo de problemas como acidosis, laminitis o desplazamiento de abomaso. Las consecuencias productivas son un bajo porcentaje de grasa en leche, una inversión en la relación grasa: proteína de la leche y en casos extremos de acidosis, un menor consumo y producción.

2.11.1 Que es la fibra

La fibra es la estructura que da fuerza y rigidez a las plantas y es el componente principal de los tallos de las gramíneas y otras plantas. Los azúcares complejos (celulosa y hemicelulosa) se encuentran encerrados en las paredes de las células e inaccesibles para animales no-rumiantes.

Sin embargo, la población de microbios que vive en el retículo y el rumen permite a la vaca obtener energía de la fibra. Los compuestos de nitrógeno no-proteína (NPN) no pueden ser utilizados por los animales no-ruminantes, pero las bacterias del rumen los utilizan como precursores para el síntesis de proteína. La vaca se beneficia de los aminoácidos de la proteína bacteriana producida de las sustancias de nitrógeno en los alimentos **(35)**.

Los hidratos de carbono constituyen el componente más importante en las raciones de vacas lecheras. Desde el punto de vista funcional, los hidratos de carbono se dividen en hidratos de carbono fibrosos e hidratos de carbono no fibrosos. Los hidratos de carbono no fibrosos: son una fuente de energía muy importante y pueden presentarse en forma de azúcares solubles o almidones, con lo cual varía su degradabilidad ruminal y sitio de digestión.

Los hidratos de carbono fibrosos: si bien también existen diferencias en su composición, solamente pueden ser digeridos en el rumen. La determinación química de la fibra insoluble en detergente neutro (FDN) se utiliza como estimador del

contenido de carbohidratos fibrosos. La FDN está compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina. La calidad de la FDN depende de la proporción relativa de sus componentes ya que la lignina es indigestible mientras que la celulosa y la hemicelulosa sí lo son. A su vez, la celulosa es menos digestible que la hemicelulosa.

2.11.2 Función de la fibra

Además de la calidad nutricional de la fibra (proporción de celulosa, hemicelulosa y lignina), la función de la fibra es mantener un correcto funcionamiento ruminal que no comprometa su salud. Para ello, las vacas deben consumir una cantidad mínima de fibra que estimule la rumia y la salivación.

Para definir el aporte de FDN no sólo hay que considerar la composición química de la fibra, sino también el tamaño y la forma de partícula, concepto que se define como Fibra Efectiva (FDNef). La FDNef es la cantidad de fibra con capacidad de estimular la rumia y la salivación.

Por ejemplo, un heno sin picar hace un mayor aporte de FDNef que el mismo heno picado, a pesar de contener la misma cantidad de FDN y la misma composición de celulosa, hemicelulosa y lignina. Por lo tanto, la FDNef es el criterio de formulación más adecuado para valorar el aporte mínimo de fibra que garantiza una alimentación adecuada.

2.11.3 Digestión de la fibra

Los factores que afectan la digestión de la fibra son diversos y su interacción es compleja.

2.11.4 Significación

La fibra puede ser degradada únicamente en el rumen y el grado de lignificación de la pared celular es una de las principales limitantes a la digestión. La estructura física de la pared celular y cómo se relacionan la lignina con la celulosa y la hemicelulosa también afecta la degradación ruminal de la fibra.

Por lo tanto, a pesar que las leguminosas poseen un mayor contenido de lignina que las gramíneas, éstas últimas poseen una menor tasa de digestión de la pared

celular a causa de la forma en que la lignina se relaciona con la celulosa y la hemicelulosa, provocando un mayor llenado ruminal y en consecuencia un menor consumo.

2.11.5 Tasa de pasaje

La velocidad de pasaje puede aumentar a causa de un incremento en el consumo o por disminución del tamaño de partícula del alimento. Sin embargo, no siempre un menor tamaño de partícula causa una disminución de la digestibilidad de la fibra.

En general, la reducción del tamaño de partícula, mejora la degradación ya que aumenta la superficie de ataque para los microorganismos ruminales. Por otro lado, si el tamaño de partícula es excesivamente pequeño aumenta la tasa de pasaje y en consecuencia la fibra escapa más rápido del rumen con lo cual el tiempo para degradarse es menor.

En consecuencia, el procesamiento que debe realizarse a los forrajes va a depender de la calidad de los mismos, ya que su digestión estará determinada tanto por la posibilidad de ser atacada por los microorganismos, como por la velocidad con la cual circule por el tracto digestivo.

2.11.6 Ph Ruminal

Otro factor importante que afecta la degradación de la fibra es el ph ruminal, es sabido que con ph ruminales menores a 6,2 la digestión de la fibra se ve afectada.

El aumento en el uso de concentrados en la dieta de vacas lecheras resulta en pH ruminales bajos debido a una alta producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y de lactato en particular. En vacas lecheras pastoreando pasturas de alta calidad, se han registrado valores de pH muy variables con oscilaciones de 5,6 a 6,8.

Estudios realizados en el INTA Rafaela reportaron que vacas lecheras pastoreando alfalfa presentaron ph bajos menores a 6,2 resultados de una alta producción de ácidos grasos volátiles que no pueden ser neutralizados por la escasa producción de saliva en este tipo de dietas. Las pasturas de alta calidad, a pesar de que tienen un mayor contenido de FDN en comparación con los concentrados, presentan una fibra de muy alta calidad, muy poco lignificada, y de alta y rápida

degradabilidad ruminal. Debido a esto, la fibra proveniente de este tipo de pasturas presenta un bajo contenido de FDNeF disminuyendo la rumia y en consecuencia la salivación.

Este efecto sumado a una alta producción de ácidos grasos volátiles como consecuencia de una mayor digestibilidad del forraje, produce un descenso del pH ruminal. Existen dos formas para aumentar la cantidad de ácidos grasos volátiles en rumen:

- Aumentar la proporción de concentrados en la dieta.
- Utilizar forraje de muy buena calidad.

Sin embargo, ambas formas no provocan los mismos efectos en el ambiente ruminal. Cuando a una dieta a base de forrajes se le adiciona una fuente de carbohidratos no fibrosos, como grano de maíz, los efectos depresores del pH ruminal sobre la digestión de la fibra se ven acentuados, no ocurriendo lo mismo en dietas con alta proporción de forrajes de alta calidad. Diversos mecanismos fueron propuestos para explicar estas diferencias.

En primer lugar, la digestibilidad de alimentos de alta calidad se ve menos comprometida a bajos pH que la de alimentos de peor calidad. En segundo lugar, el bajo pH ruminal generado en condiciones de pastoreo está más relacionado con una alta producción de ácidos grasos volátiles que con la producción de lactato. Finalmente, la degradación preferencial del almidón en lugar de la fibra por parte de los microorganismos observada en dietas altas en concentrados no ocurre en dietas con alta proporción de forraje **(29)**.

2.12 Energía

La energía que se ha definido como la capacidad para realizar un trabajo es un ingrediente primordial en todos los programas de alimentación. Es esencial para el crecimiento, para el movimiento y en caso de las vacas lecheras, para la producción de leche. Es el elemento cuya deficiencia es más frecuente en las raciones del ganado lechero **(12)**.

Una vaca lactante requiere todavía más energía para producir la leche se secreta la glándula mamaria cada día. Cuando se restringe el alimento a una vaca lechera

utiliza la energía disponible para el mantenimiento y la reproducción a expensas del crecimiento y la lactancia. Por consiguiente es importante proporcionar energía adecuada para obtener un crecimiento normal, una producción elevada de leche y más beneficios **(6)**.

2.13 Producción de ácidos grasos volátiles en el rumen

Durante la fermentación ruminal, la población de microorganismos, principalmente bacteria, fermenta los carbohidratos para producir energía, gases (metano-CH₄ y bióxido de carbón-CO₂), calor y ácidos. El ácido acético (vinagre), ácido propionico y ácido butírico son ácidos grasos volátiles (AGV) y conformen la mayoría (>95%) de los ácidos producidos en el rumen. También la fermentación de aminoácidos generados en el rumen produce ácidos, llamados iso-ácidos.

La energía y los iso-ácidos producidos durante la fermentación son utilizados por las bacteria para crecer (es decir principalmente para sintetizar proteína). El CO₂ y CH₄ son eructados, y la energía todavía presente en el CH₄ se pierde. Si no es necesario para mantenimiento de la temperatura del cuerpo, el calor producido durante fermentación se disipa.

Los ácidos grasos volátiles son productos finales de la fermentación microbial y son absorbidos a través de la pared del rumen. La mayoría de el acetato y todo el propionato son transportados al hígado, pero la mayoría del butirato se convierte en la pared del rumen a una cetona que se llama (beta)-hidroxibutirata.

Las cetonas son la fuente principal de energía (combustible), para la mayoría de tejidos del cuerpo. Las cetonas provienen principalmente del butirato producido en el rumen, pero en las etapas iniciales de lactancia vienen también de la movilización de tejidos adiposos.

2.14 Producción de glucosa en el hígado

Todo el propionato se convierte a glucosa en el hígado. Además, el hígado utiliza los aminoácidos para síntesis de glucosa. Este es un proceso importante porque normalmente no hay glucosa absorbida del tracto digestivo y todos los azúcares encontrados en leche (aproximadamente 900 gramos cuando una vaca produce 20

kilogramos de leche), deben ser producidas por el hígado. Una excepción existe cuando la vaca está alimentada con grandes cantidades de concentrados ricos en almidón o una fuente de almidón resistente a la fermentación ruminal. Luego el almidón escapa de la fermentación y alcanza el intestino delgado. La glucosa formada mediante la digestión en el intestino es absorbida, y transportada al hígado donde contribuye al suministro de glucosa de la vaca.

El lactato es una fuente alternativa de glucosa para el hígado. El lactato se encuentra en ensilajes bien preservadas, pero la producción de lactato en el rumen ocurre cuando hay un exceso de almidón en la dieta. Este no es deseable porque el ambiente del rumen resulta ácido, la fermentación de fibra se para y en casos extremos la vaca deja de comer.

2.14.1 Síntesis de lactosa y grasa en el hígado

Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una alta prioridad para la utilización de glucosa. La glucosa se utiliza principalmente para la formación de lactosa (azúcar en la leche). La cantidad de lactosa sintetizada en la ubre es estrechamente ligada con la cantidad de leche producida cada día.

La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y básicamente, agua se agrega a la cantidad de lactosa producida por las células secretorias hasta lograr una concentración de lactosa de aproximadamente 4,5%. Así, la producción de leche en las vacas lecheras es altamente influida por la cantidad de glucosa derivada del propionato producido en el rumen.

También, la glucosa se convierte a glicerol que se utiliza para la síntesis de grasa de leche. El acetato y (beta)-hidroxibutirato se utilizan para la formación de ácidos grasos encontrados en la grasa de leche. La glándula mamaria sintetiza ácidos grasos saturados que contienen de 4 a 16 átomos de carbón (ácidos grasos de cadena corta).

Casi la mitad de grasa de leche es sintetizada en la glándula mamaria. La otra mitad que es rica en ácidos grasos no-saturados que contienen de 16 a 22 átomos de carbón (ácidos grasos de cadena larga). La energía requerida para la síntesis de grasa y lactosa viene de la combustión de cetonas, pero el acetato y la glucosa

también pueden ser utilizadas como fuentes de combustible para las células de muchos tejidos.

2.15 Efecto de la dieta sobre la fermentación ruminal y el rendimiento de leche

La fuente de carbohidrato en la dieta influye la cantidad y la relación de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen. La población de microbios convierte los carbohidratos fermentados a aproximadamente 65 % ácido acético, 20% ácido propiónico y 15% ácido butírico cuando la ración contiene una alta proporción de forrajes.

En este caso, el suministro de acetato puede ser adecuado para maximizar la producción de leche, pero la cantidad de propionato producido en el rumen puede limitar la cantidad de leche producida porque el suministro de glucosa es limitado.

Los carbohidratos no-fibrosos presentes en muchos concentrados promueven la producción de ácido propiónico mientras los carbohidratos fibrosos que se encuentran principalmente en forrajes estimulan la producción de ácido acético en el rumen. Además, los carbohidratos no-fibrosos rinden más ácidos grasos volátiles (es decir más energía), porque son fermentados más rápidamente y más completamente.

Así la alimentación de concentrados usualmente resulta en un aumento de producción de ácidos grasos volátiles y una proporción mayor de propionato en lugar de acetato. Cuando se alimentan grandes cantidades de concentrados (cuando se alimentan con forrajes bien molidos), el porcentaje de ácido acético se reduce debajo de 40% mientras el porcentaje de propionato se aumenta más de 40%.

La producción de leche puede aumentarse porque el suministro de glucosa proveniente de propionato se incrementa, pero el suministro de ácido acético para la síntesis de grasa puede ser limitante.

En general, esta reducción en disponibilidad de ácido acético es asociada con una reducción de producción de grasa y un porcentaje baja de grasa en la leche. Además, un exceso de propionato relativo a acetato causa la vaca a utilizar la energía disponible para depositar tejido adiposo (aumenta de peso corporal), en lugar de síntesis de leche. Así los concentrados excesos en la ración llevan a vacas

gordas. La alimentación prolongada de esta ración puede tener un efecto negativo para la salud de la vaca, que tiende más a ser afectada por hígado grasoso, cetosis, y distocia (dificultades de parición). Por otro lado, concentrado insuficiente en la ración limita la ingestión de energía y la producción de leche.

En resumen, un cambio en la proporción de forraje y concentrado en una dieta provoca un cambio importante en las características de los carbohidratos que tienen un efecto profundo en la cantidad y porcentaje de cada ácido graso volátil producido en el rumen.

Los ácidos grasos volátiles tienen un efecto importante en:

- La producción de leche.
- El porcentaje de grasa en la leche.
- La eficiencia de convertir alimentos a leche.
- El valor relativo de una ración para la producción de leche en lugar de engorde.

2.16 Metabolismo de lípidos en vacas lecheras

2.16.1 Clases de lípidos

Usualmente la dieta consumida por las vacas contiene solo 4 a 6% de lípidos, sin embargo, los lípidos son parte importante de la ración de una vaca lechera porque contribuyen directamente a casi 50% de la grasa en la leche y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Solo pequeñas cantidades de lípidos se encuentran en forrajes y semillas.

Sin embargo, algunas plantas (algodón, soya, y otros), tienen semillas llamadas "oleaginosas" que acumulan más de 20% de lípidos, típicamente los lípidos son extraídos de las semillas oleaginosas pero pueden ser incorporadas en forma entera en las dietas de las vacas lecheras. Los lípidos son insolubles en agua pero son solubles en solventes orgánicos (éter, cloroformo, hexano, entre otros).

Los triglicéridos se encuentran principalmente en los granos de cereales, semillas oleaginosas y grasas de origen animal.

La estructura básica de los triglicéridos consiste de una unidad de glicerol (un azúcar de tres carbonos) y tres unidades de ácidos grasos. Los glicolípidos son una segunda clase de lípidos encontrados principalmente en los forrajes (gramíneas y

leguminosas). Tienen una estructura parecida a los triglicéridos con la excepción que uno de los tres ácidos grasos ha sido reemplazado por un azúcar (usualmente galactosa). Cuando uno de los ácidos grasos está reemplazado con un fosfato ligado a otra estructura compleja, el lípido se llama fosfolípidos.

Los fosfolípidos son componentes menores en los alimentos, encontrados principalmente en las bacterias del rumen. Los ácidos grasos comunes encontrados en los lípidos de plantas varían de 14 a 18 carbonos.

El punto de fusión determina si el lípido es en forma líquido o sólido a temperaturas normales. El punto de fusión depende principalmente del grado de saturación y en menor grado por la longitud de la cadena de carbonos.

Los lípidos de plantas típicamente contienen 70 a 80% de ácidos grasos no saturados y tienden a quedarse en un estado líquido (aceites). Por otro lado, las grasas de origen animal contienen 40-50% de ácidos grasos saturadas y tienden a quedarse en un estado sólido (grasas).

El grado de saturación tiene un efecto marcado en el modo de digestión por los animales y en el caso del rumiante, si interfieren o no con la fermentación de carbohidratos en el rumen.

2.16.2 Hidrolisis y saturación de lípidos en el rumen

En el rumen, la mayoría de los lípidos son hidrolizados. El enlace entre el glicerol y los ácidos grasos son separados dando origen a glicerol y tres ácidos grasos. El glicerol se fermenta rápidamente para formar ácidos grasos volátiles. Algunos ácidos grasos son utilizados por las bacterias para sintetizar los fosfolípidos necesarios para construir las membranas de células.

Otra acción importante de los microbios del rumen es de hidrogenar los ácidos grasos no saturados. En este proceso, un ácido graso resulta saturado porque un enlace doble está reemplazado por dos átomos de hidrógeno. Por ejemplo la hidrogenación convierte ácido oleico al ácido esteárico.

Los ácidos grasos libres en el rumen tienden a ligarse a partículas de alimentos y microbios y prevenir más fermentación, especialmente de los carbohidratos fibrosos. Los lípidos excesos en la dieta (más de 8%) pueden tener un efecto negativo en la producción de leche y el porcentaje de grasa en la leche. Los lípidos no saturados

tienen un efecto más negativo que los lípidos saturados. Sin embargo los lípidos pueden ser protegidos para reducir la tasa de hidrólisis y hacerles menos reactivos en el rumen.

La capa de la semilla tiende a proteger los lípidos dentro las semillas y hacerles menos accesible a la hidrólisis ruminal comparado con la grasa de origen animal. También, los tratamientos industriales que usualmente incluyen la formación de jabones (sales de calcio con los ácidos grasos), aumentan la resistencia de los lípidos a hidrólisis en el rumen.

La mayoría de los lípidos que salgan del rumen son ácidos grasos saturados (85-90%), principalmente en la forma de ácidos palmíticos y esteáricos), ligados a partículas de alimentos y microbios y los fosfolípidos microbianas (10-15%).

2.16.3 Absorción intestinal de lípidos

Los fosfolípidos microbianos son digeridos en el intestino delgado y allí contribuyen a los ácidos grasos procesados y absorbidos a través de la pared del intestino. La bilis secretada por el hígado y las secreciones pancreáticas (ricas en enzimas y bicarbonato), son mezcladas con el contenido del intestino delgado.

Estás secreciones son esenciales para preparar los lípidos para absorción, formando partículas mezclables con agua que pueden entrar las células intestinales.

En las células intestinales una porción mayor de ácidos grasos son ligados con glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre), para formar triglicéridos.

Los triglicéridos, algunos ácidos grasos libres, colesterol y otras sustancias relacionadas con lípidos son cubiertos con proteínas para formar lipoproteínas ricas en triglicéridos, también llamados lipoproteínas de baja densidad. Las lipoproteínas ricas en triglicéridos entran los vasos linfáticos y de allí pasan al canal torácico (donde el sistema linfático se conecta con la sangre).

En contraste a la mayoría de nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal los lípidos absorbidos no van al hígado pero entran directamente a la circulación general. Así los lípidos absorbidos pueden ser utilizados por todos los tejidos del cuerpo sin ser procesados por el hígado.

2.16.4 Utilización de lípidos en la dieta

Casi la mitad de la grasa en la leche es derivada del metabolismo de lípidos en la glándula mamaria. Estos ácidos grasos provienen principalmente de las lipoproteínas ricas en triglicéridos. Un aumento de ácidos grasos con más de 16 carbonos (ácidos grasos de cadena larga), en la dieta aumenta su secreción en la leche, pero también inhibe la síntesis de ácidos grasos de cadena corta y median.

Así la depresión marcada en la secreción de grasa en la leche cuando se alimenta las vacas con dietas bajas en fibra no puede ser compensando dando más grasa en la dieta.

2.16.5 El papel del hígado en la movilización de lípidos

En periodos de subalimentación o en la primera parte de lactancia, las vacas enfrentan su demanda para su energía movilizando los tejidos adiposos para obtener energía sobre aquella proveída en la dieta. Los ácidos grasos de los triglicéridos almacenados en los tejidos adiposos (ubicados principalmente en el abdomen y encima de los riñones), son liberados hacia la sangre.

Los ácidos grasos liberados son absorbidos por el hígado donde pueden ser utilizados como fuente de energía o convertidos a cetonas que pueden ser liberados hacia la sangre y utilizados como una fuente de energía en muchos tejidos.

El hígado no tiene una alta capacidad para formar y exportar lipoproteínas ricas en triglicéridos y los ácidos grasos excesos movilizados son almacenados como triglicéridos en las células del hígado.

La grasa depositada en el hígado hace difícil al hígado formar más glucosa. Esta condición ocurre principalmente en los primeros días de lactancia y puede llevar a desordenes metabólicos como cetosis y hígado grasoso.

2.16.6 Adición de lípidos a las raciones de vacas lecheras

Los lípidos contienen casi 2,25 veces más energía que los carbohidratos. También los lípidos son a veces llamados nutrientes "fríos" porque durante digestión y utilización por el cuerpo generan menos calor que los carbohidratos y proteína. Así

un aumento de lípidos en las raciones de las vacas lecheras puede tener varios beneficios potenciales:

- Incrementa la densidad calórica (energía) de la dieta, especialmente cuando la ingestión puede ser limitada como cuando hay una dieta con alto contenido de forraje.
- Limita la necesidad para concentrados ricos en carbohidratos, que típicamente son necesarios en la primera parte de lactancia cuando la vaca está en equilibrio negativo para energía.
- En clima caliente los lípidos pueden ayudar a reducir el estrés de calor en una vaca lactante.

Los cambios notados en la ingestión de alimentos y la producción de leche varían mucho según el tipo de lípidos agregados a la dieta. Las vacas no deben ser alimentadas con más de 0,45 kg/día de lípidos en adición a los lípidos presentados en los alimentos rutinarios.

Esta cantidad se traduce a un total de casi 6-8% lípidos en la dieta antes de que produce efectos negativos. La producción de leche es maximizada cuando los lípidos forman 5% de la materia seca de la dieta. Más lípido en la dieta usualmente reduce la proteína en la leche por 0,1%.

Además un exceso de lípidos puede reducir la ingestión de alimentos, producción de leche y la composición de la grasa en la leche.

2.17 Metabolismo de proteínas en vacas lecheras

Las proteínas proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de las funciones vitales como reproducción, crecimiento y lactancia. Los animales no-rumiantes necesitan aminoácidos pre-formados en su dieta, pero los rumiantes pueden utilizar otras fuentes de nitrógeno porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno no-proteína.

Esta habilidad depende de los microorganismos en el rumen. Además los rumiantes posean un mecanismo para ahorrar nitrógeno. Cuando el contenido de nitrógeno en la dieta es baja, la urea un producto final del metabolismo de proteína en el cuerpo puede ser reciclado al rumen en cantidades grandes. En los no-

rumiantes, la urea siempre se pierde en la orina, considerando estas adaptaciones del metabolismo de nitrógeno, es posible alimentar vacas con fuentes de nitrógeno no de proteína y obtener una producción de 580 gramos de proteína de leche de alta calidad y 4,000 kilogramos, de leche en la lactancia.

2.17.1 Transformación de proteína en el rumen

Las proteínas de los alimentos son degradados por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoníaco y ácidos orgánicos (ácidos grasos con cadenas múltiples). El amoníaco también viene de las fuentes de nitrógeno no-proteína en los alimentos y de la urea reciclada de la saliva y a través de la pared del rumen. Los niveles demasiado bajos de amoníaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos.

Demasiado amoníaco en el rumen produce una pérdida de peso, toxicidad por amoníaco y en casos extremos, muerte del animal. El nivel de utilización de amoníaco para sintetizar proteína microbiana depende principalmente de la disponibilidad de energía generada por la fermentación de carbohidratos. En promedio 20 gramos de proteína bacteriana es sintetizada de 100 gramos materia orgánica fermentada en el rumen. La síntesis de proteína bacteriana puede variar entre 400 gramos/día a aproximadamente 1500 gr/día según la digestibilidad de la dieta. El porcentaje de proteína en bacteria varía entre 38 y 55 %.

En general, bacteria contienen más proteína cuando las vacas consumen más alimentos y las bacteria, pegadas a partículas de alimentos, pasan más rápidamente del rumen al abomaso. Usualmente una porción de proteína de la dieta resiste la degradación en el rumen y pasa sin degradación al intestino delgado. La resistencia a la degradación en el rumen varía considerablemente entre fuentes de proteína y está afectada por varios factores.

Las proteínas usualmente en un forraje son degradadas a un mayor nivel (60-80%) que las proteínas en concentrados o subproductos industriales (30-60 %). Una porción de proteína bacteriana es destruida dentro el rumen, pero la mayoría entra al abomaso pegada a las partículas de alimentos. Los ácidos fuertes secretados en el

abomaso para toda actividad microbiana y las enzimas digestivas comienzan a separar las proteínas para formar aminoácidos.

Aproximadamente 60 % de los aminoácidos absorbidos en el intestino delgado son derivadas de proteína bacteriana, y el 40 % restante es de proteína no degradada en el rumen. La composición de los aminoácidos en la proteína bacteriana es relativamente constante, respecto de la composición de la proteína en la dieta. Todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales, están presentes en la proteína bacteriana en una proporción que aproxima a las proporciones de aminoácidos requeridos por la glándula mamaria para la síntesis de leche. Así la conversión de proteína de los alimentos a proteína bacteriana es usualmente un proceso beneficioso. La excepción es cuando se alimenta con proteína de alta calidad y el amoníaco producido en el rumen no puede ser utilizado debido a una falta de energía fermentable. El metabolismo de proteína en la vaca se describe en la figura 3.

2.17.2 Proteína en las heces.

Casi el 80% de la proteína que alcanza el intestino delgado es digerido, el resto pasa a las heces. Otra fuente importante de nitrógeno en las heces son las enzimas digestivas secretadas en el intestino y el remplazo rápido de las células del intestino (proteína metabólica de las heces). En promedio, por cada incremento de 1 kilogramo de materia seca ingerida por la vaca, hay un aumento de 33 gramos de proteína corporal perdido en el intestino y eliminado en las heces. En los rumiantes las heces son un buen fertilizante porque son ricas en materia orgánica y especialmente ricas en nitrógeno (12,2-2,6% de nitrógeno o equivalente a 14-16% proteína cruda), comparado con las heces de animales no-rumiantes.

2.17.3 Metabolismo en el hígado y reciclaje de urea.

La falta de energía fermentable o cuando la proteína cruda en la dieta es excesiva, no todo el amoníaco producido en el rumen puede ser convertido a proteína microbiana. Un exceso de amoníaco pasa en pared del rumen y esta transportada al hígado el cual está convierte el amoníaco a urea que está liberada en la sangre.

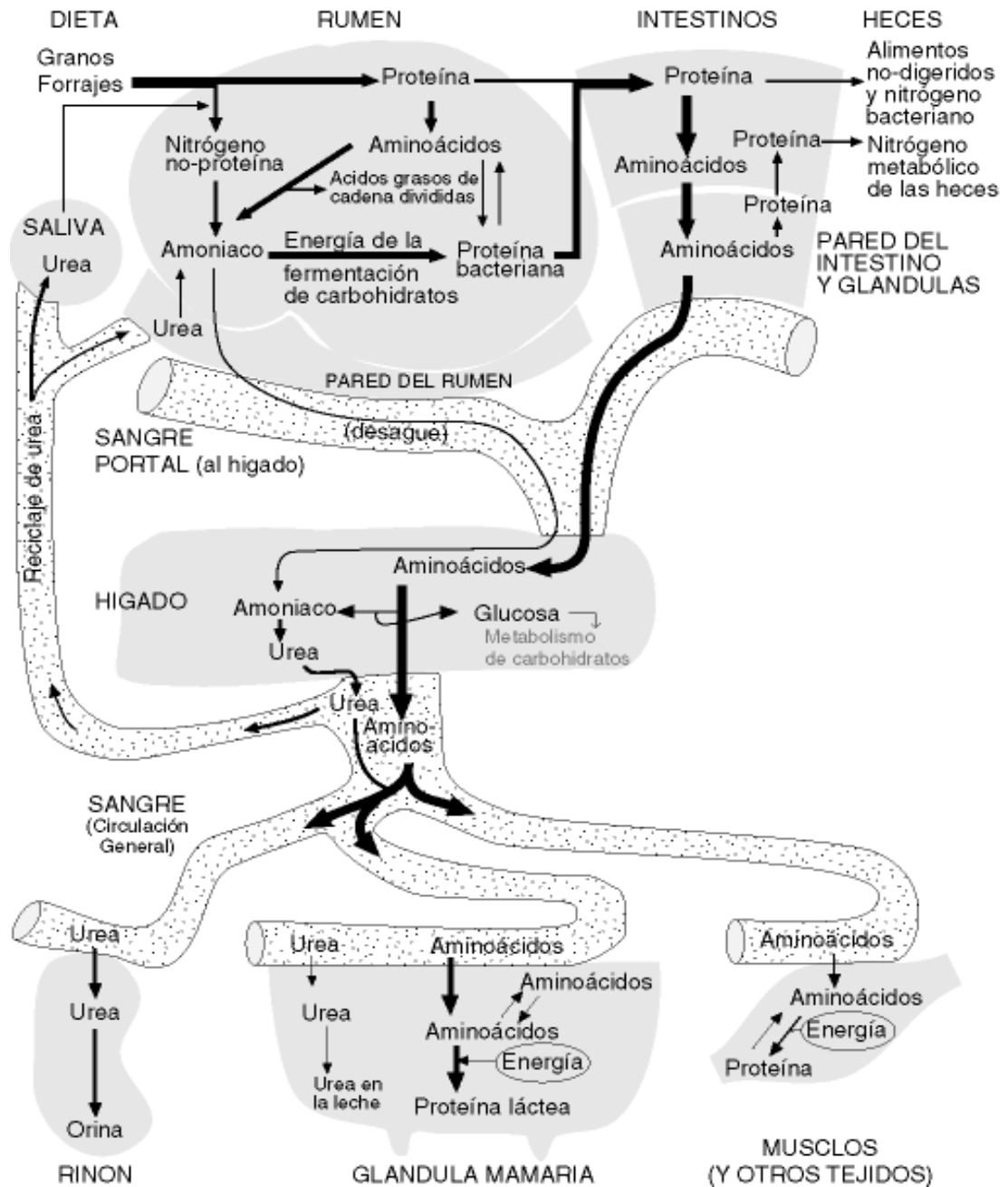


Figura 3. Metabolismo de proteínas en la vaca.

La urea en la sangre puede seguir uno de dos caminos los cuales son los siguientes:

1. Volver al rumen vía saliva o a través de la pared del rumen.
2. Excreción en la orina por los riñones.

Cuando la urea vuelva al rumen esta re-convertida a amoníaco y puede servir como una fuente de nitrógeno para el crecimiento bacteriana. La urea excretada en la orina es perdida al animal. Cuando las raciones son bajas en proteína cruda, la mayoría de urea esta reciclada y poco se pierde en la orina. Sin embargo, mientras se incrementa la proteína cruda en la ración, menos urea esta reciclada y más esta excretada en la orina.

2.17.4 Síntesis de proteína de la leche

Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una alta prioridad para utilizar aminoácidos. El metabolismo de aminoácidos en la glándula mamaria es sumamente complejo. Los aminoácidos pueden ser convertidos a otros aminoácidos u oxidado para producir energía. La mayoría de los aminoácidos absorbidos por la glándula mamaria es utilizada para sintetizar proteínas de leche. La leche contiene aproximadamente 30 gramos de proteína por kilogramo, pero hay diferencias importantes entre razas y dentro la misma raza de vacas. La proteína principal en la leche es caseína y este forma 90% de la proteína en la leche.

Las caseínas contribuyen alto valor nutritivo de muchos productos lácteos. Las proteínas de suero de leche también son sintetizadas de aminoácidos en la glándula mamaria. Alpha-Lactalbumina es un enzima que tiene funciones en la síntesis de lactosa, y es importante en la formación de cuajadas en el proceso de hacer quesos.

Algunas proteínas encontradas en la leche (inmunoglobulinas), juegan un papel en transmitir resistencia a enfermedades al ternero recién nacido. Las inmunoglobulinas son absorbidas directamente de la sangre y no sintetizada dentro la glándula mamaria y así su concentración en el calostro no es alta. La leche contiene complejos de nitrógeno no-proteína en cantidades muy pequeñas (por ejemplo urea: 0,08 g/kg).

2.17.5 Proteínas y nitrógeno no-proteína en la ración de vacas lecheras

Las recomendaciones para la concentración de proteína cruda en las raciones de vacas lecheras varían entre 12% por una vaca seca hasta 18% por una vaca en la primera parte de lactancia. Si la dieta de vacas que producen 20 a 25 kilogramos, de leche contiene aproximadamente 16% de proteína cruda, la mayoría de forrajes y

concentrados tienen proteína adecuada. Sin embargo, si la producción de leche aumenta, el de la proteína bacteriana en el rumen puede resultar insuficiente y fuentes de proteína resistentes a degradación ruminal pueden ser necesarias para proveer la cantidad requerida de aminoácidos. Fuentes típicas de proteína resistente a la degradación microbiana incluyen granos de cereales, granos de destilería y proteínas de origen animal (subproductos de mataderos, harina de plumas y pescado).

Por otro lado, nitrógeno no-proteína pueden ser especialmente utilizados cuando la ración contiene menor de 12-13% de proteína cruda. La urea es probablemente la fuente más popular de nitrógeno no-proteína en las raciones lecheras. Sin embargo debe ser utilizado con cautela porque en exceso lleva rápidamente a intoxicación con amoníaco. Los alimentos que son más exitosamente suplementados con urea son altos en energía, bajo en proteína y bajos en fuentes naturales de nitrógeno no-proteína. Una lista parcial de tales alimentos incluye granos de cereales, melaza, pulpa de remolacha azucarera, heno de pasto maduro, y ensilaje de maíz.

La urea no debe ser utilizada para suplementar alimentos ricos en nitrógeno altamente disponible. Tales alimentos incluyen harinas de semillas oleaginosas (soya, canola, entre otras), forrajes de leguminosas y gramíneas jóvenes. Además la urea debe ser limitada a no más de 150-200 gr/vaca/día, bien mezclada con otros alimentos para mejorar la palatabilidad y agregada progresivamente a la ración para permitir la vaca a adaptarse **(35)**.

2.18 Población microbiana del rumen

El rumen representa un sistema de fermentación continua que favorece especialmente la proliferación de una población microbiana extremadamente densa y activa: del orden de 10^5 - 10^6 protozoos y 10^{10} bacterias por milímetro. El alimento llega al rumen a intervalos frecuentes a lo largo de 5 a 9 horas por día y se diluye en una gran cantidad de líquido que es aportado tanto por el agua de bebida como por el flujo continuo de saliva: de 10 a 20 litros por cada kilogramo de materia seca ingerida. La saliva segregada esencialmente por las glándulas parótidas es una solución tampón (ph 8,2) de bicarbonatos y fosfatos de Na y de K, que contiene

asimismo urea en un porcentaje similar al del plasma sanguíneo. El nivel de materia seca del contenido del rumen esta generalmente comprendido entre el 10 y el 15% y desciende hasta un 5% en el retículo. La masticación durante la rumia reduce la talla de las partículas y aumenta la superficie de ataque para los microorganismos. La temperatura se mantiene constante (39 a 40° C), y la cantidad de oxígeno es muy baja. Las contracciones periódicas de la pared ruminal aseguran una mezcla permanente.

El ph se mantiene entre límites relativamente estrechos, por lo menos cuando se trata de dietas forrajeras, gracias a las sustancias tampones de la saliva, a los intercambios de bicarbonatos con la sangre y a la absorción continua de ácidos grasos volátiles. La pared del rumen esta irrigada por un importante flujo sanguíneo que drena los productos finales de la degradación microbiana ya partir del que ciertas sustancias (urea y minerales), pueden difundirse hacia el interior del rumen.

Por último, la densidad de la población microbiana se mantiene razonablemente constante para cada régimen alimenticio gracias al paso continuo de los cuerpos de los microorganismos hacia el librillo **(24)**.

2.18.1 Particularidades de la digestión de los rumiantes

En los rumiantes si bien son importantes variaciones en las que destacan las acciones de los microorganismos presentes en la panza y en el bonete.

Agentes digestivos = diastasas + microorganismos.

Por microorganismo deben entenderse la asociación:

- De una flora microbiana (bacterias iodofilas, que dan una coloración azulada con el iodo).
- Protozoarios ciliados **(7)**.

2.18.2 Bacterias

La población bacteriana es responsable de la mayor parte de la degradación de los alimentos en el rumen. Al igual que los protozoos obtienen del alimento del rumiante la energía (ATP), y los nutrientes necesarios para su conservación, crecimiento y proliferación. Se caracteriza por su elevada densidad (que varía en el mismo sentido que la concentración nutritiva de la ración), por su extrema

complejidad, por la predominancia de anaerobios estrictos y por la presencia de bacterias celulolíticas capaces de degradar los polihosolidos de las membranas vegetales. Han sido estudiadas las principales especies bacterianas del rumen, su metabolismo (sustratos utilizados y productos finales), y sus necesidades nutricionales en nitrógeno, minerales y vitaminas.

Para la síntesis de proteínas utilizan esencialmente amoníaco; una gran parte de ellas, tales como las bacterias celulíticas, lo requieren de manera esencial, no pudiendo utilizar otra fuente nitrogenada, mientras que otras tienen una necesidad específica de ciertos aminoácidos y péptidos. Como media, la población bacteriana tendría un crecimiento máximo a partir de 3/4 partes de nitrógeno amoniacal y 1/4 parte de nitrógeno aminado **(24)**.

2.18.3 Protozoos

La función principal es ingerir partículas del tamaño de las bacterias, como almidón, fibras, cloroplastos. La mayoría de los componentes son Ciliata, los organismos unicelulares más complejos. Su biomasa es similar a la de las bacterias, pero pueden sobrepasarla más de 3 veces según la dieta, o inclusive desaparecer, su densidad es del orden de 10^5 - 10^6 milímetros. Las diferentes especies varían en tamaño, entre 25 a 250 micras **(2)**.

Pertencen en su mayoría a dos tipos principales: los holotridos y los oligotridos o entodiniomorfos. Los holotridos fermentan rápidamente la sacarosa y las fructosas y almacenan las hexosas liberadas en forma de un poliholosido de reserva, similar a la amilopectina, que metabolizan más tarde lentamente. Los entodiniomorfos ingieren y digieren los granos de almidón y pueden igualmente ingerir cloroplastos y partículas de tejidos celulósicos. Gracias a su intervención, los dos tipos de protozoos reducen la cantidad de glúcidos rápidamente fermentescibles disponibles para la población bacteriana, regulando así la velocidad de fermentación **(24)**.

Las especies presentes varían con la especie animal, la localidad y la dieta. Los tiempos de generación oscilan entre 0,5 a 2 días. Los más lentos pueden llegar a desaparecer con los fluidos del rumen, varios permanecen adheridos a fragmentos de alimento, por lo que son más retenidos que las bacterias y una gran parte pueden ser lisadas en el rumen **(2)**.

2.19 Fermentación ruminal.

La fermentación ruminal es la actividad metabólica de los microorganismos presentes en el rumen. Tiene aspectos que difieren de la digestión glandular propia de los animales monogástricos (como el cerdo). La digestión propia de la mayoría de los mamíferos ocurre en el estómago y el intestino delgado por enzimas producidas por el animal mismo. Esto se denomina 'digestión auto enzimática'.

En los rumiantes, la degradación de los sustratos moleculares por la acción de bacterias y otros microorganismos se realiza por una hidrólisis enzimática igual que en la digestión glandular; la diferencia mayor es que las enzimas digestivas en la fermentación son de origen microbiano, por lo que se le denomina 'digestión aloenzimática'.

Esta digestión fermentativa es más lenta y los sustratos son alterados en mayor grado que en la digestión glandular. Además la fermentación ocurre en un medio anaerobio. La digestión aloenzimática puede ocurrir en solo dos sitios del tracto gastrointestinal.

Estos sitios son el ciego y/o colon por un lado y por otro lado en el retículo-rumen. En el primer caso hablamos de fermentación cecocólica (o postgástrica), y en el segundo caso de fermentación pregástrica, la cual corresponde a los rumiantes **(34)**.

2.20 Procesos digestivos en el rumen

La producción animal depende de factores exógenos (dieta, clima, entre otras), y endógenos (aspectos fisiológicos y metabólicos). Los procesos que ocurren en el ambiente ruminal, generan más del 60% de la energía ácidos grasos volátiles (AGV), que el animal utilizará para mantenimiento y producción, y entre el 60 al 80% de la proteína necesaria para el crecimiento y producción, la cual es sintetizada en el rumen por los microorganismos. Por lo tanto, de la extensión y digestión de los distintos componentes del alimento a nivel ruminal, dependerá la futura producción animal (leche, carne, o lana).

Motivo por el cuál, en la medida en que se mejoren los procesos de la digestión de los alimentos, se mejorará sustancialmente la producción animal y con ella, la productividad del sistema ganadero **(8)**.

2.21 Productos resultantes de los procesos fermentativos

Los productos resultantes del metabolismo de los carbohidratos son fundamentalmente los ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico), mientras que de la degradación de proteínas se producen además de los anteriores, ácido valérico y AGV ramificados. Todos ellos son ácidos débiles y se absorben en forma no disociada (no ionizada) a través de la pared ruminal.

La velocidad de absorción depende del pH del medio y del tipo de AGV. El pH ácido favorece la forma no disociada y a mayor longitud de cadena mayor velocidad de absorción. Así, el ácido valérico (5C), se absorbe mejor que el butírico (4C), propiónico (3C) y acético (2C). El transporte se realiza por difusión pasiva si el AGV está en forma no disociada. Para llegar a esa situación las células del epitelio forman HCO₃⁻ y protones.

En el proceso de absorción y en el hígado el butírico se oxida en un cuerpo cetónico, el β-hidroxibutirato, y de esta forma se transporta en sangre. Una parte del propiónico se transforma en láctico, que posteriormente es metabolizado en el hígado. Pero el componente más importante es el acético. Los gases producidos en el proceso fermentativo son principalmente el CO₂ y el CH₄ y van a ser eliminados por el eructo. También hay pequeñas cantidades de nitrógeno, sulfhídrico, O₂ e hidrógeno (33).

2.22 Metabolismo de los carbohidratos y ácidos grasos volátiles

Está demostrado hoy que los ácidos grasos volátiles encontrados en el rumen provienen en gran parte de la fermentación de carbohidratos de los alimentos. Estos ácidos constituyen la mayor fuente de energía para los rumiantes, porque solamente una pequeña porción de los carbohidratos ingeridos escapan a su degradación en el rumen.

2.23 La formación de ácidos grasos volátiles en el rumen

La concentración de un ácido en particular (o de cualquier metabolito del rumen), en cualquier tiempo depende de los valores: a) producción en el rumen; b) la absorción en el rumen; c) el pasó del rumen al abomaso; d) la dilución con la saliva; e) la utilización por los microorganismos del rumen, y f) la conversión a otros

metabolitos del rumen. Además, se ha demostrado que los ácidos grasos volátiles son absorbidos en el rumen en diferentes cantidades que depende en parte de la concentración del ácido y del pH del rumen.

2.24 Producción de ácido acético en el rumen

El ácido acético predomina en las mezclas de ácidos grasos volátiles que se encuentran en el rumen en todas las condiciones alimenticias, y numerosos estudios han demostrado que el acetato es el producto final más abundante de la fermentación de carbohidratos por microorganismos del rumen. La importancia de los acetatos en la nutrición de los rumiantes no admite exageraciones, puesto que son la fuente principal de energía.

2.25 Formación de ácido propiónico en el rumen

Elsden (1945), fue el primero que demostró de manera definitiva que la presencia de ácido propiónico en el contenido del rumen y demostró que era producido durante la fermentación de la celulosa, glucosa y ácido láctico. En los trabajos para averiguar que gérmenes producían ácido propiónico en el rumen, empleando cultivos enriquecidos de contenido ruminal, se aislaron pequeños cocos gran-positivos del género *Propionibacterium*. Estos organismos fermentaron el ácido láctico y la glucosa con producción de ácido propiónico, ácido acético y bióxido de carbono.

2.26 Digestión de la celulosa.

La utilización de celulosa de los alimentos por los rumiantes ha sido reconocida desde la última parte del siglo XIX, y en años recientes se han hecho estudios detallados de su desintegración por los microorganismos del rumen. Hay tres procesos posibles que la celulosa podría desintegrarse en el rumen:

- 1- Por medio de celulasas secretadas en el rumen.
- 2- Por enzimas contenidas en los alimentos.
- 3- Por la fermentación microbiana.

Hay pruebas convincentes de que la digestión de la celulosa en el rumen es realizada por acción microbiana. La velocidad del ataque de la celulosa por un cultivo puro de bacterias celulolíticas es invariablemente una fracción de la velocidad con que es atacada la celulosa en el rumen; ya que hay muchas especies de bacterias y

enzimas que participan sucesivamente en la descomposición de la celulosa. El grado de digestión de la celulosa de los alimentos en los rumiantes se reduce si se agregan carbohidratos que fermentan más fácilmente, como el almidón. Esto se puede explicar por el aumento rápido de gérmenes que son capaces de utilizar los carbohidratos más fácilmente disponibles. Estos gérmenes probablemente compiten con los organismos celulíticos por otros nutrientes esenciales en el rumen.

2.27 Digestión del almidón

El almidón es rápidamente fermentado en el rumen, con formación de ácidos grasos volátiles y no volátiles. A diferencia de la celulosa el almidón es despolimerizado rápidamente a glucosa por la acción de las secreciones digestivas del intestino delgado. La utilización del almidón en el rumen es un factor importante en el mantenimiento de una flora floreciente en el rumen, un prerequisite de salud en los rumiantes.

Cuando se dan raciones ricas en almidón, los rumiantes acumulan con frecuencia ácido láctico en el rumen y la proporción de ácido propiónico en los ácidos grasos volátiles es más alta de lo que se encuentra de ordinario. En estas condiciones, el ph disminuye y hay cambios notables en la flora ruminal.

2.28 Metabolismo de los azúcares en el rumen

Numerosos azúcares simples se hallan en los pastos de gramíneas y otros alimentos de los rumiantes, y se forman azúcares en la desintegración en el rumen de polisacáridos de los alimentos, tales como el almidón, las hemicelulosas y fructosas. Los azúcares simples son metabolizados por protozoos y las bacterias del rumen.

Se han reconocido tres procesos: a) fermentación de azúcares por reacción catabólicas productoras de energía para el crecimiento y proliferación de organismos; b) conversión de azúcares a polisacáridos semejantes al glucógeno, probablemente amilopectina y el almacenamiento de este material; c) metabolismo endógeno de los polisacáridos de reserva. Los dos últimos procesos son más patentes en los protozoos del rumen. La fermentación de glucosa, fructosa y sacarosa en el rumen forma ácido láctico, acético, propiónico y butírico. La maltosa, lactosa y galactosa

fermenta con mayor lentitud. La rapidez de la fermentación de la glucosa en el rumen está ligada a la dieta del animal.

2.29 Metabolismo del lactato

El ácido láctico, aunque su presencia no es normal en el rumen en cantidades determinables, se acumula cuando se incluye en la ración grandes cantidades de hidratos de carbono de fermentación rápida. Si este carbohidrato se evita, el cambio repentino de raciones pobres de almidón a otras más ricas, y en su lugar hay un aumento gradual durante un periodo de varias semanas, los animales no muestran efectos nocivos y hay un incremento de peso satisfactorio.

2.30 Metabolismo del nitrógeno

El metabolismo del nitrógeno en el rumen es otro ejemplo notable de la influencia de los gérmenes del rumen en la nutrición del animal. La contribución principal es que puede modificar o proporcionar ácidos aminados de las proteínas ingeridas y alterar la cantidad de nitrógeno disponible para el animal.

2.31 Síntesis de proteínas en el rumen

Las reacciones de desintegración proporcionan un suplemento continuo de péptidos, aminoácidos y amoníaco para la proliferación de gérmenes en el rumen; es decir, para la síntesis de proteínas microbianas. Las sustancias con nitrógeno no disponibles son los productos de la fermentación de proteínas ingeridas, los compuestos nitrogenados liberados por autólisis de microorganismos, la urea que entra en el rumen con la saliva y la urea que en ciertas condiciones se difunde en el rumen desde la sangre. Se ha obtenido considerable información acerca del grado de síntesis gracias a los trabajos para la utilización de la urea, en esta forma se ha demostrado que el grado de síntesis de proteínas aumenta cuando se incluye almidón a la dieta.

2.32 Absorción en el rumen

Los ácidos grasos volátiles, que son los productos más importantes de la fermentación del rumen y constituyen la mayor fuente de energía para el animal, absorbidos rápidamente en el rumen. El amoníaco, que es un producto final de la

degradación de la urea, los aminoácidos, los péptidos y las proteínas en el rumen, también se absorben con rapidez. En condiciones normales, cantidades relativamente pequeñas de ácidos grasos volátiles y amoníaco escapan a la absorción y pasan al intestino delgado.

2.33 Abastecimiento de energía de los rumiantes

Hay dos puntos fundamentales en el proceso por el cual la energía se hace accesible a los animales:

- La conversión preliminar de las proteínas, carbohidratos y grasa de la dieta en acetil-CoA, o en un intermedio del ciclo del ácido tricarboxílico.
- La oxidación subsecuente de estos compuestos de carbono relativamente simples.

2.34 Retención de alimentos en el rumen

El retraso en el paso de las materias alimenticias en el tubo digestivos de los rumiantes, transito de mayor duración que otros animales, se debe en gran parte a la retención de los alimentos en el rumen. La velocidad del paso de los alimentos se puede examinar con una sustancia marcadora. Para ese objeto, se han propuesto varios materiales, entre ellos el óxido crómico y la lignina, por este método ha mejorado poco el uso de partículas de paja teñidas con algún colorante.

La retención de los alimentos en el rumen por algún tiempo asegura que los componentes refractarios de la dieta serán fermentados y también contribuye a la constancia de las condiciones en ese órgano. En condiciones naturales los rumiantes pastan intermitentemente de día y de noche y no se producen fluctuaciones notables en las condiciones del rumen **(3)**.

2.35 Uso de ionóforos y levaduras vivas. (Sacharomyces cerevisae) en dietas de bovinos

La manipulación de la fermentación ruminal tiene como principales objetivos, aumentar la formación de ácido propiónico y disminuir la formación de metano (responsable de la pérdida del 2% al 12% de la energía del alimento), y reducir la proteólisis y diseminación de la proteína dietética en el rumen. Algunos aditivos

pueden alcanzar parte de esos efectos aumentando la eficiencia productiva. Los ionóforos son un tipo de antibiótico que, selectivamente deprime o inhibe el crecimiento de microorganismos del rumen. Ellos son producidos por diversos linajes de *Streptomyces*, y por lo menos 74 de ellos fueron descubiertos después de lasalocid, en 1951.

Los ionóforos fueron inicialmente utilizados como coccidiostáticos para aves, pero a partir de la década de 1970, comenzaron a ser utilizados en la dieta de los rumiantes. La lasalocid y la monensina han sido utilizadas en Brasil como promotores de crecimiento en confinamiento. Cabe recordar por lo tanto que los ionóforos son drogas desarrolladas para disminuir o impedir el crecimiento de protozoarios, más específicamente del género *Eimeria* pudiendo tener algún efecto antibacteriano, pero no son referidos efectos contra las levaduras (*Sacharomyces cerevisiae*) que son pertenecientes al grupo de los hongos. La acción selectiva del ionóforos depende de la permeabilidad de la pared celular.

Las bacterias gran-positivas y aquellas con estructura de pared celular semejante a estas, son más inhibidas que las gran-negativas típicas (cuya envoltura celular está formada por pared celular y membrana externa), por monensina y otros ionóforos parecidos. Las bacterias gran-positivas son las principales responsables de la formación de ácido acético, butírico, fórmico e hidrógeno. Las bacterias que producen ácido succínico o fermentan ácido láctico son generalmente resistentes a los ionóforos (13).

2.35.1 Bovatec

2.35.1.1 Formula

Cada kilogramo de producto contiene:

Lasalocid sódico 150 g

Vehículo c.b.p. 1,000 g

Uso en: bovinos y ovinos.

2.35.1.2 Descripción

El bovatec es un aditivo alimenticio que contiene Lasalocid sódico, un ionóforo que mejora la productividad del ganado y que tiene actividad anticoccidiana.

2.32.1.3 Indicaciones

Es mejorador del desempeño y anticoccidiano, además es un aditivo alimenticio ionóforo, aprobado para mejorar tanto ganancia de peso como eficiencia alimenticia en ganado de engorda en corral y para incrementar el índice de crecimiento en ganado de pastoreo, vaquillas de reemplazo lecheras y de engorda.

Mejora la productividad del ganado al alterar la fermentación microbiana en el rumen, provocando que se genere más energía metabolizable por kilogramo de alimento consumido. Adicionalmente tiene efecto coccidicida en etapas tempranas del ciclo de las eimerias más comunes en el ganado y los borregos.

2.35.1.4 Beneficios

El bovatec aumenta la producción de leche y mejora la conversión alimenticia sin disminución del consumo de alimento. Además no requiere ser dosificado gradualmente; las vacas, becerras y vaquillas pueden consumir la dosis recomendada desde el principio. En ganado tiene control de coccidiosis.

En ganado de engorda presenta mayor ganancia de peso diaria, menos días para alcanzar peso de mercado y costos más bajos de producción debido a la rapidez del crecimiento y a la mejora de la conversión alimenticia.

En vaquillas de reemplazo, estimula el proceso para alcanzar la pubertad, sean servidas y tengan el primer parto más joven debido a que tienen ganancias de peso mayores. De esta manera bovatec lleva a las vaquillas al primer ciclo reproductivo más rápido. La suplementación de reemplazos con bovatec acelera su llegada a la línea de ordeño. Es un aditivo alimenticio más seguro y palatable.

El ganado se adapta rápidamente. Puede ser suplementado desde el primer día de edad. No requiere periodo de retiro antes del sacrificio, es un aditivo de excelente estabilidad.

2.35.1.5 Dosis y vía de administración

La Dosis por animal y su uso recomendado se describe en el cuadro 1.

Animal	Uso	Dosis
Vacas lecheras en producción	Aumenta la producción de leche y mejora la conversión alimenticia	1.33 a 2.3 g de bovatec/cabeza/día (200 a 350 mg/lasalocid/cabeza)
Ganado de engorda en corral	Aumento de la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia	25 a 30 g/tonelada de ración completa (250 a 360 mg/cabeza/día)
Becerras y novillos	Aumento de la ganancia diaria de peso	60 a 200 mg/cabeza/día
Vaquillas de reemplazo	Aumento de la tasa de crecimiento	60 a 200 mg/cabeza/día
Ganado	Control de coccidiosis	1 mg/kg de peso/día (máximo 360 mg/cabeza/día)
Ovinos en corral	Prevención de coccidiosis	20 a 30 g/tonelada de ración completa
Ovinos en corral	Promotor de crecimiento	15 a 70 mg/cabeza/día

Cuadro 1. La dosis por animal y su uso recomendado.

2.35.1.6 Modo de empleo

Los alimentos y suplementos que no requieren una dilución previa al uso, premezclado intermedio mezclar una parte de bovatec con 12,5 partes de algún ingrediente de la fórmula que esté bien molido. Con esto se obtiene una pre mezcla intermedia que contiene 11 gramos de lasalocid por kilogramo. El mezclado de raciones y aditivos se describe en el cuadro 2.

Los suplementos que requieren una dilución previa al uso: usar una cantidad suficiente de materia prima no medicada, la cual debe ser mezclada con el suplemento, de acuerdo con las cantidades que se proponen en el cuadro anterior.

Pre mezcla intermedia: mezclar una parte de bovatec con 2,4 partes de materia prima, no medicada, finamente molida para obtener una pre mezcla intermedia que contiene 44 gramos de lasalocid por kilogramo.

La muestra de concentraciones a usar en suplementos de forraje detalla en el cuadro 3.

Alimentos o suplementos proporcionados a razón de (kg/cabeza/día)	Para obtener consumo de lasalocid de (mg/cabeza/día)	Agregar las siguientes cantidades de pre mezcla intermedia† por tonelada de alimento o suplemento (kg/tonelada)	Concentraciones de lasalocid en alimento o suplemento final (g/tonelada)
0.454	60	10.9	120
	100	18.2	200
	200	36.3	400
0.900	60	5.4	60
	100	9.0	100
	200	36.3	200
1.360	60	3.6	40
	100	6.0	66
	200	12.2	133
1.800	60	2.7	30
	100	4.5	50
	200	9.0	100

Cuadro 2. Mezclado de raciones y aditivos.

Para lograr suplementos con concentración de lasalocid de (kg/tonelada)	Agregar estas cantidades de pre mezcla intermedia por tonelada de suplemento mezclado (kg/tonelada)
400	9.00
600	13.60
800	18.20
1,000	22.70
1,200	27.30
1,440	32.70

Cuadro 3. Muestra de las concentraciones a usar en suplementos de forraje.

Los suplementos de libre acceso: deberán ser formulados para aportar no menos de 60 miligramos ni más de 200 miligramos de lasalocid por cabeza por día **(10)**.

2.35.1.7 Bovatec para ganado de pastoreo

El bovatec es un aditivo único para alimentos que mejora el valor nutricional y efectividad de costo de los suplementos para ganado de pastoreo, aumenta la

ganancia diaria promedio del ganado de recría e invernada, en diferentes tipos de pastoreo durante cualquier estación del año.

Los resultados de 15 estudios de investigación que involucran más de 1,000 cabezas de ganado, demuestran que bovatec, en un nivel recomendado de 200 mg /cabeza/día, aumento la ganancia diaria promedio en un 11% sobre controles sin medicación. Esto suministra alrededor de 70 gramos extras de ganancia de peso vivo por cabeza, durante 107 días de pastoreo. Es el aditivo de alimentos más adecuado en su tipo para ganado en pastoreo. El ganado se adapta rápida y fácilmente a bovatec, pudiendo consumir desde el primer día un suplemento nutritivo que contenga bovatec en el nivel recomendado de 200 mg/cabeza/día.

El bovatec no deprime el consumo de suplemento, por ser un tipo de alimento más seguro en su tipo para ganado en pastoreo. Los cambio drásticos en el clima o las condiciones del pastoreo pueden hacer que algunos animales del rodeo sobre consuman suplemento. Los resultados de las pruebas muestran que a niveles hasta 5 veces más altos que el nivel recomendado de 200 mg/cabeza/día, bovatec no afecta de forma adversa la salud y rendimiento del ganado en pastoreo.

Además, el bovatec tiene un amplio margen de seguridad si es consumido accidentalmente por caballos. Bovatec demostró ser 7 a 10 veces menos toxico para los caballos que la monensina, basado en valores de DL50 oral. Sin embargo, no se debe suministrar bovatec a caballos. A través de su seguridad única y facilidad de adaptación, bovatec ha mejorado los estándares de seguridad y aceptación para un aditivo de alimentos de su tipo para ganado en pastoreo. El bovatec mejora la efectividad de costo del suplemento para pastoreo.

2.35.1.8 Nutrición mejorada, más carne por hectárea, mejores resultados finales

El pastoreo del ganado de recría e invernada en pasturas le permite al productor a comercializar su forraje a través de los animales para mejores retornos económicos. Las pasturas no siempre brindan cantidades adecuadas de nutrientes para el ganado durante todas las estaciones del año. Por ejemplo, la pastura latente a fines del otoño y en el invierno, tallos de maíz a fines del verano y comienzos del otoño, y pastura perenne madura en el verano pueden ser nutricionalmente

inadecuadas. Los suplementos nutricionales son administrados para brindar las proteínas, energía, vitaminas y minerales que el pastoreo solo no puede brindar.

El suplemento nutriente ayuda a prevenir deficiencias y lleva a un mejor crecimiento y salud. Los suplementos generalmente suministran una nutrición balanceada necesaria para la ganancia normal de peso. La inclusión de bovatec al suplemento mejora la ganancia de peso sobre el suplemento solo. Esto lo logra mejorando la eficacia de la utilización de energía en el rumen. En consecuencia, bovatec mejora la efectividad de costo del suplemento para pastoreo. Los beneficios para el productor son la mejora en la nutrición del ganado y aumento de crecimiento que lleva a mayor carne por hectárea y mejores resultados finales **(9)**.

2.35.2 Diamond V

2.35.2.1 Uso del cultivo de levaduras

2.35.2.2 Qué es el cultivo de levaduras Diamond V, (*Saccharomyces cerevisiae*)

El cultivo de Levaduras diamond V, es un producto 100% natural y es el resultado de una fermentación dirigida de *Saccharomyces cerevisiae* en un medio rico en granos y melaza, en esta fermentación se producen una gran cantidad de metabolitos nutricionales (nutrilitos), que favorecen a la micro flora (bacterias y hongos), del rumen. Estas bacterias y hongos son los encargados de utilizar y asimilar los granos y forrajes que el animal consume **(14)**.

2.35.2.3 Ganado Lechero

Como una rica fuente para las bacterias ruminales, diamond V, incrementa la digestibilidad de la ración. Al acrecentar la digestibilidad del alimento hay más nutrientes disponibles para su absorción, optimizando así la producción de leche, la reproducción y condición corporal. Además, el diamond V, mejora la palatabilidad de la dieta promoviendo el consumo de materia seca. Esta combinación de mejor palatabilidad y digestibilidad de diamond V, aumenta al máximo la nutrición del hato, también ayuda a atenuar diversos problemas específicos que afectan al ganado, como la disminución del apetito por estrés calórico. La inclusión de diamond V, en la dieta de vacas secas, ayuda a una mejor transición hacia la lactancia. Además ayuda a promover el consumo y la digestibilidad cuando es de mala calidad **(4)**.

2.35.2.4 Cómo funciona

El cultivo de levaduras diamond V, actúa por dos vías, una parte de los nutrilitos son saborizantes por lo que estimulan el consumo de forraje en pastoreo, logrando con esto un mayor aporte de energía para mantenimiento y producción, por otro lado los nutrilitos alimentan a los microorganismos del rumen mejorando su desempeño, incrementando el aprovechamiento de los pastizales y en un mayor aporte y disponibilidad de proteína microbiana, todo esto repercute en un mejor comportamiento productivo, ya sea más carne, leche o mayor ganancia de peso de los novillos.

2.35.2.5 Cómo se suplementa en pastoreo

El cultivo de levaduras diamond V, se puede suplementar en polvo o en bloque solo o en una mezcla de minerales, vitaminas y otros aditivos, en polvo se puede ofrecer a los animales en canoas o dispensadores cerca de las fuentes de agua o abrevaderos.

2.35.2.6 Qué dosis es recomendable usar

La dosis recomendable de usar es de 20 a 30 gramos por cabeza por día, de acuerdo a las condiciones del animal.

2.35.2.7 Característica, beneficios y ventajas

Una característica importante de este producto es que estabiliza y optimiza la función del sistema digestivo del bovino, el beneficio directo es que el ganadero logra un mejor comportamiento productivo de su ganado, mientras que las ventajas que se pueden mencionar son:

- Mayor resistencia a enfermedades infecciosas.
- Mayor aprovechamiento de los pastizales y del potencial genético del animal.
- Se reduce el periodo de engorda y el ganado mejora la conversión alimenticia (menos alimento para lograr el peso deseado), **(14)**.

2.35.2.8 Mecanismo de funcionamiento

Los aditivos a base de levaduras o cultivo de levaduras actúan a nivel ruminal influenciando la fermentación en los siguientes parámetros:

- Producción de ácidos grasos volátiles: su influencia no suele ser significativa.
- Reducción de la producción de metano.
- Disminución de la concentración de amoníaco.
- Favorecen la estabilidad del ph.

A nivel de la microflora ruminal también ejercen influencia a nivel de:

- Aumento de la actividad de la flora celulolítica.
- Aumento de la flora anaerobia total.
- Favorecen la flora que deriva lactato a propiónico **(1)**.

2.36 Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes

Las excretas de ave (pollinaza y gallinaza) son subproductos pecuarios que se han utilizado extensivamente en la preparación de alimentos para rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos), en especial en la industria de engorda de corderos y becerros, aunque también han sido ampliamente utilizados como un recurso alimenticio para la época de sequía. Su empleo está basado en el alto contenido de proteína, aunque también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales.

La pollinaza contiene las excretas de aves de engorde (pollo), la cual se presenta mezclada con el material que se utiliza como cama para las aves, como aserrín o pajas. La otra excreta avícola es la gallinaza, la cual contiene las excretas de las gallinas de posturas. Sin embargo, es común que se confundan, pero es importante diferenciarlas, pues el uso de la gallinaza tiene mayores restricciones que la pollinaza.

2.36.1 Qué características tienen

La composición química de las excretas de ave es muy variable, principalmente la pollinaza, debido al tipo de cama utilizada en las naves de engorde.

2.36.2 Qué ventajas tiene

La pollinaza es un recurso abundante y económico cuyo uso se ha extendido en los últimos años, resultado atractivo en la región semiárida de San Luis Potosí, en donde se ubica una gran cantidad de granjas productoras de pollo de engorda.

2.36.3 Qué se debe hacer antes de usarla

Antes de ofrecerla al ganado, es necesario secarlas al sol y molerla, con el fin que se integre perfectamente con los demás ingredientes que se utilizarán en la dieta, debido a la gran variabilidad en su composición, es conveniente analizarla, especialmente para conocer el contenido de proteína y cobre y determinar la cantidad a utilizar.

2.36.4 Cómo se utiliza

La pollinaza generalmente se utiliza como fuente de proteína, en combinación con otros alimentos y forrajes, deficientes en proteínas, como las pajas y rastrojos, el nopal, el maguey y la melaza. La combinación de la pollinaza con estos ingredientes es muy común y en cierto grado se complementan. Por su alto contenido de minerales, la pollinaza puede ser utilizada como suplemento mineral. La pollinaza se puede utilizar como suplemento para animales en pastoreo o en dietas integrales o concentradas. Además, puede ser incorporada en bloques multinutricionales.

2.36.5 Cómo se ofrece el alimento al ganado

Las excretas de aves se ofrecen al ganado de diferentes maneras, sin embargo, son especialmente útiles como suplemento para animales en pastoreo, tanto en pradera como en agostadero, y como ingrediente en dietas integrales, para animales en confinamiento.

2.36.6 Animales en pastoreo.

Cuando se usa como suplemento para animales en pastoreo, se mezcla una parte de grano (maíz o sorgo), una de melaza y dos de pollinaza. Un alimento de este tipo contiene de 15 a 16% de proteína cruda (PC) y más de 65% de nutrientes digestibles totales (NDT). La cantidad que se ofrece de la mezcla depende del tipo del animal y de las condiciones del forraje disponible durante el pastoreo. El suplemento se ofrece después del pastoreo.

2.36.7 Como parte de una dieta integral.

El uso de la pollinaza es dietas integrales, depende del tipo de ingredientes a utilizar. Se acostumbra mezclar la pollinaza con melaza para mejorar su aceptación,

aunque al mezclarlo con otros componentes se diluyen el mal sabor y olor. Una de las formas prácticas de usar estos residuos, es molerlos y mezclarlos con pajas o rastrojos, también molidos y mezclado en partes iguales. Para esto, se pesan 50 kilogramos de rastrojo u olote de maíz molido y 50 kilogramos de pollinaza seca y molida y se mezclan perfectamente (PC=13%; TND=55%). Se puede sustituir 10 kilogramos de rastrojo por 10 kilogramos de melaza, con lo que la mezcla mejora su sabor (PC=11%; TND=56%). Esta mezcla se utiliza en sustitución de otros forrajes, como la alfalfa, en dietas para borregas, cabras o vacas, incluso, se utiliza como suplemento de animales en agostaderos.

2.36.8 Qué cantidad se debe usar

La cantidad a usar es variable, pero se aconseja no ofrecer más del 30% de la materia seca de la ración, porque la pollinaza contiene nitrógeno no proteico (NNP), que en cantidades elevadas puede ser tóxico. Además no se debe utilizar urea u otra fuente de NNP en dietas que ya incluyen pollinaza o gallinaza.

2.36.9 Qué resultados se pueden esperar

Se han obtenido buenos resultados en ovejas en gestación y lactancia, así como en engorda de corderos y becerros. Su uso en cabras ha sido menos estudiado; sin embargo, se ha visto que el comportamiento es similar al observar en ovinos. Durante la sequía se puede asegurar que los animales no pierdan peso e incluso, podrían ganar peso. Por ejemplo, en cabras se podría utilizar junto con nopal para suplementar a las cabras lactantes o cabras y ovejas que se van a empadrear. El uso de las excretas de aves en la alimentación animal, permite mejorar la rentabilidad de la producción, al disminuir los costos de alimentación.

2.36.10 Qué restricciones de uso tienen

La pollinaza contiene cantidades elevadas de cobre, producto del uso de sulfato de cobre como promotor de crecimiento de los pollos. Este elemento en cantidades elevadas es tóxico, en especial en ovinos, animales que son muy susceptibles a la toxicidad con cobre, ya que se acumula en el hígado y cuando alcanza niveles altos, se presentan signos clínicos de envenenamientos. La gallinaza puede ser utilizada

también, aunque su valor nutricional es inferior y, además, propicia que los animales que son alimentados con ella presenten reacciones positivas a la prueba de tuberculina sin estar enfermos de tuberculosis. Esto se debe a una reacción cruzada atribuida a Mycobacterium avium, generalmente presente en la gallinaza. Como la pollinaza contiene coccidiostatos y otros aditivos, usados rutinariamente en aves, se recomienda evitar su uso dietas para ganado lechero y suspender su uso 14 días antes del sacrificio, en animales para abasto. Algunas de estas limitantes se pueden solventar sometiendo las excretas a tratamientos físicos o químicos, como el secado, hidrolizado, peletizado y ensilado entre otros (28).

2.37 Estudios Realizados

2.37.1 Uso de Saccharomyces cerevisiae y momensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas holtein

Estudio realizado por Rivas en la zona alta de Mérida Venezuela, el objetivo general de la investigación fue determinar el efecto del suministro estratégico del Saccharomyces cerevisiae en la dieta al inicio de la lactancia sobre la producción de la leche en vacas lecheras. El estudio presentó 2 tratamientos: un grupo experimental (GE; H=22 y C=8) que recibió 10 g/d de SC durante los primeros 105 días postparto (DPP) y un grupo control (GC; H=19 y C=7). La alimentación basal era el pastoreo de Pennisetum clandestinum y Panicum maximum, para las vacas H y C, respectivamente, y alimento concentrado (20% PC y 77% NDT) a razón de 1 kg/3 kg de leche. La distribución de las vacas se presenta en el cuadro 4.

Raza	Grupo		Número de partos		
	Grupo Control	Grupo Experimental	1	2	3 o mas
Holstein	19	22	2	1	12
Carora	7	8	7	9	25

Cuadro 4. Distribución de las vacas por tratamiento. (GC Y GE) y número de parto.

Resultados y discusión.

La suplementación de Saccharomyces cerevisiae tuvo efecto significativo ($P < 0,05$) sobre la producción de leche acumulada en vacas las vacas Holstein a los 35, 70 y 105 DL, teniéndose que las vacas del GE tuvieron una mayor producción de leche (855, 1,703 y 2,444kg, respectivamente) que las vacas del GC (813, 1,587 y 2,279 kg respectivamente), lo que demuestra que las vacas de GE acumularon 165 kilogramos de leche más, durante los primeros 105 DL. Ver cuadro 5.

Lactancia Días	Carora		Kg	Holstein	
	GC	GE		GC	GE
35	996 ± 35,8	664 ± 33,2		813 ± 51,7	855 ± 31,4 †
70	1.406 ± 63,2	1.349 ± 72,1		1.587 ± 79,7	1.703 ± 60,6 †
105	2.092 ± 88,8	2.021 ± 108,7		2.279 ± 109	2.444 ± 84,3 †

Cuadro 5. Efecto de Saccharomyces cerevisiae sobre la producción de leche acumulada (promedio + EE) a los 35, 70 y 105 días de lactancia en vacas Carora y Holstein.

Por otra parte, el número de partos afecto la producción acumulada de leche en las vacas Holstein a los 35,70, y 105 DL. Momento en el cual las vacas de 3 o más partos produjeron en promedio 472 kilogramos más de leche a los 105 DL que las vacas de 1 y 2 partos.

En las vacas Carora a adición de la levadura no afecto la producción de leche acumulada a los 35, 70, y 105 DL, como se observa en la producción de leche acumulada (promedio + EE) a los 35, 70 y 105 días de lactancia en vacas Carora y Holstein. Respuesta similar se observó en el variable número de partos, lo cual no afecto la producción de leche acumulada durante el periodo de evaluación (producción de leche acumulada (promedio + EE) a diferentes días de lactancia en

vacas Holstein y Carora). Sin embargo, las vacas de 3 o más partos produjeron 207,2 kilogramos más de leche en promedio a los 105 DPP que las vacas de 1 y 2 partos. Ver cuadro 6.

	Numero de parto		
Días lactancia	1	2	3
	Kg		
Holstein			
35	675 ±44,2a†	753 ±32,6 ^a	919 ±37,5 ^b
70	1.317 ±87,1 ^{la}	1.529 ±43,4 ^a	1.785 ±61,0 ^b
105	1.916 ±122,4 ^a	2.228 ±67,9 ^a	2.545 ±84,9 ^b
Carora			
35	609 ±67,3	616 ±12,3	698 ±26,6
70	1.296 ±165,4	1.215 ±22,2	1.402 ±53,0
105	1.946 ±314,0	1.822 ±15,3	2.091±73,9

† Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre promedios (P<0,01).

Cuadro 6. Efecto del número de partos sobre la producción de leche acumulada (promedio + EE) a diferentes días de lactancia en vacas Holstein y Carora.

Los resultados indican que el uso estratégico del SC durante los primeros 105 DPP mejora la producción de leche, quizás por la acción estimulante del Saccharomyces cerevisiae en el rumen y la mayor disponibilidad de nutrientes por la glándula mamaria.

En el presente estudio Rivas concluye que la calidad de dieta ofrecida a las vacas es determinante para la respuesta a obtener con el uso de la levadura SC. En dietas con alto uso de alimentos concentrados, la levadura mostro tener efecto

positivo en alta producción de leche y grasa, lo que evidencia que la levadura mejora las condiciones del rumen. Los resultados obtenidos en la vacas Holstein permite sugerir el uso de levaduras Saccharomyces cerevisiae como estrategia de alimentación durante el periodo de transición (31).

2.37.2 Efectos del suministro de Lasalocid a vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo

En otro estudio realizado por Gallardo con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de Lasalocid sobre la producción y la composición química de la leche de vacas de alta producción, bajo condiciones pastoriles de Argentina se llevaron a cabo dos experimentos. Primer ensayo (1996). Se utilizaron 36 vacas Holando argentino en primer tercio de lactancia de alto merito genético (más de 7,000 litros lactancia), correspondiendo 30 multíparas y 6 primíparas, todas de parición contemporánea (fines de invierno). El promedio de días en lactancia al finalizar el ensayo fue de 108 ± 18.9 días. Los tratamientos fueron:

Tc = control, sin Lasalocid;

T200 = con 200 mg de Lasalocid y

T400 = con 400 mg de Lasalocid.

Segundo ensayo (1997). Se dividió en dos experimentos:

1. Vacas en lactancia temprana.

2. Vacas en lactancia media y último tercio.

Para el grupo de vacas en lactancia temprana se utilizaron 21 animales con $2,9 \pm 1,8$ lactancias. El otro grupo estuvo constituido por 27 vacas, de manera que la iniciar el ensayo tenía más de 120 días en lactancia.

Los tratamientos fueron:

Tc = control, sin Lasalocid;

T200 0 200 mg de Lasalocid y

T300 = con 300 mg de Lasalocid.

Los resultados y discusión del estudio. La producción y la concentración de GB de la leche para el primer ensayo (1996), se observan en el cuadro 7.

Días de Lactancia	Tratamientos			Error Estándar de las medias	Nivel de Significancia
	Tc	T200	T400		
45	30.3±4.5	32.2±5.7	33.6±3.6	1.91	0.01
60	34.5±6.5	34.3±5.2	32.2±3.9	2.14	NS
75	33.4±4.8	34.4±6.7	33.2±3.6	2.15	NS
90	33.3±4.6	32.9±5.9	33.3±4.0	2	NS
Promedio	32.87	33.5	33.07		

Cuadro 7. Promedio individual de leche (libra/vaca/día), en vacas durante lactancia temprana durante 1996. Promedio ± Desviación Standard.

La producción de leche fue significativamente mayor en T400 durante los primeros 45 días de la lactancia. En el resto del período no se detectaron diferencias.

En concentración de grasa no se encontró una tendencia definida, la mayor porcentaje correspondió a T200. La concentración de PB no presentó diferencias de significancia en ningún momento del período analizado. Los promedios fueron de $2,97 \pm 0,18\%$; $2,98 \pm 0,21\%$ y $2,96 \pm 0,17\%$ para Tc, T200 y T400, respectivamente.

Se presentan las producciones de leche para las vacas en lactancia temprana que comenzaron a recibir 200 y 300 mg de ionóforo durante el período seco (1997). Ver en el cuadro 8.

En forma coincidente con el primer ensayo, se detectó un efecto significativo a los 45 días ($P < 0,01$). También se observaron respuestas significativas a los 60 días de lactancia ($P < 0,05$). Cabe mencionar que en este segundo ensayo los niveles de pastura de alfalfa fueron mucho mayores a los del año anterior. Los resultados indicaron que la inclusión de al menos 300 miligramos de lasalocid a la dieta de

vacas en lactancia temprana tendría un efecto positivo sobre la productividad en sistemas pastoriles, aun cuando la pastura represente un elevado porcentaje de la dieta.

Días de Lactancia	Tratamientos			Error Estándar de las medias	Nivel de Significancia
	Tc	T200	T300		
45	32.4±6.10	34.5±5.5	30.6±5.8	3.53	NS
60	30.7±6.23 ^{ns}	33.2±7.8 ^{ns}	36.6±5.8 ^{ns}	4.02	0.01
75	29.65±5.40 ^{ns}	29.5±4.4 ^{ns}	37.1±5.8 ^{ns}	3.2	0.05
90	28.09±5.20	32.0±6.2	33.4±6.2	3.53	NS
Promedio	30.2	32.3	34.4		

Cuadro 8. Produccion individual de leche (libra/vaca/dia), durante 1997 para las vacas en lactancia temprana. Promedio ± Desviacion Standard. (17).

2.37.3 Uso de *Saccharomyces cerevisiae* y momensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas holstein

Estudio realizado en las instalaciones del módulo de bovinos para carne de la granja experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, México, tuvo como objetivo el evaluar el comportamiento de vaquillas alimentadas con tres niveles de proteína con la inclusión de inoforo (momensina sódica) o de un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Se utilizaron 27 vaquillas Holstein alojadas en corrales individuales, con un peso promedio de 180 kilogramos y 10 meses de edad, las cuales fueron aleatorizadas en nueve tratamientos que consistieron en tres raciones con tres niveles de proteína (12, 14 y 16% PC), y tres niveles de aditivos (ninguno,

probiótico e ionoforo). Se usó una dosis de 10 g/animal/día de un cultivo microbiano de Saccharomyce cerevisiae. El ionoforo momensina sódica (Rumensin) fue incorporado a la ración en una concentración de 30 ppm/kg.

Los resultados indican que no se detectó interacción entre el nivel de proteína y la combinación de aditivos en ninguna de las variables de respuesta (consumo de materia seca, ganancia de peso, conversión alimenticia y condición corporal). El nivel de proteína mostro una respuesta cuadrática ($P < 0,01$) en el consumo de MS, mostrando un menor consumo con el nivel intermedio de proteína, sin mostrar efectos en otras variables. Los aditivos no mostraron ningún efecto. Cuadro 9.

La falta de resultados consistentes con levaduras puede estar asociada a la interacción de la calidad de fibra y el nivel dietario y sus efectos en la digestibilidad. Cuadro 10.

Otro aspecto que no ha sido considerado, es que la respuesta al cultivo microbiano puede estar en función de las condiciones de salud de los animales. La falta de consistencia de respuestas a Saccharomyce cerevisiae debe considerarse seriamente, ya que su uso puede incrementar los costos de producción sin benéficos a los productores.

	Proteína (%)			EE
	12	14	16	
Condición corporal	2.58	2.61	2.66	0.238
Consumo de MS, Kg/día	10.51 ^{ns}	9.89 ^{ns}	10.31 ^{ns}	0.420
GDP, kg/día	0.906	0.958	0.972	0.140
Conversión	11.73	10.44	10.72	1.543

Cuadro 9. Efectos principales del nivel de proteína.

	Proteína (%)			EE
	Testigo	Levadura	Ionoforo	
Condición corporal	2.69	2.63	2.52	0.238
Consumo de MS, Kg/día	10.38	10.37	9.97	0.420
GDP, kg/día	0.986	0.954	0.941	0.140
Conversión	10.79	11.03	11.47	1.543

GDP = ganancia diaria promedio

Cuadro 10. Efectos principales del tipo de aditivo en el comportamiento de vaquillas Holstein.

La investigación concluye que no existe beneficio al usar aditivos como Saccharomyces cerevisiae y momensina sódica en raciones para vaquillas de reemplazo y no hubo efectos benéficos en el aprovechamiento de la proteína. Se puede usar niveles de 12 a 16% de proteína cruda en raciones para vaquillas, si los aminoácidos metabolizables cubren los requerimientos estimados de lisina y metionina **(38)**.

2.37.4 Efecto de la inclusión de cultivo de levaduras diamondv xp en dietas para ganado lechero

Estudio realizado por García en el Campo Agropecuario Experimental del ITESM Campus Querétaro, México con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de cultivo de levaduras diamond V en dietas para ganado lechero. Se utilizaron 48 vacas primíparas y multíparas, formándose 24 parejas de acuerdo al número de partos al inicio de la prueba, la condición para entrar a la prueba era que cada pareja formada no debía tener una diferencia en su fecha de parto real mayor a 5 días, siendo además similares en cuanto a edad y peso, se dividieron aleatoriamente en dos grupos: 1) Tratamiento (56 gramos de cultivo de levaduras (CL) diamond V

revueltos en 0,5kg de salvado de trigo 2) Testigo. A las vacas en el grupo testigo solamente se les suministró 0,5 kilogramo de salvado de trigo.

Los objetivos principales fueron: Determinar el efecto del cultivo de levaduras (CL) diamond V en la producción de leche en vacas primíparas y multíparas. Y determinar el efecto del cultivo de levaduras (CL) diamond V en la condición corporal de las vacas en el estudio. Los resultados del estudio fueron los siguientes.

Producción de leche. La diferencia en producción de leche entre ambos grupos para vacas primíparas y multíparas fue superior en 2,47 kg de leche/día para el grupo que consumió 56 g/día de cultivo de levaduras diamond V, como puede observarse a continuación, figura 4 siendo estadísticamente significativo ($P < 0.5$).

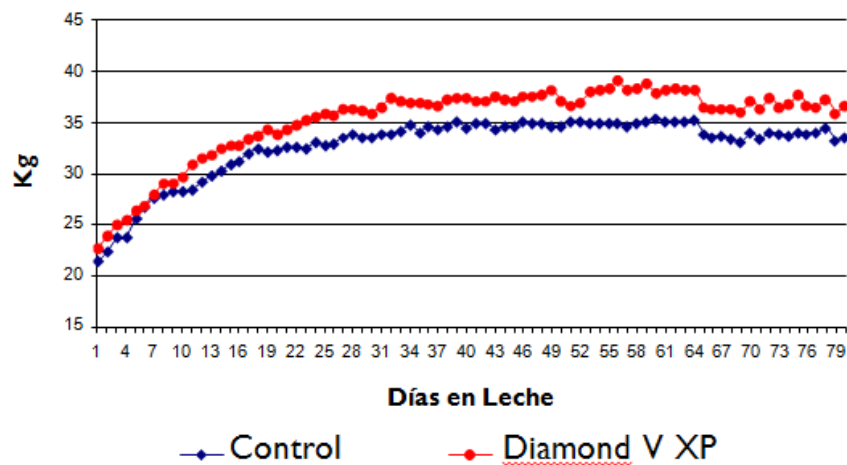


Figura 4. Producción de leche en kg de vacas primíparas y multíparas

Las vacas de primer parto que consumieron el cultivo de levaduras (Cl) tuvieron una producción superior en 3.02 kg/día a las vacas en el grupo testigo, como puede observarse a continuación, figura 5 siendo la diferencia en producción estadísticamente significativa ($P < 0.05$)

Vacas del primer parto

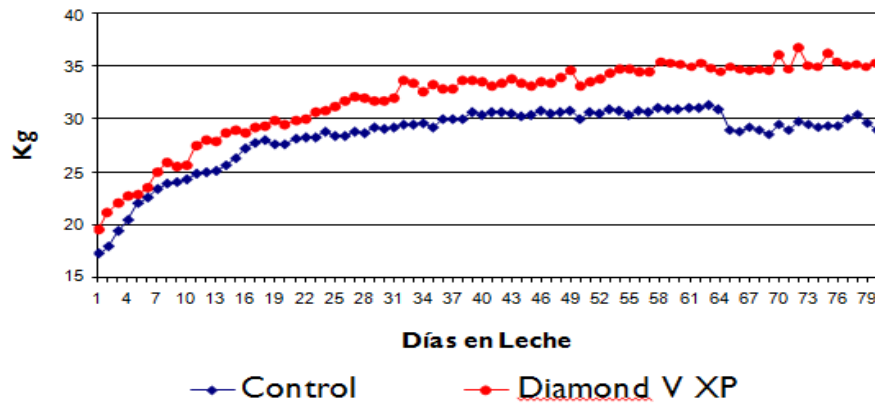


Figura 5. Producción de leche en kg en vacas del primer parto.

La producción de leche de las vacas de segundo parto que consumieron el cultivo de levaduras mantuvieron una tendencia a mayor producción diaria en 1,92 figura 6, y las de tercer parto 0,267 kg de leche por vaca para aquellas que consumieron el cultivo de levaduras, figura 7.

Vacas del segundo parto

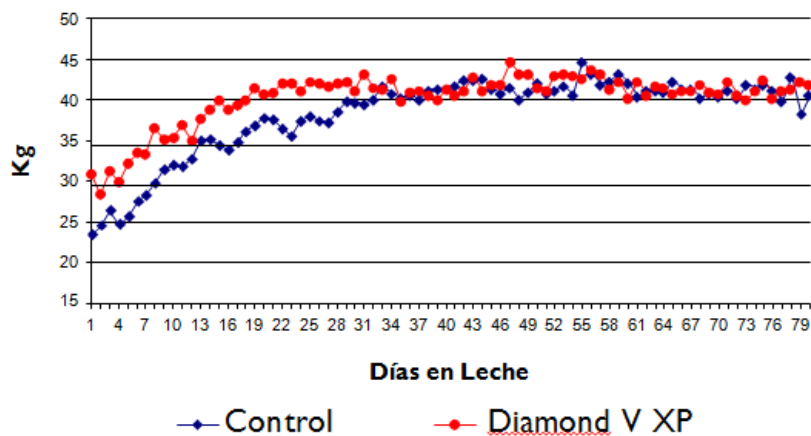


Figura 6. Producción de leche en kg en vacas del segundo parto.

Vacas del tercer parto

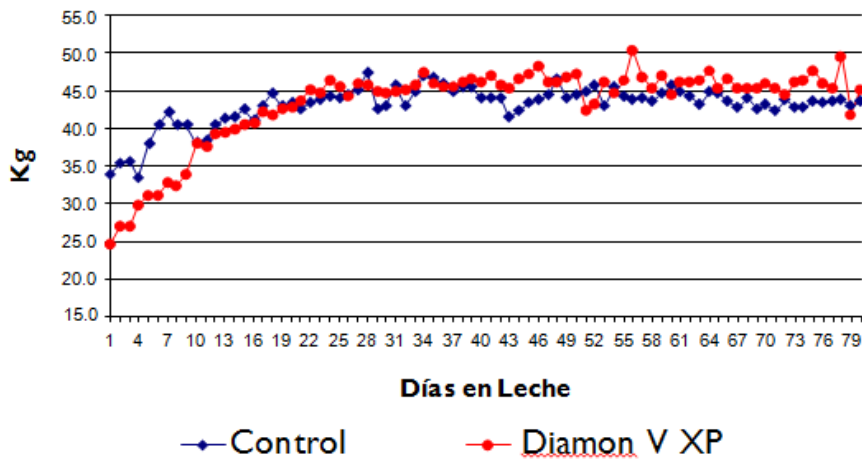


Figura 7. Producción de leche en kg en vacas del tercer parto.

La condición corporal, determinados en el transcurso de la prueba, para las vacas de 1º, 2º y 3er parto no fueron estadísticamente diferentes, como puede observarse en la figura 8. Aun cuando la tendencia para todas las vacas fue a disminuir la condición corporal en alrededor de 1 punto.

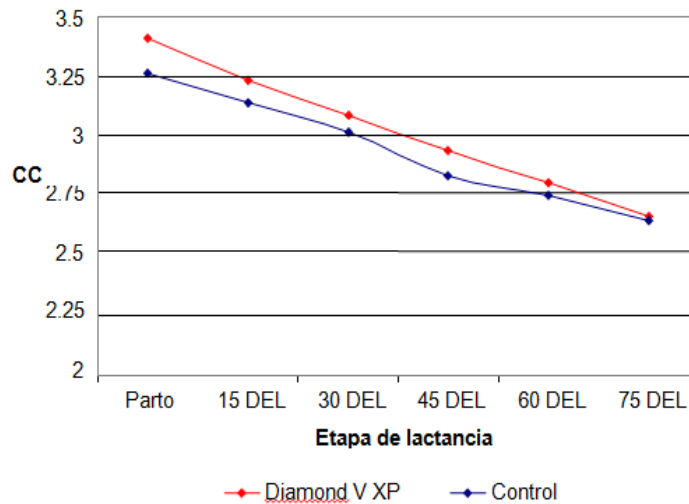


Figura 8. Cambios en condición corporal para vacas que consumieron el cultivo de levaduras (CL) y las vacas testigo.

Las conclusiones del estudio: Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación se obtuvo una producción superior en 2,47 Kg/vaca/día para el grupo que consumió el cultivo de levaduras diamond V. Observándose la mayor respuesta, 3,02 Kg/vaca/día, en las vacas de primer parto. En animales de 2º parto existió una diferencia de 1,92 Kg/vaca/día y en las vacas de tercer parto existió una diferencia de 0,267 Kg/vaca/día. **(18)**.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador.

La Facultad se encuentra ubicada en el Cantón El Jute, kilómetro 144 ½ de la carretera que conduce a la Ciudad de Usulután, a una elevación de 140 m.s.n.m, en el Departamento de San Miguel, las coordenadas geográficas del lugar son: 13° 26' latitud Norte y 88°09' longitud Oeste.

3.1.2 Características climáticas

La temperatura promedio anual es de 30.1° C. Caracterizado por 2 épocas bien marcadas que son: La época seca que comprende los meses de Noviembre a Abril y la época lluviosa comprendida en los meses de Mayo a Octubre.

La precipitación anual reciente, en dicho lugar es de 1054 mm, la humedad relativa promedio anual es de 70.45% y la velocidad anual promedio del viento es de 9.2 km/h.

3.2 Fase de campo

Esta fase realizo en un periodo de 90 días, dividida en 2 etapas:

3.2.1 Etapas pre-experimental o de adaptación

En esta etapa se seleccionaron y se aleatorizaron las unidades experimentales para ubicarlas en su respectivo tratamientos, seguidamente se realizaron los análisis de varianza (ANVAS) en cuanto a: promedio de días lactantes, promedio de producción de leche ajustada (305 días), promedio de peso vivo, promedio de condición corporal, promedios de partos y encastes, para que los tratamientos iniciaran homogéneamente el estudio. (Cuadro A-1, A-6, A-18, A-28, A-3, A-5).

El tiempo de duración de esta etapa fue de 30 días. En este periodo de tiempo las unidades experimentales fueron sometidas a las nuevas instalaciones del estudio, para que se adaptaran a las nuevas infraestructuras y al nuevo manejo y

tipo de alimentación que se les proporciono, evitando de esta manera un ambiente hostil al inicio de la etapa experimental.

En este periodo cada unidad experimental fueron tratadas contra parásitos externos e internos utilizando para ello un desparasitante de amplio espectro (Dectomac) luego se vitaminaron con ADE para que este factor no repercutiera en los resultados del estudio.

Durante este periodo, la alimentación fue diferente a la que se suministró en la fase experimental en cuanto a la cantidad de concentrado (22%), para todos los tratamientos se les proporciono solamente dos libras cuando las unidades experimentales eran ordeñadas, en cuanto a la pollinaza se le suministro de forma gradual para todos los tratamientos iniciando el 1 día con 2 onzas, el 2 día con 3 onzas, del 3 día con 8 onzas, a partir del 4 día se le aumento 4 onzas cada día hasta el día 9, a partir del día 10 se aumentó 8 onzas hasta el día 12, lo cual completa las 56 onzas (7 libras), de pollinaza que se les proporciono a cada unidad experimental.

El resto de la ración fue el mismo que se suministró durante la fase experimental.

3.2.2 Etapa experimental

Esta etapa tuvo una duración de 60 días, iniciando el 26 de Mayo finalizando el 24 de Julio del 2012. La ración que se suministró a cada unidad experimental por día para todos los tratamientos fue la siguiente: ensilaje de sorgo 22 libras, bagazo de caña 3 libras, de paca (rastroy de caña), 1.5 libra, melaza 2 libras, y pollinaza 7 libras, en donde la suplementación de aditivos para los tratamientos por día fue la siguiente: T0 = sin aditivos; T1= bovatec 10 gramos; T2= levaduras 30 gramos; T3= bovatec 10 gramos + levaduras 30 gramos.

La alimentación que se suministro fue balanceada en base a las necesidades de materia seca que el animal requiere. Al inicio de esta etapa las unidades experimentales fueron pesadas para conocer su peso vivo, se evaluó su condición corporal y la producción de leche para iniciar el estudio con el objetivo de conocer los resultados de las variables a evaluar en las siguientes tomas de datos, la cual

se realizó cada 15 días después de las horas de pastoreo de la mañana. (8 a 11:30 am), posteriormente a la toma de datos se realizó un análisis de varianza para cada una de las variable en estudio.

3.3 Instalaciones

3.3.1 Potrero

Se utilizó 4 potreros, empastado con zacate callie, para mantenerlas en pastoreo libre; con una rotación de 3 días, los cuales se encuentran ubicados dentro del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

3.3.2 Comederos

Se utilizaron dos comederos divididos por tramos con capacidad para alimentar 4 unidades experimentales en cada uno, los cuales están construido de metal y cemento, además se utilizaron 12 comederos de medio barriles para alimentar simultáneamente las unidades experimentales.

3.3.3 Bebederos

Se utilizó un abrevadero en cual se encuentra en corral, techado y con sus respectivas barras de hierro a sus costados, para evitar accidentes al momento de abrevarlos, junto al abrevadero se encuentra un salitrero, el cual abastece de sales minerales a las unidades experimentales.

3.3.4 Sala de ordeño

La sala de ordeño se encuentra techada con lámina zinc-Alum y pared de ladrillo en la parte oriente, mientras que los demás lados se encuentran protegida con maya ciclón retenida con pilares de madera, con techo de una sola agua, posee un tramo de madera con pasadores para mantener estable la vaca con capacidad para cuatro vacas al mismo tiempo.

El tramo tiene su comedero donde se suministrara el alimento a la hora del ordeño, además cuenta con todos los materiales necesarios para realizar el ordeño como baldes plásticos, una báscula para pesar la leche y una pizarra para llevar un control de la producción de leche diaria que luego pasaran al registro.

3.3.5 Manejo

La ganadería se maneja de una forma semi-estabulada aprovechando el pastoreo en las horas frescas, es decir por la mañana y la tarde y la estabulación en las horas de calor que es cuando se realiza el segundo ordeño, cabe mencionar que después del pastoreo de la tarde las unidades experimentales pasan a una sala de espera para ser ordeñadas en la horas de la madrugada.

3.4 Ordeño

El ordeño se realiza de forma manual. Las vacas están condicionadas a dos ordeños, realizando el primero de ellos a las 3 am y el segundo a las 12 del mediodía.

3.5 Alimentación

La base de la alimentación diaria estaba constituida por la ración experimental que fue suministrada dos veces al día, después primera y segunda comida las vacas eran llevadas a pastoreo a un potrero con zacate callie.

3.6 Unidades experimentales

En este estudio se utilizaron 20 vacas encastadas Holstein, Brown swiss, y Brahman con un peso promedio de 983,52 libras/vaca. Las vacas fueron sometidas a un periodo de adaptación de 30 días, considerando a cada vaca como una unidad experimental, las cuales fueron aleatorizadas y distribuidas en cada uno de los tratamientos, considerando: promedio de producción ajustada (305 días), peso vivo, condición corporal, número de partos, días lactantes y encaste.

3.7 Metodología estadística

3.7.1 Diseño estadístico

Para la realización de este estudio se utilizó el diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, utilizándose 4 tratamientos con 5 repeticiones para cada tratamiento, T0, T1, T2 y T3, respectivamente.

El modelo estadístico fue el siguiente

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

Donde:

Y_{ij} = J-ésima observación i-ésimo tratamiento.

μ = media global.

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = error experimental.

F de V	G.L
Tratamiento (a-1)	3
Error (axb)	16
Total (ab-1)	19

Cuadro 11. Modelo estadístico.

3.7.2 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se basaron en la inclusión de diferentes aditivos, las cuales fueron incluidas en la dieta alimenticia en las siguientes proporciones. Cuadro 12.

Ración	Material de relleno			Energético	Proteico	Nitrogenado	Aditivos		Total de materia seca
	Bagazo	Paca	Silo	Melaza	Concentrado	Pollinaza	Bovatec	Diamod V	
Tratamientos									
T0	3 lbs	1.5 lbs	22 lbs	2 lbs	2 lb	7 lbs	0	0	25 lbs
T1	3 lbs	1.5 lbs	22 lbs	2 lbs	2 lb	7 lbs	10 grs	0	25 lbs
T2	3 lbs	1.5 lbs	22 lbs	2 lbs	2 lb	7 lbs	0	60 grs	25 lbs
T3	3 lbs	1.5 lbs	22 lbs	2 lbs	2 lb	7 lbs	10 grs	60 grs	25 lbs
Materia seca	50%	92.87%	27%	72%	85%	85%			

Cuadro 12. Ingredientes que forman la ración para cada uno de los tratamientos.

3.8 Variables en estudio

Los parámetros evaluados durante el estudio fueron los siguientes:

1. Producción diaria de leche (lbs/vaca/día).
2. Peso vivo (Kg).
3. Condición corporal.
4. Rentabilidad económica.

3.9 Toma de datos

Para poder tomar los datos de los parámetros anteriormente mencionados se realizaron quincenalmente (cada 15 días), a la misma hora y el mismo día para todos los tratamientos (después del pastoreo del turno de la mañana), con el objetivo de evitar variaciones y error sistemático en las variables en estudio.

3.10 Descripción de la ración alimenticia

La ración que se suministró por día a todos los animales en estudio fue de 440 libras de silo de sorgo, 60 libras de bagazo de caña, 30 libras de paca (rastroy de caña), 140 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado con un 22% de proteína y 40 libras de melaza, esta ración se proporcionó por día. Lo anteriormente mencionado fue proporcionado por el departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador a excepción de la pollinaza. Para el estudio también se utilizó 2 aditivos bovatec y levadura diamod V, en la dieta alimenticia para determinar su efecto. Los tratamientos a evaluar por día fueron: T0= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña, 1,5 libras de paca (rastroy de caña), 7 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y sin aditivos T1= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña, 1,5 libras de paca (rastroy de caña), 7 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y 10 gramos de bovatec T2= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña, 1,5 libras de paca (rastroy de caña), 7 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y 60 gramos de diamond V T3= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña, 1,5 libras de paca (rastroy de caña), 7 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y 10 gramos de bovatec + 60 gramos de diamond V.

3.11 Suministro de la ración

La ración alimenticia fue proporcionada 2 veces al día, la primera ración fue suministrada a las 6:00 am, la segunda a las 2:00 pm, llevado las unidades experimentales a pastoreo libre en las horas de la mañana (8 am – 11:30 am), y por las tardes (4:00 – 6:00 pm) alimento fue mezclado de forma manual. Ver cuadro 13.

Alimento/hora	6 am - 8 am	8 am – 11:30 am	2 pm – 4 pm	4 pm – 6 pm
Ración	X		X	
Pastoreo		X		X

Cuadro 13. Suministro de raciones por hora/día.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento diario de leche (lbs/vaca/día)

La producción promedio quincenal (lbs/vaca/día) obtenida por cada tratamiento durante todo el periodo de la investigación se presenta en el cuadro 14 y figura 9.

Cuadro 14. Producción promedio de leche (lbs/vaca/día) por tratamiento durante el periodo de estudio.

TRAT. 1 /	N 2/	QUINCENAS					PROMEDIO ACUMULADO
		Pre-exp.	1	2	3	4	
T0	5	14.43 ^{ns}	14.87 ^{ns}	14.43 ^{ns}	13.75 ^{ns}	12.54 ^{ns}	13.89
T1	5	14.95 ^{ns}	14.73 ^{ns}	14.47 ^{ns}	13.43 ^{ns}	12.54 ^{ns}	13.79
T2	5	14.61 ^{ns}	14.71 ^{ns}	14.27 ^{ns}	13.66 ^{ns}	12.67 ^{ns}	13.82
T3	5	14.79 ^{ns}	14.93 ^{ns}	14.11 ^{ns}	13.87 ^{ns}	12.63 ^{ns}	13.88
PROMEDIO		14.69	14.81	14.32	13.67	12.59	13.84

1/ T0 = Sin aditivos, T1 = 10 gramos de bovatec, T2 = 60 gramos de diamond V, T3 = 10 gramos de bovatec + 60 gramos de diamond V.

2/ N= Numero de vacas por tratamiento.

ns: no significativo.

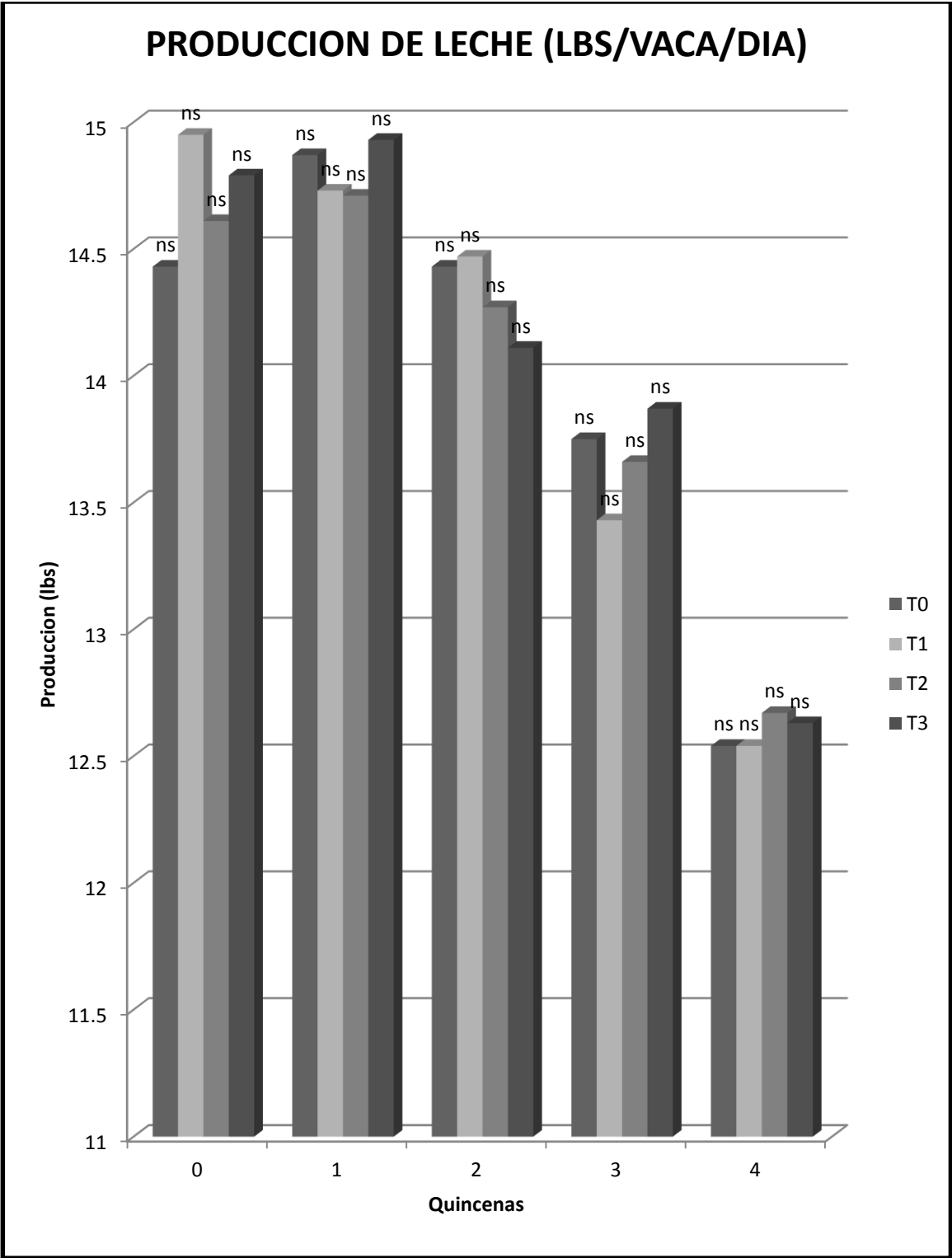


Figura 9. Producción promedio de leche (lbs/vaca/día) por tratamiento durante el estudio.

Los análisis estadísticos de producción quincenal, se presentan en los cuadros: A-8 al A-17. Indican que, durante todo el periodo del ensayo no existió diferencia significativa, es decir, desde el inicio de la fase pre-experimental hasta la cuarta quincena entre los tratamientos. Las vacas al inicio del periodo pre-experimental no presentaron diferencias estadística significativa en cuanto a la producción ajustada a 305, EM (cuadro A-6 y A-7). El cálculo de producción ajustada fue realizado para asegurar la no significancia estadística, no se observaron diferencia estadística entre los tratamientos.

Esta similitud entre los tratamiento al inicio del experimento, puede atribuirse: a) A que los días lactantes y los encastes fueron aleatorizados desde del el inicio del experimento, b) De igual manera se aleatorizaron el número de partos de cada una de las unidades experimentales para obtener un buen control local.

En cuanto la producción ajustada (305 y EM) previo a la fase pre-experimental no existió diferencia significativa como se creía, y los promedios fueron de: 11.13, 11.62, 11.15, 11.40 libras/vaca/días, para los tratamientos T0, T1, T2, y T3, respectivamente, los resultados se presentan en el cuadro anexo A-6 y A-7. Este cálculo fue obtenido de los registros de producción diaria que llevaba la ganadería del Departamento de Ciencias Agronómicas desde el inicio de su lactancia hasta el inicio del experimento.

En cuanto al encaste de la unidades experimentales, estas fueron distribuidas en cada uno de los tratamientos de tal manera que estos fueran similares. Los encastes de cada tratamiento se presentan en el cuadro anexo A-5, donde se puede observar que la raza que más predominó en cada uno de los tratamiento fue Brahmán, respecto a las razas europeas, se tuvo presencia de raza Holstein, y Brown Swiss, estas fueron distribuidas de tal manera que todos los tratamientos tuvieran similar número de razas europeas, con el objetivo de que ningún tratamiento llevara ventaja sobre otro.

El promedio de los días lactantes de cada vaca en el experimento se ajustaron de tal manera que todos los tratamientos tuvieran similar número de días lactantes en promedio. Los resultados se presentan en el cuadro A-1 y A-2, como puede observarse, no existió diferencia significativa entre tratamientos y estos fueron:

120.80, 113.80, 123.80 y 138.60, días lactantes para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente.

De igual manera el número de partos de cada vaca en el experimento se ajustaron para que todos los tratamientos tuvieran similar número de partos en promedio. Los resultados se presentan en el cuadro A-3 y A-4, donde se puede observar que no existió diferencia estadística y estos fueron los siguientes: 4.2, 3.4, 3.0 y 2.2, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente.

Las unidades experimentales iniciaron el ensayo con una producción promedio de: 14.43, 14.95, 14.61 y 14.79 lbs/día; para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Este promedio corresponde al periodo pre-experimental, 30 días previos al inicio del experimento, donde se observa que no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos. (Anexo A-8 y A-9).

Al inicio de esta fase no se observó diferencias estadísticas significativas. Durante esta fase todas las unidades experimentales fueron alimentadas diariamente con la misma ración.

El T0= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña 1,5 libras de paca (rastroyo de caña), 7 lbs de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y sin aditivos T1= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña, 1,5 libras de paca (rastroyo de caña), 7 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y 10 gramos de bovatec, T2= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña, 1,5 libras de paca (rastroyo de caña), 7 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y 30 gramos de diamond V, T3= 22 libras de silo de sorgo, 3 libras de bagazo de caña, 1,5 libras de paca (rastroyo de caña), 7 libras de pollinaza, 2 libras de concentrado, 2 libras de melaza y 10 gramos de bovatec + 30 gramos de diamond V.

La pollinaza, se suministró de manera gradual iniciando con 4 onzas hasta llegar a consumir 7 lbs/vaca/día, y finalizaron el experimento con una producción promedio de 12.54, 12.54, 12.67 y 12.63 lbs./vaca/día para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, (cuadro A-16 y A-17).

Desde el inicio hasta el final del experimento hubo una tendencia a la baja en el promedio de producción/vaca/día de quincena a quincena. Los resultados

fueron: 14.69, 14.81, 14.32, 13.67, y 12.59, lbs/vaca/día correspondiente a la fase pre-experimental, 1^a, 2^a, 3^a, y 4^a quincena, respectivamente.

Se puede observar que los promedios de producción quincenal fueron similares para cada tratamiento durante el periodo de estudio (60 días). Las diferencias aritméticas de producción desde el inicio (quincena cero) hasta el final del experimento (quincena 4) fueron de: -1.89, -2.41, -1.94 y -2.16 lbs, de leche/vaca/día para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente.

Al analizar el comportamiento de esta variable en cada uno de los tratamientos y en cada una de las quincenas, cuadro 14, se observa que aritméticamente durante la cuarta quincena fue donde se obtuvieron las menores producciones en promedio. Esto se puede atribuir a que la mayoría de las unidades experimentales al inicio del experimento ya estaba finalizando su primer tercio de lactancia, lo cual significa que en el segundo y tercer tercio de su producción es menor.

Reaves **(30)**. Las vacas altamente productivas alcanzan su máxima producción lechera durante el segundo mes de lactación. Tales vacas utilizan las reservas de su organismo para mantener una producción elevada. Por lo anterior, si una vaca llega al parto sin haber almacenado suficiente reservas su producción disminuirá rápidamente, y nunca podrá alcanzar su mayor nivel posible productividad.

Según Muller **(27)**. La producción de leche puede ser tan elevada durante la primera etapa de la lactancia que resulta difícil satisfacer los requerimientos nutricionales de las vacas. Además, la máxima producción ocurre de 4 a 6 semanas después del parto, mientras que el mayor consumo diario de alimento se alcanza hasta 8 a 10 semanas después.

Otro factor que se le puede atribuir a la baja producción, puede ser la temperatura, ya que durante las primeras tres quincenas no se manifestaron cambios drásticos de temperatura y por lo consecuente no se obtuvieron cambios en la producción. Los resultados de temperatura durante la cuarta quincena de estudio, correspondiente a la tercera y cuarta semana de Julio se presenta en el cuadro A-41, por lo que se cree que dichas temperaturas provocaron estrés calórico en las vacas afectando la producción de leche.

Es importante tomar en consideración que el medio ambiente no fue un factor que incidió directamente sobre las diferencias de la producción de leche entre cada uno de los tratamientos, ya que todas las unidades experimentales estuvieron bajo las mismas condiciones ambientales, pero afecto en la producción de leche en aquellas vacas con encastes europeos, ya que no les permito llegar a su máxima producción, lo cual no influyó en las diferencias de producción entre cada uno de los tratamientos, ya que cada uno de estos tenía similar número de razas con encaste europeo.

McDowell **(25)**. Cuando la temperatura ambiental está cerca o por encima del nivel crítico superior, comienza una reducción en el consumo. El consumo de MS se reduce marcadamente cuando la temperatura excede los 26° C. Muchas respuestas fisiológicas al estrés térmico son estrategias para mantener la temperatura corporal óptima.

Reduciendo el consumo de materia seca se disminuye el calor generado por la fermentación ruminal., especialmente cuando la dieta contiene elementos que producen fermentaciones altas de acetato y bajas en propionato adema de ser deficitarias en proteínas, pudiera no existir suficiente glucosa para cubrir todas las necesidades, está obligando producir grandes cantidades de calor, y la respuesta inmediata es reducir el consumo.

4.2. Peso vivo (Kg).

La variable peso vivo promedio (Kg) obtenida por cada tratamiento durante todo el periodo de la investigación se presenta en el cuadro 15 y figura 10.

Cuadro 15. Peso vivo promedio (kg) por tratamiento durante el periodo de estudio.

TRAT. 1/	N 2/	QUINCENAS					PROMEDIO ACUMULADO
		Pre-exp.	1	2	3	4	
T0	5	465.54 ^{ns}	474.04 ^{ns}	501.40 ^{ns}	511.72 ^{ns}	517.13 ^{ns}	501.07
T1	5	439.90 ^{ns}	452.09 ^{ns}	475.04 ^{ns}	483.40 ^{ns}	491.40 ^{ns}	475.48
T2	5	432.09 ^{ns}	440.13 ^{ns}	460.27 ^{ns}	466.68 ^{ns}	476.68 ^{ns}	460.94
T3	5	450.68 ^{ns}	466.40 ^{ns}	490.45 ^{ns}	501.86 ^{ns}	512.72 ^{ns}	492.86
PROMEDIO		447.05	458.16	481.79	490.91	499.48	482.58

1 / T0 = Sin aditivos, T1 = 10 gramos de bovatec, T2 = 60 gramos de diamond V, T3 = 10 gramos de bovatec + 60 gramos de diamond V.

2/ N= Numero de vacas por tratamiento.

ns: no significativo.

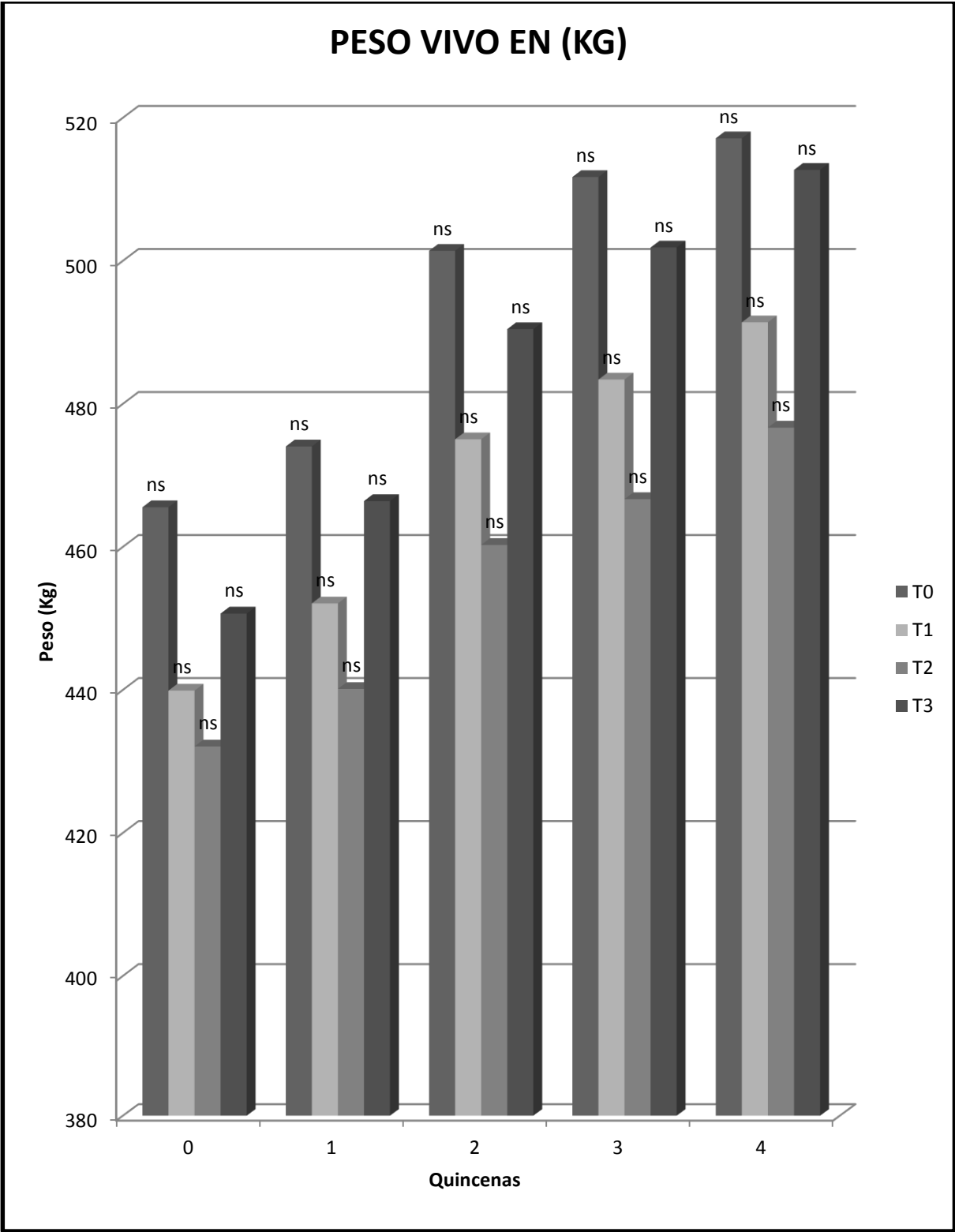


Figura 10. Peso vivo (kg) por tratamiento durante el estudio

Los análisis estadísticos de la variable peso vivo, (Kg) se presentan en los cuadros A-18 al A-27. Demuestran que durante el periodo del ensayo, desde la primera a la cuarta quincena del experimento, no existió diferencia estadística significativa entre cada uno de los tratamientos.

La no significación estadística del peso vivo se atribuye a la homogeneidad de los tratamientos. En cuanto al encaste, peso vivo, y alimentación ya que todos los tratamientos recibieron la misma cantidad de alimentos y nutrientes. Las vacas, en cuanto al encaste fueron distribuidas en cada uno de los tratamiento, de tal manera que estos quedaran lo más similar posible, para que ningún tratamiento llevara ventaja sobre otro, puesto que la raza predominante fue la raza brahmán.

De igual manera las unidades experimentales de acuerdo a su peso vivo fueron homogenizados con el objetivo que ningún tratamiento resultase ventajoso, las vacas iniciaron la fase experimental con un peso vivo promedio por tratamiento de: 465.54, 439.90, 432.09, y 450.68 Kg y finalizaron con un peso promedio de: 517.13, 491.40, 476.68, y 512.72 Kg para los tratamientos T0, T1, T2, y T3 respectivamente. De esta manera se obtuvieron incrementos de peso promedio de 51.59, 51.50; 44.59 y 62.04 Kg para los tratamientos anteriormente mencionados.

Al analizar el cuadro 15, correspondiente a la variable peso vivo promedio (Kg) por tratamiento y por quincena se observa incrementos de peso en cada uno de ellos, esto nos demuestra que los animales en cuanto a su manejo y alimentación no tuvieron problemas graves que pudieran influir en cuanto a su comportamiento en la lógica del desarrollo que duro la fase de experimentación.

El aumento se debió a que las vacas sometidas a estudio estaban siendo alimentadas no cubriendo sus necesidades en materia seca debido a la carencia de alimentos.

Al llevarse a cabo el estudio las unidades experimentales tuvieron un aumento de peso porque se cubrió los requerimientos en materia seca, lógicamente la cantidad de alimento fue mayor y más palatable por ingredientes que conformaban la ración.

4.3 Condición Corporal (CC)

La evaluación de Condición Corporal quincenal obtenida por cada tratamiento durante todo el periodo de la investigación se presenta en el cuadro 16 y figura 11.

Cuadro 16. Condición Corporal promedio (escala de 0-5) por tratamiento durante el periodo de estudio.

TRAT. 1 /	N 2 /	QUINCENAS					PROMEDIO ACUMULADO
		Pre-exp.	1	2	3	4	
T0	5	2.84 ^{ns}	3.04 ^{ns}	3.26 ^{ns}	3.34 ^{ns}	3.40 ^{ns}	3.26
T1	5	2.74 ^{ns}	2.86 ^{ns}	2.98 ^{ns}	3.04 ^{ns}	3.12 ^{ns}	3.00
T2	5	2.90 ^{ns}	3.04 ^{ns}	3.24 ^{ns}	3.30 ^{ns}	3.40 ^{ns}	3.24
T3	5	2.90 ^{ns}	3.12 ^{ns}	3.26 ^{ns}	3.40 ^{ns}	3.46 ^{ns}	3.31
PROMEDIO		2.84	3.01	3.18	3.27	3.34	3.20

1 / T0 = Sin aditivos, T1 = 10 gramos de bovatec, T2 = 60 gramos de diamond V, T3 = 10 gramos de bovatec + 60 gramos de diamond V.

2/ N= Numero de vacas por tratamiento.

ns: no significativo.

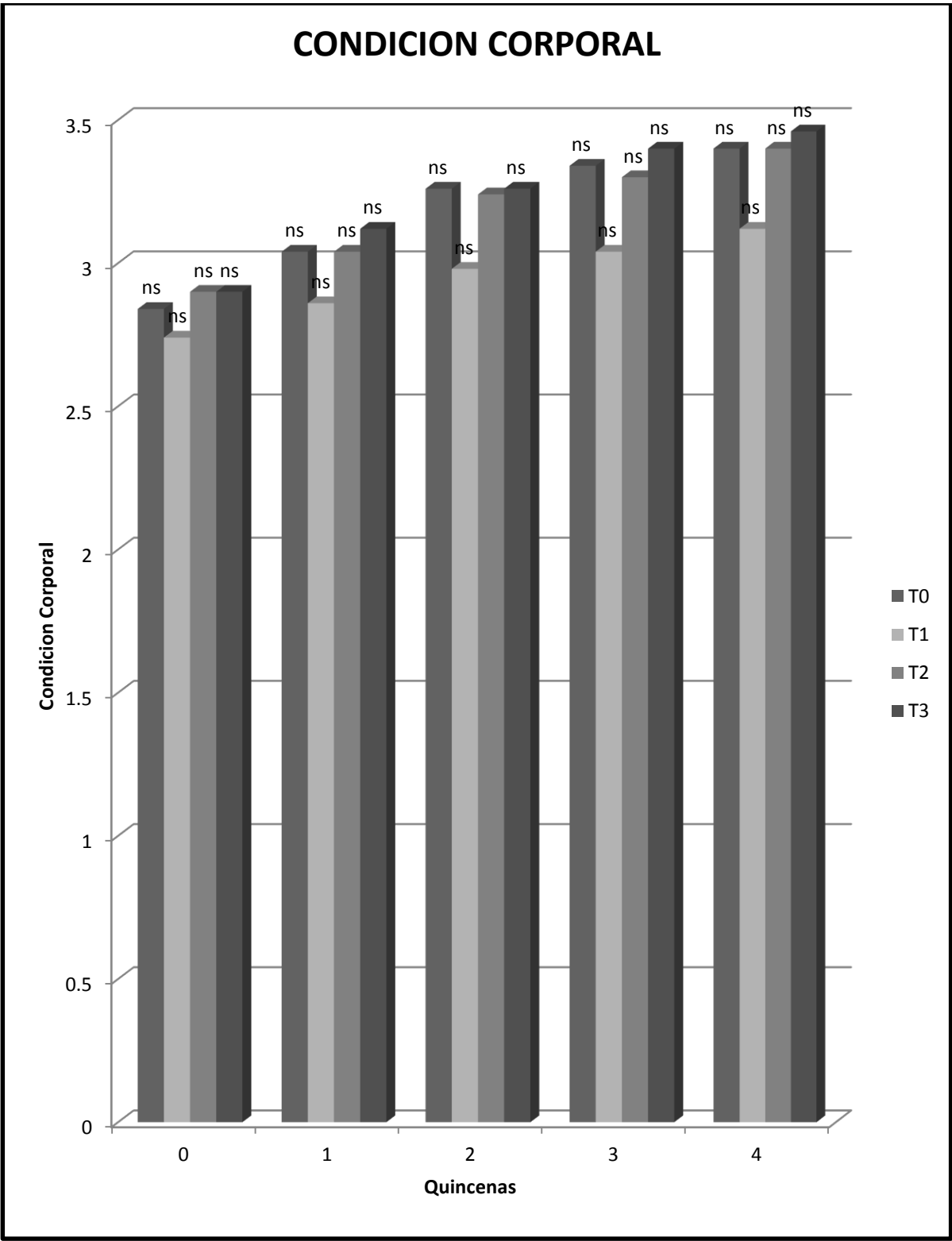


Figura 11. Condición Corporal por tratamiento durante el estudio

Los análisis estadísticos de condición corporal de las unidades experimentales, bajo el consumo de la ración suministrada, se presentan en los cuadros A-28 al A-37, los cuales indican que no existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Los promedios generales para la condición corporal por tratamiento fueron de: 3.26, 3.00, 3.24 y 3.31, para los tratamientos T0, T1, T2 Y T3, respectivamente.

Considerando los promedios finales (quincena 4) para cada uno de los tratamientos, se puede decir, que las vacas alcanzaron una condición corporal aceptable, es decir que las vacas presentaron buen balance de esqueleto y tejidos superficiales, en cada uno de los tratamientos.

La no significación estadística de la condición corporal promedio, se atribuye a que todos los tratamientos al inicio del experimento fue homogenizada con similar promedio en condición corporal, y fue mejorando hasta el final del experimento.

También cabe mencionar que la no significación estadística se debió a que la ración de alimento alimenticia fue igual para cada uno de los tratamientos, y a que estos presentaron similares encastes.

Al analizar el cuadro 16, no se observó diferencia estadística entre cada uno de los tratamientos, se puede apreciar en términos generales que aritméticamente, la mejor condición corporal en promedio al final del experimento correspondió al tratamiento T3.

La evaluación de la condición corporal fue medida en escala de 0-5. La condición corporal observada al inicio del experimento fue de: 2.84, 2.74, 2.90, 2.90 (quincena 0) y al final del ensayo fue de: 3.40, 3.12, 3.40, 3.46 (quincena 4), para los tratamientos T0, T1, T2, y T3 respectivamente, con lo que se obtuvieron incrementos en la condición corporal de: +0.56, +0.38, +0.50, +0.56, para los mismos tratamientos. Al finalizar el estudio, el tratamiento T0 (+0.56), y T3 (+0.56) obtuvieron el mejor aumento en condición corporal, que los tratamientos T1 (+0.38), y T2 (+0.50).

Lo cual no representó diferencias de incrementos considerables entre los tratamientos. Para conocer la condición corporal de cada una de las unidades experimentales, se evaluaron los siguientes aspectos: vertebra en la espalda,

aspecto posterior del hueso pélvico, aspecto lateral de línea entre las caderas, cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática (aspecto posterior y aspecto lateral).

La condición corporal puede considerarse como una variable subjetiva o indicador del balance energético en la vaca.

Es una herramienta bastante útil en el campo para valorar los cambios de peso corporal, las reservas de los tejidos y para tomar decisiones en cuanto al manejo alimenticio.

4.4 Evaluación económica

Los costos de las raciones experimentales y los costos por libra de leche producida vaca/día se presentan en el cuadro 17. En este cuadro observa que el tratamiento T0 fue el que presentó menor costo por ración diaria (\$2.18/día/vaca), comparado con el resto de tratamientos evaluados que tuvieron un costo de: \$2.21, \$2.25 y \$2.28, para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente durante todo el periodo de ensayo que duro (60 días), por lo que el tratamiento T0 fue el más económico durante todo el ensayo.

A partir de estos resultados se puede optar por la alimentación en vacas encastadas en producción alimentándolas solamente con una ración sin incorporar aditivos, ya que los resultados en producción fueron similares tanto para aquellos tratamientos suplementados con aditivos así como también a los que no se les proporciono.

Siendo los promedios de producción acumulados de: 13.89 lbs, 13.79 lbs, 13.82 lbs y 13.88 lbs, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente. Donde no se observaron diferencias considerables en cuanto al promedio de producción en cada uno de los tratamientos.

Con estos resultados se calculó el ingreso de vaca/día de \$ 3.33; \$3.30; \$3.31; \$3.33. Para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente y finalmente la relación benéfico costo fue de \$1.26; \$1.24; \$1.22 y \$1.22 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3.

CONCEPTO	UNIDAD	TRATAMIENTOS			
		T0	T1	T2	T3
Silo	Libras	22.00	22.00	22.00	22.00
Bagazo	Libras	3.00	3.00	3.00	3.00
Rastrojo de caña	Libras	1.50	1.50	1.50	1.50
Melaza	Libras	2.00	2.00	2.00	2.00
Pollinaza	Libras	7.00	7.00	7.00	7.00
Concentrado	Libras	2.00	2.00	2.00	2.00
Bovatec	Libras	0.00	0.022	0.00	0.022
	Gramos	0.00	10.00	0.00	10.00
Diamond V	Libras	0.00	0.00	0.132	0.132
	Gramos	0.00	0.00	60.00	60.00
Ración Total	Libras	37.50	37.52	37.632	37.654
Silo	\$	0.30	0.30	0.30	0.30
Bagazo	\$	0.20	0.20	0.20	0.20
Rastrojo de caña	\$	0.20	0.20	0.20	0.20
Melaza	\$	0.83	0.83	0.83	0.83
Pollinaza	\$	0.45	0.45	0.45	0.45
Concentrado	\$	0.20	0.20	0.20	0.20
Bovatec	\$	0.00	0.03	0.0	0.03
Diamond V	\$	0.00	0.00	0.07	0.07
Costo por ración/día	\$	2.18	2.21	2.25	2.28
Mano de obra	\$	0.25	0.25	0.25	0.25
Energía eléctrica	\$	0.10	0.10	0.10	0.10
Medicinas	\$	0.10	0.10	0.10	0.10
Costo de producción total/día	\$	2.63	2.66	2.70	2.73
Producción promedio de leche	Libras	13.89	13.79	13.82	13.88
Costo por libra de leche producida	\$	0.19	0.19	0.19	0.19
Costo por botella de leche producida	\$	0.32	0.32	0.32	0.32
Precio de venta estimado por libra	\$	0.24	0.24	0.24	0.24
Relación beneficio costo (B/C)	\$	1.26	1.24	1.22	1.22
Utilidad por libra	\$	0.04	0.04	0.04	0.04
Utilidad por botella	\$	0.08	0.08	0.08	0.08

Cuadro 17. Cantidad y costo de producción diaria por libra de leche producida.

Estos resultados indican que los aditivos pueden ser una alternativa o no para la alimentación de vacas encastadas en producción; ya que durante todo el periodo de estudio (60 días) ningún tratamiento fue mejor que otro estadísticamente en promedio de producción de leche lbs./vaca/día, pero si el tratamiento T0 presentó los menores costos (\$2.63) en producción en comparación al resto de tratamientos.

Los cuales fueron \$2.66; \$2.70; y \$2.73 para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente, cuadro 18. La relación y costos de alimentación se muestra a favor del tratamiento T0 (\$1.26), comparado con los demás tratamientos los cuales obtuvieron valores de \$1.24, \$1.22 y \$1.22, para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente, ver figura 12.

En resumen, al realizar el análisis económico se observó que con el uso de los aditivos en la alimentación de vacas encastadas en producción, desde el punto de vista económico no es necesario incorporar aditivos a la ración, lo que hace es el aumento de costos de producción, volviendo irrentable la producción ganadera.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Ingreso por venta de leche. \$	3.33	3.30	3.31	3.33
Costo de producción /vaca/día. \$	2.63	2.66	2.70	2.73
Relación beneficio Costo.(B/C) \$	1.26	1.24	1.22	1.22

Valor por libra de leche \$ 0.24

Cuadro 18. Relación de ingresos y costos de producción por alimentación por tratamiento (Producción láctea promedio, precio de venta por libra de leche).

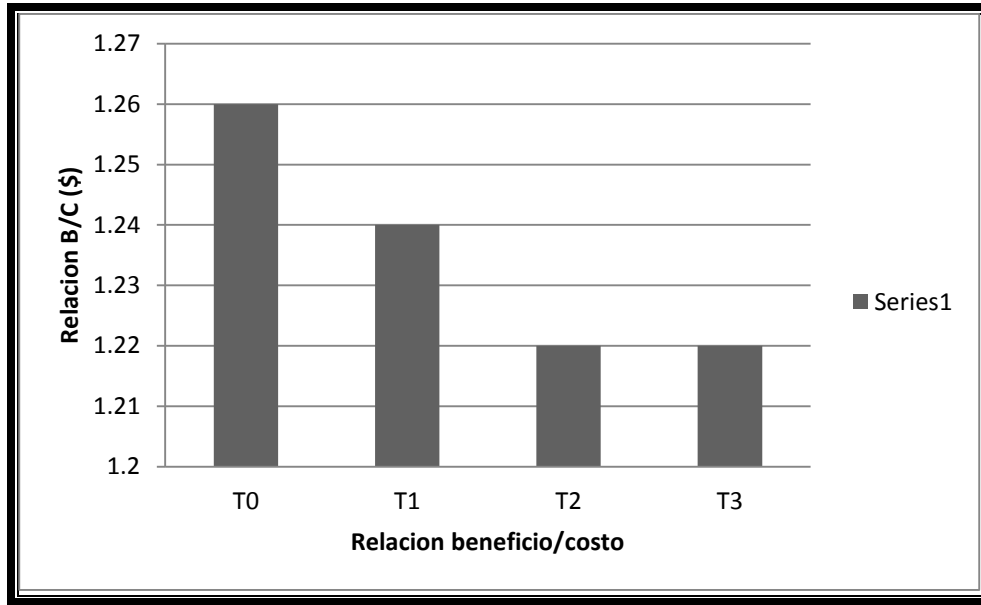


Figura 12. Relación beneficio/costo.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos y su discusión permiten establecer las siguientes conclusiones:

- a. Los aditivos no tuvieron mayor efecto en la alimentación, debido a que las vacas se encontraban en su tercer período de lactancia.
- b. El suministro de los aditivos, no se vio favorecido durante el ensayo debido a que el periodo de ejecución fue relativamente corto.
- c. Los resultados muestran que el rendimiento diario de leche (lbs/vaca/día) durante todo el periodo de estudio entre tratamientos no presentó diferencias estadísticas significativas.
- d. El peso vivo promedio (kg) entre los tratamientos resultó ser no significativo durante el periodo de estudio.
- e. Los resultados de condición física promedio por tratamiento durante todo el experimento fueron no significativos.
- f. Desde el punto de vista económico el tratamiento T0 (testigo), resultó ser el mejor tratamiento por presentar los menores costos de producción.

6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- a. Incorporar aditivos en la dieta de vacas productoras siempre y cuando se cubran las necesidades nutricionales.
- b. Se recomienda utilizar el cultivo de levaduras Diamond V, en la dieta de vacas encastadas en periodos más largos.
- c. Realizar estudios con razas bos índicos incorporando aditivos para ver su efecto en peso vivo.
- d. Se recomienda la inclusión de lasadosic en los inicios de la lactancia.
- e. Incorporar aditivos a terneros de seis meses de edad para estudiar los rendimientos en ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y condición corporal.

7. BIBLIOGRAFÍAS

- 1- ACEVEDO, J. y GONZÁLEZ, R. 1996. *Utilización de aditivos en piensos para rumiantes: Minerales forma orgánica, levaduras, enzimas, ionoforos y otros* (en línea). Consultado Septiembre del 2012. Disponible en www.montanba.com.ar/download/37081/utideavi.pdf.
- 2- ANDREA, M. 1999. *Microbiología del rumen* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en www.monografias.com/trabajos7/rumen/rumen.shtml.
- 3- ANNISON, L. 1981. *El metabolismo en el rumen*. México D.F. Appendini. México. Editorial Limusa. Pág. 51, 56-58, 69-72, 75, 76, 79, 81, 84, 85, 90-95, 105-106, 125-126, 150-152, 158,159.
- 4- ARTASA. Ganadería. Soluciones agroindustriales (en línea). Consultado de Septiembre de 2012. Disponible en www.artasapanama.com/ganaderia.html.
- 5- BALANCINI, D. 1979. *El ternero, cría, y explotación*. Trad. Gonzalo Díaz Rodríguez. Madrid, España, Mundi-Prensa. Pág. 108-110.
- 6- BATH, D.L, DICKINSON, F.N, TUCKER, H.A, y APPLEMAN, R.D. 1982. *Ganado Lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios*. Trad. Agustín Contin Sanzs, Rev. Por Sergio S. Gonzales Muñoz. 2da edición, México D.F. Interamericana. Pág. 168, 200-201.

- 7- BESSE, J. 1977. Alimentación del ganado. Racionamiento del ganado lechero. 2da edición. Madrid, España. J-B Bailliere ET Film. Pág. 47-48, 242.
- 8- BLANCO, M.R. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en www.produccion-animal.com.ar/...tecnica/.../70-alimentos_rumen.pdf.
- 9- BOVATEC. 2003. *Para ganado de pastoreo. Sinervia* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en www.sinervia.com/biblioteca/.../73/bovatec-en-ganado-de-pastoreo.html.
- 10- BOVATEC. Premezcla Granular. Antiparasitario y anticoccidiano. Laboratorios Alpharma S.A. de C.V (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en www.medicamentos.com.mx/DocHTML/25918.htm.
- 11- CHURCH, D.C, y Pond, W.G. 1887. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Trad. J.L Pérez Calderón. México D.F. Editorial Limusa. Pág. 36-37.
- 12- DAVIS, R.F. 1981. *La vaca lechera, su cuidado y explotación*. Trad. J.L de la Loma. México Editorial Limusa. Pág. 65, 78, 86.
- 13- DENNIS ET AL. 1981. Uso de ionóforos y levaduras vivas. (*Sacharomyces cerevisiae*) en dietas de bovinos (en línea). Consultado Septiembre de 2011. Disponible en www.montanba.com.ar/.../Uso%20de%20Ionóforos%20%20y%20Levad...
- 14- DIAMOND V. 1988. *Cultivo de levadura Diamond V XP* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en <http://www.DiamondVmex.com,mx/productos.htm>.

- 15- ENSMINGER, M.E. 1977. *Producción bovina para leche*. Editorial El ateneo. Buenos Aires, Argentina. Pág. 190-191, 198.
- 16- FISHWICK, W.C. y SÁNCHEZ S.E. 1964. *La vaca, Granjas lecheras. Explotación y administración*. 3ra ed. Editorial Tecno, S.A. Madrid, España. Pág. 60-61, 66, 81-82.
- 17- GALLARDO M.R y colaboradores. 2002. *Efectos del suministro de Lasalocid a vacas lecheras* bajo condiciones de pastoreo. Consultado Septiembre de 2011. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/.../article/.../2156>.
- 18- GARCÍA, J.A, GUTIERREZ J, LOPEZ H, RAMOS M. 2001. Efecto de la inclusión de cultivo de levaduras diamondv xp en dietas para ganado lechero. Consultado Septiembre de 2011. www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/8.
- 19- GARCÍA, G.I.A. Sistema digestivo de los rumiantes: Anatomofisiología (en línea). Consultado Octubre de 2012. Disponible en www.angelfire.com/ar/iagg101/docum/digrum.PDF.
- 20- GARCÍA, T.J. y GINGINS M. 1969. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes (en línea). Consultado Octubre de 2012. Disponible en www.produccion-animal.com.ar/.../02-anatomia_fisiologia_digestivo.pdf.
- 21- GRUMMER, R.H, y PETERS, W.H. 1947. *Ganadería productiva*. Trad J. De Adarra. 2da edición. México D.F. Pág. 195.

- 22- GUASCH, C. GUERRA, P, GUERRO, A. y HERNANDEZ, V. *Síntesis de vitaminas en el rumen* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en sintesisvitaminasrumen.wikispaces.com/Borrador.
- 23- HAFEZ, E.S.E. y DYER, I.A. 1972. *Desarrollo y nutrición animal*. Ed Acribia Zaragoza, España. Pág. 444, 448.
- 24- JARRIAGE, R. 1981. *Alimentación de los rumiantes*. Madrid, España. Mundi-Prensa Pág. 28-29, 216.
- 25- MCDDOWELL LR, 1985. Nutrición de rumiantes en pastoreo en los climas cálidos. Academic Press. Orlando. FL, Pág. 443.
- 26- MORRISON, F.B. 1956. Compendio de alimentación del ganado. México D.F. Pág. 215, 217.
- 27- MULLER, L.D. 1992. Alimentar las estrategias de gestión en gran manejo de hatos lecheros. Van Horn, H.H., Wilcox C.J., eds. Asociación de Ciencia Lechera Americana. Champaign, IL. USA. Pág. 326-335.
- 28- OCHOA, M. y MORALES, J. 2007. Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes. San Luis Potosí, México (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/.../161.pdf?...1
- 29- PALLADINO, A. WAWRZKIEWICZ, M. y BARGO, F. 2006. *Fisiología digestiva y manejo del alimento* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/.../66-fibra.pdf.

- 30- REAVES, P.M, y PEGRAM, C.M. 1987. El ganado lechero y las industrias lácteas en las granjas. Trad. Arturo Sánchez Duran. Mex. Limusa. Pág. 86.
- 31- RIVAS, J. DIAZ, T. HAHN, M y BASTIDA, P. *Efecto de la suplementación con Saccharomyces cerevisiae sobre la producción de leche al inicio de la lactancia en vacas lecheras*. *Zootecnia* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. sintesisvitaminasrumen.wikispaces.com/Borrador.
- 32- SNET Servicio Nacional de Estudios Territoriales.
- 33- SWENSON y REECE, 1999. *Digestión de los rumiantes* (en línea). Consultado el Septiembre de 2012. Disponible en ocw.um.es/cc.-de.../bloque-1-cap-5-tema-6.-digestion-rumiantes-i.pdf.
- 34- VAN LIER, E. y REGUEIRO, M. 2008. *Digestión en retículo-rumen* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en prodanimal.fagro.edu.uy/.../Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf.
- 35- WATTIAUX, M. A y ARMENTANO, L.E. *Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_03.es.pdf
- 36- WATTIAUX, M. A. *Metabolismo de proteínas en las vacas lecheras* (en línea). Consultado Septiembre de 2012. Disponible en babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_05.es.pdf.

- 37- WILLIAMS, D.W. 1974. Ganado vacuno para carne, cría y explotación. Ed. México. Limusa_Pág. 133 y 141.
- 38- ZARAGOZA, C, OSEGUERA, J. MENDOZA, G. 2001. *Uso de Saccharomyces cerevisiae y momensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas holtein*. Consultado Septiembre de 2012. (en línea). Disponible en www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200212175305.pdf.

ANEXO

Cuadro A - 1. Días lactantes de las unidades experimentales al inicio del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	65	108	109	149	173	120.80	604
T1	24	96	135	152	162	113.80	569
T2	16	106	137	149	211	123.80	619
T3	85	108	138	149	213	138.60	693
Total						497	2,485

Cuadro A - 2. Análisis de varianza de días lactantes de las unidades experimentales al inicio del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	1,636.14	545.38	0.17 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	49,353.61	3,084.60			
Total	19	50,989.75				

ns: no significativo

Cuadro A - 3. Números de partos de las unidades experimentales al inicio del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	5	4	4	4	4	4.2	21
T1	2	5	3	2	5	3.4	17
T2	1	5	3	2	4	3.0	15
T3	2	2	2	3	2	2.2	11
Total						12.80	64

Cuadro A - 4. Análisis de varianza del número de parto de las unidades experimentales al inicio del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	10.38	3.46	2.66 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	20.82	1.30			
Total	19	31.20				

ns: no significativo

Cuadro A - 5. Encastes de las unidades experimentales

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	V
T0	$\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{8}$ Bs $\frac{3}{8}$ Br
T1	$\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{8}$ Bs $\frac{3}{8}$ Br	$\frac{1}{4}$ H $\frac{1}{4}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{4}$ Bs $\frac{1}{4}$ Br	$\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br
T2	$\frac{1}{4}$ H $\frac{1}{4}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{4}$ H $\frac{1}{4}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{4}$ H $\frac{1}{4}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br
T3	$\frac{5}{8}$ Br $\frac{3}{8}$ Bs	$\frac{1}{4}$ H $\frac{1}{4}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{8}$ H $\frac{3}{8}$ BR	$\frac{1}{4}$ H $\frac{1}{4}$ Bs $\frac{1}{2}$ Br	$\frac{1}{4}$ H $\frac{1}{2}$ Bs $\frac{1}{4}$ Br

Cuadro A - 6. Producción de leche ajustada a los 305 días (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	18.89	6.84	8.50	10.94	10.51	11.13	55.68
T1	15.40	9.86	11.55	8.57	12.73	11.62	58.11
T2	15.59	13.65	12.00	6.48	8.07	11.15	55.79
T3	12.69	15.54	12.80	7.08	8.89	11.40	57.00
Total						45.30	226.58

Cuadro A - 7. Análisis de varianza de la producción ajustada a los 305 días (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.786	0.262	0.019 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	217.58	13.59			
Total	19	218.37				

ns: no significativo

Cuadro A - 8. Producción promedio (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	24.70	9.16	10.43	14.20	13.70	14.43	72.19
T1	19.56	12.93	14.76	10.90	16.60	14.95	74.75
T2	20.43	17.96	15.66	8.43	10.60	14.61	73.08
T3	16.43	20.10	16.66	9.20	11.60	14.79	73.99
Total						58.78	294.01

Cuadro A - 9. Análisis de varianza de la producción promedio (libras/vaca/día) de las unidades experimentales al inicio del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.738	0.246	0.010 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	370.60	23.162			
Total	19	371.34				

ns: no significativo

Cuadro A - 10. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la primera quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	23.66	10.10	11.10	15.33	14.16	14.87	74.35
T1	18.20	13.53	14.70	9.83	17.40	14.73	73.66
T2	19.93	16.86	16.26	8.40	12.10	14.71	73.55
T3	14.76	22.40	16.73	8.93	11.83	14.93	74.65
Total						59.24	296.21

Cuadro A - 11. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la primera quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.168	0.056	0.0025 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	345.14	21.57			
Total	19	345.31				

ns: no significativo

Cuadro A - 12. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la segunda quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	23.00	9.90	10.03	15.10	14.16	14.43	72.19
T1	17.80	13.73	14.66	9.86	16.33	14.47	72.38
T2	18.80	16.73	15.83	7.76	12.26	14.27	71.38
T3	13.96	21.33	15.13	8.63	11.50	14.11	70.55
Total						57.28	286.50

Cuadro A - 13. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la segunda quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.42	0.140	0.0070 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	3.15.69	19.730			
Total	19	316.11				

ns: no significativo

Cuadro A - 14. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la tercera quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	22.40	9.10	9.00	14.56	13.70	13.75	68.76
T1	17.33	12.86	13.53	9.23	14.23	13.43	67.18
T2	17.60	16.06	14.80	8.03	11.83	13.66	68.32
T3	14.53	20.80	14.66	8.00	11.40	13.87	69.39
Total						54.71	273.65

Cuadro A - 15. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la tercera quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.519	0.173	0.0092 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	300.76	18.797			
Total	19	301.28				

ns: no significativo

Cuadro A - 16. Producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la cuarta quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	20.46	8.86	7.93	13.13	12.36	12.54	62.74
T1	16.46	11.70	12.06	8.70	13.80	12.54	62.74
T2	16.50	15.40	13.83	7.10	10.53	12.67	63.36
T3	13.23	19.73	12.73	7.06	10.43	12.63	63.18
Total						50.38	252.02

Cuadro A - 17. Análisis de varianza de la producción promedio de leche (libras/vaca/día) de las unidades experimentales en la cuarta quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.057	0.019	0.0011 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	276.25	17.265			
Total	19	276.31				

ns: no significativo

Cuadro A - 18. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales al inicio del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	484.09	405.90	453.40	479.54	504.77	465.54	2,327.72
T1	382.27	447.95	511.13	440.00	418.18	439.90	2,199.54
T2	322.27	536.59	418.40	485.45	397.72	432.09	2,160.45
T3	513.63	407.04	449.77	510.68	372.27	450.68	2,253.40
Total						1,788.21	8,941.11

Cuadro A - 19. Análisis de varianza del peso (Kg) de las unidades experimentales al inicio del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	6,930.42	2,310.14	0.292 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	126,559	7,909.93			
Total	19	293,676.73				

ns: no significativo

Cuadro A - 20. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	498.18	420.68	457.27	482.72	511.36	474.04	2,370.22
T1	396.81	451.81	514.09	453.18	444.54	452.09	2,260.45
T2	336.36	536.81	437.50	487.27	402.72	440.13	2,200.68
T3	536.81	428.63	469.54	523.63	373.40	466.40	2,332.04
Total						1,832.66	9,163.39

Cuadro A - 21. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	7,502.87	2,500.95	0.33 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	119,238.36	7,452.39			
Total	19	126,741.24				

ns: no significativo

Cuadro A - 22. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	515.00	448.18	494.09	521.13	528.63	501.40	2,507.04
T1	425.22	475.68	542.27	475.90	456.13	475.04	2,375.22
T2	332.04	575.90	460.45	504.77	428.18	460.27	2,301.36
T3	561.36	455.90	491.36	546.81	396.81	490.45	2,452.27
Total						1,927.16	9,635.89

Cuadro A - 23. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	10,653.10	3,551.03	0.41 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	137,616.64	8,601.04			
Total	19	148,269.75				

ns: no significativo

Cuadro A - 24. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	515.90	462.72	504.54	536.36	539.09	511.72	2,558.63
T1	429.09	484.09	545.00	489.77	469.09	483.40	2,417.04
T2	332.50	580.45	462.04	517.27	441.13	466.68	2,333.40
T3	565.00	469.09	507.04	558.63	409.54	501.86	2,509.31
Total						1,963.66	9,818.38

Cuadro A - 25. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	13,162.69	4,387.56	0.51 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	136,028.32	8,501.76			
Total	19	149,191.01				

ns: no significativo

Cuadro A - 26. Peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	516.81	478.18	509.31	536.81	544.54	517.13	2,585.68
T1	432.27	492.27	560.90	495.00	476.59	491.40	2,457.04
T2	337.04	605.45	468.63	524.09	448.18	476.68	2,383.40
T3	593.18	473.18	520.45	564.54	412.27	512.72	2,563.63
Total						1,997.93	9,989.75

Cuadro A - 27. Análisis de varianza de peso vivo (Kg) de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	11,793.46	3,931.15	0.40 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	156,983.09	9,811.44			
Total	19	168,776.55				

ns: no significativo

Cuadro A - 28. Condición Corporal de las unidades experimentales al inicio del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	2.9	2.7	2.7	3.2	2.8	2.84	14.2
T1	2.7	2.7	2.7	3.0	2.6	2.74	13.7
T2	3.0	2.8	2.7	3.2	2.8	2.90	14.5
T3	3.7	2.6	2.8	2.6	2.8	2.90	14.5
Total						11.38	56.90

Cuadro A - 29. Análisis de varianza de la condición corporal de las unidades experimentales al inicio del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.085	0.028	0.373 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	1.204	0.075			
Total	19	1.289				

ns: no significativo

Cuadro A - 30. Condición corporal de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	3.0	3.0	2.7	3.6	2.9	3.04	15.20
T1	2.8	2.7	2.8	3.2	2.8	2.86	14.30
T2	3.1	2.8	3.0	3.5	2.8	3.04	15.20
T3	3.9	2.7	3.2	2.8	3.0	3.12	15.60
Total						12.06	60.30

Cuadro A - 31. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la primera quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.18	0.060	0.52 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	1.84	0.115			
Total	19	2.02				

ns: no significativo

Cuadro A - 32. Condición corporal de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	3.1	3.3	2.9	3.8	3.2	3.26	16.30
T1	2.8	2.8	3.0	3.4	2.9	2.98	14.90
T2	3.1	3.3	3.2	3.6	3.0	3.24	16.20
T3	4.0	2.9	3.2	2.9	3.3	3.26	16.30
Total						12.74	63.70

Cuadro A - 33. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la segunda quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.279	0.093	0.86 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	1.726	0.107			
Total	19	2.005				

ns: no significativo

Cuadro A - 34. Condición corporal de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	3.2	3.4	3.0	3.9	3.2	3.34	16.70
T1	2.9	2.9	3.0	3.5	2.9	3.04	15.20
T2	3.1	3.3	3.2	3.8	3.1	3.30	16.50
T3	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.40	17.00
Total						13.08	65.40

Cuadro A - 35. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la tercera quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.378	0.126	1.13 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	1.784	0.111			
Total	19	2.162				

ns: no significativo

Cuadro A - 36. Condición corporal de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio

Tratamientos	Repeticiones					Medias	Total
	I	II	III	IV	V		
T0	3.2	3.5	3.0	3.9	3.4	3.40	17.00
T1	2.9	3.0	3.2	3.5	3.0	3.12	15.60
T2	3.1	3.6	3.3	3.8	3.2	3.40	17.00
T3	4.2	3.0	3.6	3.0	3.5	3.46	17.30
Total						13.38	66.90

Cuadro A - 37. Análisis de varianza de condición corporal de las unidades experimentales a la cuarta quincena del estudio

F de V	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	0.348	0.116	0.92 ^{ns}	3.24	5.29
Error experimental	16	2.021	0.126			
Total	19	2.369				

ns: no significativo

Cuadro A - 38. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante 25-30 de Abril

AÑO	MES	DIA	T° PROMEDIO	HR %
2012	04	25	26.0	58
2012	04	26	27.0	52
2012	04	27	27.1	58
2012	04	28	27.9	69
2012	04	29	28.2	66
2012	04	30	28.7	70

Cuadro A - 39. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante el mes de Mayo

AÑO	MES	DIA	T° PROMEDIO	HR %
2012	05	1	27.6	72
2012	05	2	28.9	72
2012	05	3	29.2	73
2012	05	4	26.9	74
2012	05	5	26.5	82
2012	05	6	27.1	82
2012	05	7	28.2	81
2012	05	8	27.5	80
2012	05	9	28.0	75
2012	05	10	28.1	78
2012	05	11	28.4	76
2012	05	12	29.6	71
2012	05	13	28.2	70
2012	05	14	29.2	63
2012	05	15	26.4	85
2012	05	16	27.0	83

2012	05	17	26.1	87
2012	05	18	26.0	87
2012	05	19	25.7	92
2012	05	20	26.8	86
2012	05	21	24.6	97
2012	05	22	26.3	91
2012	05	23	26.4	89
2012	05	24	27.4	85
2012	05	25	26.5	91
2012	05	26	26.0	85
2012	05	27	26.0	84
2012	05	28	26.2	88
2012	05	29	27.2	81
2012	05	30	28.0	80
2012	05	31	26.8	80

Cuadro A - 40. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante el mes de Junio

AÑO	MES	DIA	T° PROMEDIO	HR %
2012	06	1	26.5	88
2012	06	2	26.7	84
2012	06	3	26.5	83
2012	06	4	28.2	77
2012	06	5	27.8	81
2012	06	6	27.3	81
2012	06	7	27.7	83
2012	06	8	29.1	80
2012	06	9	26.4	86
2012	06	10	26.3	82
2012	06	11	27.4	83
2012	06	12	26.9	78
2012	06	13	26.8	75
2012	06	14	27.5	78
2012	06	15	26.9	87
2012	06	16	26.6	85

2012	06	17	24.8	91
2012	06	18	25.5	90
2012	06	19	25.1	95
2012	06	20	26.4	90
2012	06	21	27.3	84
2012	06	22	27.1	83
2012	06	23	24.0	99
2012	06	24	26.6	84
2012	06	25	27.2	74
2012	06	26	27.3	82
2012	06	27	27.7	81
2012	06	28	27.6	71
2012	06	29	27.2	72
2012	06	30	27.4	78

Cuadro A - 41. Registro de Temperatura y Humedad Relativa durante 1-24 de Julio

AÑO	MES	DIA	T° PROMEDIO	HR %
2012	07	1	28.0	71
2012	07	2	27.1	74
2012	07	3	27.5	72
2012	07	4	26.6	73
2012	07	5	28.4	68
2012	07	6	26.8	71
2012	07	7	27.3	68
2012	07	8	27.4	66
2012	07	9	27.9	70
2012	07	10	26.5	72
2012	07	11	26.5	70
2012	07	12	27.6	76
2012	07	13	28.7	66
2012	07	14	28.3	63
2012	07	15	28.2	71
2012	07	16	29.8	61

2012	07	17	29.6	62
2012	07	18	27.8	70
2012	07	19	28.2	64
2012	07	20	28.9	65
2012	07	21	29.5	66
2012	07	22	27.2	69
2012	07	23	28.5	68
2012	07	24	29.1	68

(32).