

**UNIVERSIDAD DEL EL SALVADOR.
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICA.**



**EFFECTO DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE POLLINAZA EN LA
DIETA DE VACAS ENCASTADAS SOBRE EL RENDIMIENTO
PRODUCTIVO DE LECHE Y LA GANANCIA DIARIA DE PESO.**

POR:

AVELAR, DAVID ALEXANDER.

GUEVARA GUEVARA, JUAN DE LA CRUZ.

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO.

SAN MIGUEL, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR: ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO GENERAL: JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.

DECANO: LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ.

SAN MIGUEL, AGOSTO DE 2012.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.

ING. AGR. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA.

DOCENTE DIRECTOR:

ING. AGR Y M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA.

**COORDINADOR GENERAL DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

ING. AGR Y M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA

RESUMEN

En nuestro país uno de los problemas más críticos relacionado con la baja producción y productividad de las ganaderías es el factor alimenticio, ya que este representa una limitante para una producción adecuada y aceptable para los ganaderos.

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, localizado en el Cantón El Jute, Jurisdicción y Departamento de San Miguel, durante los meses de Abril a Junio de 2011, a una Latitud de 13° 26' Norte y 88°09' Longitud Oeste, una altura de 140 m.s.n.m, precipitación promedio anual de 1044 mm, temperatura media de 30.1°C y con una humedad relativa de 74.45%.

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del uso de diferentes niveles de pollinaza en la dieta de vacas encastadas, sobre el rendimiento productivo de leche y la ganancia diaria de peso. Se utilizaron 21 vacas encastadas Holstein, Brown Swiss, Ayrshire y Brahman con una edad promedio de 69.33 meses y un peso promedio de 837.56.lbs, respectivamente, distribuidos aleatoriamente en 4 tratamientos bajo un diseño completamente al azar. La alimentación suministrada a todos los tratamientos consistió en silo de sorgo, bagazo de caña, melaza en diferentes proporciones y pastoreo libre durante 2 horas al día de zacate callie con una suplementación de concentrado comercial (18%PT) y pollinaza (20%PT) distribuida diariamente de la siguiente manera: T0 = 5.70 lbs. de concentrado + 1.86 lbs. de pollinaza; T1= 2.80 lbs. de concentrado+ 4.50 lbs. de pollinaza; T2= 1.4 lbs. de concentrado + 5.70 lbs. de pollinaza; T3= 7.00 lbs. de pollinaza. El estudio tuvo una duración de 86 días, 11 de los cuales correspondieron a la fase pre-experimental, donde se proporcionó silo de sorgo, bagazo de caña, melaza en diferentes proporciones, concentrado y pollinaza, en este periodo la pollinaza se proporcionó de manera gradual hasta llegar a la mayor cantidad (7 lbs./vaca/día).

Las variables estudiadas fueron: Rendimiento diario de leche (lbs./vaca/día), Ganancia diaria de peso, Condición Corporal y Evaluación Económica. Se utilizo el diseño completamente al azar con desigual número de repeticiones, para determinar

la significación estadística se le realizó un análisis de varianza a cada una de las variables en estudio.

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: 11.75, 12.02, 12.99, 12.20 lbs./vaca/día, para los tratamientos T0, T1, T2 Y T3, respectivamente.

En relación a la variable de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos desde la primera hasta la quinta quincena, los promedios de la ganancia diaria de peso fueron: 1.16, 1.12, 0.92, 0.88 y 0.90 lbs./vaca/día, correspondiente a la 1^a, 2^a, 3^a, 4^a y 5^a quincena, 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 ensayo los incrementos fueron: +0.98, +0.91, +0.83, +0.94, para los tratamiento T0, T1, T2, y T3 respectivamente , el tratamiento T0 (+0.98), obtuvo el mejor aumento en Condición Corporal, que los tratamientos T3 (+0.94), T1 (+0.91) y T2 (+0.83).

Con respecto a la Evaluación Económica los costos por vaca/día fueron menores en el tratamiento T3 =\$2.02 vaca/día; comparado con el resto de tratamientos evaluados que tuvieron un costo de: \$ 2.18, \$ 2.37 y \$ 2.74, para los tratamientos T2, T1 y T0, respectivamente. Se recomienda que a partir de estos resultados se puede optar por la alimentación de vacas en producción suplementándolas con pollinaza como fuente de proteína, ya que los resultados en producción fueron similares tanto para aquellos tratamientos suplementados con mayor cantidad de pollinaza, como los tratamientos que fueron suplementados con concentrado comercial.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS todo poderoso por habernos dado la oportunidad de estudiar y darnos la fuerza, el conocimiento y la sabiduría para poder coronar nuestra carrera porque sin la ayuda de él nada hubiese sido posible.

- A NUESTRO ASESOR ING. AGR. Y M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA Por su paciencia, acertada, incansable y desinteresada labor de orientación en la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

- A la Universidad de El Salvador, en especial al 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.

- Al personal que labora como docentes en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental por habernos Formado Como Profesionales: Ing. Guevara, Ing. Machuca, Ing. Rodas, Ing. Nery, Ing. Silvia, Ing. Aurora, Doc. Alfaro, Ing. Díaz (Q.D.D.G) y Ing. Chevez (Q.D.D.G).

- A todos los trabajadores de campo que trabajan en el departamento de Ciencias Agronómicas que nos ayudaron en nuestra investigación, especialmente a Ricardo Alvarenga.

- Al compañero de tesis David Alexander Avelar.

DEDICATORIA

➤ **A MIS PADRES**

OCTAVIO GUEVARA.

MARIA ANGELA GUEVARA DE GUEVARA.

➤ **A MIS DOS HERMANOS**

OSCAR GUEVARA.

LEDVIA GUEVARA.

➤ **A MI ABUELITA.**

VICTORINA GUEVARA

➤ **A MI ESPOSA.**

PATRICIA ARMIDA GARCIA DE GUEVARA

JUAN DE LA CRUZ GUEVARA GUEVAR.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS todo poderoso por habernos dado la oportunidad de estudiar y darnos la fuerza, el conocimiento y la sabiduría para poder coronar nuestra carrera porque si la ayuda de él nada hubiese sido posible.

- A NUESTRO ASESOR ING. AGR. Y M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA Por su paciencia, acertada, incansable y desinteresada labor de orientación en la elaboración de nuestro trabajo de investigación.
- A la Universidad de El Salvador, en especial al 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.
- Al personal que labora como docentes en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental por habernos Formado Como Profesionales: Ing. Guevara, Ing. Machuca, Ing. Rodas, Ing. Nery, Ing. Silvia, Ing. Aurora, Doc. Alfaro, Ing. Díaz (Q.D.D.G) y Ing. Chevez (Q.D.D.G)
- A todos los trabajadores de campo que trabaja en el departamento de Ciencias Agronómicas que nos ayudaron en nuestra investigación, especialmente a Ricardo Alvarenga.
- Al compañero de tesis Juan de la Cruz Guevara Guevara

DEDICATORIA

➤ A MIS PADRES

MARCIANO YANES (Q.Q.D.G)

CONCEPCION AVELAR.

A MIS HERMANOS.

A MI ESPOSA.

DAVID ALEXANDER AVELA

ÍNDICE GENERAL.

CONTENIDO	PAGINA.
-RESUMEN.....	iv
-AGRADECIMIENTO.....	vi
-DEDICATORIA.....	vii
- INDICE GENERAL.....	x
-INDICE DE CUADRO.....	xvi
-INDICE DE FIGURAS.....	xxii
1. INTRODUCCION.....	2
2. REVICION DE LITERARURA.....	3
2.1. Generalidades del ganado bovino.....	3
2.1.1. Introducción del ganado bovino en América.....	3
2.1.2. Clasificación zoológica de los bovinos.....	3
2.1.3. Características de razas de ganado bovino.....	4
2.1.3.1. Raza Holstein.	4
2.1.3.2. Raza Brown Swiss.....	4
2.1.3.3. Raza Ayrshire.....	5
2.1.3.4. Raza Brahman.....	5
2.2. Sistemas de explotación ganadera en los trópicos.....	5
2.2.1. Ganadería intensiva.....	5
2.2.2. Ganadería extensiva.....	6
2.2.3. Sistema mixto ó Semiextensivo.....	6
2.3. Principales causas de la baja productividad de leche en el trópico.....	6

2.4. Sistemas de alimentación.....	8
2.4.1. Alimentación de vacas en producción.....	9
2.4.2. Requerimientos nutricionales del rumiante.....	9
2.4.2.1. Materia seca.....	9
2.4.2.2. Agua.....	9
2.4.2.3 Proteínas.....	10
2.4.2.4. Energía.....	11
2.4.2.5. Carbohidratos.....	11
2.4.2.6. Fibras.....	11
2.4.2.7. Vitaminas.....	12
2.4.2.8 Minerales.....	12
2.4.3. Consumo de alimento.....	12
2.4.4. Características de los alimentos para vacas lecheras.....	12
2.4.4.1. Forrajes.....	12
2.4.4.2. Heno.....	13
2.4.4.3. Ensilaje.....	13
2.4.4.4. Concentrados.....	13
2.5. Aparato digestivo de los rumiantes.....	14
2.5.1. Componentes del aparato digestivo de los rumiantes.....	14
2.5.1.1. Boca.....	14
2.5.1.2. Esófago.....	14

2.5.1.3. Estomago.....	14
2.5.1.4. Intestino Delgado.....	14
2.5.1.5. Intestino grueso.....	15
2.5.1.6. Recto.....	15
2.5.1.7. Ano.....	15
2.5.2. Función de los principales componentes del sistema digestivo.....	15
2.5.2.1 Boca.....	15
2.5.2.2. Estomago.....	15
2.5.2.3 intestino delgado.....	16
2.5.2.4. Intestino grueso.....	16
2.5.2.5. Recto.....	16
2.6. Población microbiana del rumen.....	16
2.6.1. Fermentación en el rumen.....	17
2.7. Procesos metabólicos que suceden en el aparato digestivo de los rumiantes.....	17
2.7.1. Metabolismo del nitrógeno.....	18
2.7.1.1. Metabolismo de proteínas en las vacas lecheras.....	18
2.7.1.2. Digestión y absorción de las proteínas.....	20
2.7.1.3. Transformación de proteína en el rumen.....	20
2.7.1.4. Síntesis y desintegración de proteínas.....	21

2.7.1.5. Síntesis de proteína bacteriana.	22
2.7.2. Amoníaco en el Rumen.....	22
2.7.3. Metabolismo de los carbohidratos.....	24
2.7.4. Digestión y absorción de las grasas.....	25
2.7.5. Síntesis de Minerales Vitaminas y agua.....	25
2.7.6. Utilización energética de los productos finales de la digestión.....	25
2.7.6.1. Balance energético de la digestión.....	25
2.8. Suplementación Nitrogenada.....	26
2.8.1. Requerimientos de Nitrógeno No Proteico.....	26
2.8.2. Compuestos con Nitrógeno No Proteico.....	26
2.8.2.1. Amoniaco.....	27
2.8.2.2. Urea.....	27
2.8.2.3. Biuret.....	27
2.8.3. Utilización del Nitrógeno no proteico.....	27
2.8.3.1 Uso y niveles máximos de nitrógeno no proteico para rumiantes.....	28
2.9. Uso de pollinaza en la dieta alimenticia de vacas en producción.....	29
2.9.1. Uso de la pollinaza como alimento proteínico en la dieta de rumiantes.....	30
2.9.2. La pollinaza como fuente mineral.....	30
2.9.3. Contenido nutricional de la pollinaza.....	31

2.9.4. Digestibilidad de la pollinaza.....	32
2.9.5. Nitrógeno no proteico (NNP) y la pollinaza.....	32
2.9.6. Síntesis y absorción del NNP presente en la pollinaza por el rumiante.....	32
2.9.7. Respuesta de vacas en producción a la Suplementación con diferentes niveles de pollinaza sobre el rendimiento de leche y su peso vivo.....	33
3. MATERIALES Y METODOS.....	37
3.1. Descripción del área de estudio.....	37
3.1.1. Localización del ensayo.....	37
3.1.2. Características climáticas.....	37
3.1.3. Fase de campo.	37
3.1.4. Instalaciones.....	38
3.1.4.1. Potreros.....	38
3.1.4.2. Comederos.....	39
3.1.4.3. Bebederos.....	39
3.1.4.4. Sala de ordeño.....	39
3.1.4.5. Manejo.....	39
3.1.5. Unidades experimentales.....	40
3.2. Metodología estadística.....	40
3.2.1. Diseño estadístico.....	40
3.2.2. Descripción de los tratamientos.....	40

3.3. Variable en estudio.....	41
3.4. Toma de datos.....	41
3.5. Descripción de la ración alimenticia.....	41
3.6. Suministro de la ración.....	42
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Rendimiento diario de leche. (lbs./vaca/día).....	43
4.2. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día).....	49
4.3. Condición Corporal (C.C).....	54
4.4. Evaluación económica.....	57
5 CONCLUSIONES.....	60
6 RECOMENDACIONES.....	61
7 BIBLIOGRAFIA.....	62
8 ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Requerimientos de agua por animal de a cuerdo a la edad.....	10
2. Composición química de la pollinaza.....	31
3. Suplementación de pollinaza mas melaza y alimento concentrado sobre el rendimiento de leche en vacas doble propósito.....	34
4. Promedio de producción de leche (lbs./vaca/día) de vacas suplementadas con pollinaza, frutos de algarrobillo y semilla de algodón.....	35
5. Ganancia diaria de peso de vacas suplementadas con pollinaza, algarrobillo y semilla de algodón.	35
6. Consumo y producción de leche según fuente proteica en vacas doble propósito y especializadas.....	36
7. Proporciones de pollinaza y concentrado en los tratamientos experimentales.	40
8. Suministro de raciones por hora/día.....	42
9. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) por tratamiento durante el ensayo.....	43
10. Ganancia diaria promedio de peso (lbs./vaca/día) por tratamiento durante el ensayo.....	49
11. Condición Corporal promedio (escala de 0-5) por tratamiento.....	54
12. Cantidad y costo de producción diario por libra de leche producida....	58
13. Relación de ingresos y costos y producción por alimentación por tratamiento.....	59

A.1.	Días lactantes de las unidades experimentales antes del inicio del ensayo.....	75
A-2.	Análisis de varianza de días lactantes de las unidades experimentales.....	75
A-3.	Peso de las unidades experimentales el inicio del ensayo.....	76
A-4.	Análisis de varianza del peso de las vacas al inicio del ensayo.....	76
A-5.	Encastes de las unidades experimentales.....	77
A-6.	Número de partos de las unidades experimentales.....	78
A.7.	Análisis de varianza de números de partos de las unidades experimentales.....	78
A-8.	Producción promedio real (lbs./vaca/día) antes del inicio de la fase pre-experimental.....	79
A-9.	Análisis de varianza de producción promedio real (lbs./vaca/día) antes del inicio de la fase pre-experimental	79
A-10.	Producción ajustada a los 305 días y EM hasta el inicio del el ensayo.....	80
A-11.	Análisis de varianza de producción ajustada a los 305 días y EM de las unidades experimentales..	80
A-12.	Producción promedio (lbs./vaca/día) al inicio de la fase pre-experimental	81
A-13.	Análisis de varianza de producción promedio (lbs./vaca/día) al inicio de la fase pre-experimental.....	81

A-14. Producción promedio (lbs./leche/vaca/día) al inicio de la fase experimental	82
A.15. Análisis de varianza de producción promedio (lbs./leche vaca/día) al inicio de la fase experimental.....	82
A-16. Producción promedio (lbs./leche/vaca/día) durante la primera quincena de ensayo.	83
A-17. Análisis de varianza de producción promedio (lbs/leche/vaca/día) durante la primera quincena de ensayo.	83
A-18. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la segunda quincena de ensayo.....	84
A-19. Análisis de varianza de producción de leche (lbs./vaca/día/) durante la segunda quincena de ensayo	84
A-20. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la tercera quincena del ensayo.....	85
A-21. Análisis de varianza de producción de leche (lbs./vaca/día) durante la tercera quincena de ensayo.....	85
A-22. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la cuarta quincena de ensayo.	86
A-23. Análisis de varianza de producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la cuarta quincena de ensayo.....	86
A.24. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la quinta quincena de ensayo..	87
A-25. Análisis de varianza de producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la quinta quincena de ensayo.	87

A-26. Análisis de Varianza para la producción promedio (lbs./vaca/día) acumulada de las vacas al final del ensayo.....	88
A-27. Resumen de producción promedio de leche (lbs./vaca/día) quincenal durante el periodo de estudio.....	89
A-28. Análisis de varianza de resumen de producción promedio (lbs./vaca/día) quincenal durante el periodo de estudio.....	89
A-29. Prueba de Duncan para los bloque (quincenas.)	90
A-30. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la primera quincena de ensayo.....	91
A-31. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la primera quincena de ensayo.....	91
A-32. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la segunda quincena de ensayo	92
A-33. Análisis de varianza da ganancia diaria de paso (lbs./vaca/día) de las vaca a la segunda quincena de ensayo..	92
A-34. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la tercera quincena de ensayo.....	93
A-35. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) a la tercera quincena de ensayo.....	93
A-36. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.....	94
A-37. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.....	94

A-38. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la quinta quincena de ensayo.....	95
A-39. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) a la quinta quincena de ensayo.....	95
A-40. Análisis de Varianza para la ganancia diaria promedio (lbs./vaca/día) acumulada de las vacas al final del ensayo.....	96
A-41. Condición Corporal de las vacas al inicio del ensayo.	97
A-42. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas al inicio del ensayo.....	97
A-43. Condición Corporal de las vacas a la primera quincena del ensayo.	98
A-44. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas a la primera quincena de ensayo..	98
A-45. Condición Corporal de las vacas a la segunda quincena del ensayo.	99
A-46. Análisis de varianza de condición Corporal da la segunda quincena de ensayo.....	99
A-47. Condición Corporal de las vacas a la tercera quincena del ensayo.	100
A-48. Análisis de varianza de condición física de las vacas a la tercera quincena de ensayo.....	100
A-49. Condición Corporal de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.....	101
A-50. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.....	101
A-51. Condición Corporal de las vacas a la quinta quincena de ensayo.....	102

A-52. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas a la quinta quincena del ensayo.....	102
A-53. Relación beneficio costo (B/C). de cada unidad experimental.....	103
A-54. Análisis de varianza de la relación beneficio costo de cada unidad experimental.....	103
A-55. Registro de temperatura y humedad relativa durante el mes de Abril....	104
A-56. Registro de temperatura y humedad relativa durante el mes de Mayo...	105
A-57. Registro de temperatura y humedad relativa durante 1-11 de Junio.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Distribución de diferentes fracciones de proteína en la dieta de una vaca lechera.....	21
2. Relación entre la concentración de amoniaco en el rumen y producción de proteína microbiana.	23
3. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día.) por tratamiento durante el ensayo.....	44
4. Ganancia diaria de peso (lbs.) por tratamiento durante el ensayo.....	50
5. Condición física por tratamiento durante el ensayo.....	55
Fig. A-1. Grados de condición física del ganado bovino.....	72
Fig. A-2. Metabolismo del nitrógeno.....	73
Fig. A-3. Análisis bromatológico de la Pollinaza.	

I. INTRODUCCION

El Salvador es un país que debido a sus altos índices de población presenta una alta demanda de alimentos tanto de origen agrícola como pecuarios, para poder cubrir los requerimientos nutricionales de las personas, mas sin embargo dicha demanda alimenticia no se cubre ya que El Salvador es un país con grandes problemas agropecuarios uno de los cuales es la baja producción pecuaria debido en gran parte al mal manejo de las ganaderías proporcionando estas bajos rendimientos y baja rentabilidad; por lo consiguiente, es preciso desarrollar una tecnología que ayude al pequeño productor a aumentar ingresos dentro de su ganadería.

A pesar de que El Salvador avanza hacia la industrialización con una visión más tecnológica, no olvida las fuertes raíces agropecuarias. El sector ganadero, actualmente, sigue aportando al crecimiento económico.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el rubro ganadero genera más de 150 mil empleos, entre la fase de producción, transporte y procesamiento. Otro beneficio es el hecho de que el ganado es una reserva de valor, por lo que consideran a los animales como una inversión.

El secreto para una alta productividad bovina está en el factor alimenticio que es, a su vez, uno de los mayores retos que enfrentan, sobre todo en las épocas de verano, debido a la poca o nula disponibilidad de alimento.

En El ganado bovino, la alimentación es una parte fundamental para que su producción mejore, esta debe de cubrir todas las necesidades nutritivas del animal para que pueda rendir en forma óptima. Es conocido que el ganado puede alimentarse de varias formas; sin embargo, entre esta existe un recurso como la "POLLINAZA"

Entre las excretas avícolas, la más importante es la pollinaza; es el material resultante de la combinación del excremento producido por los pollos de engorda, junto con la cama que se utiliza para aislarlos del piso. Actualmente es utilizada ampliamente como una fuente proteica en la alimentacion del ganado bovino. La presencia de residuos indeseables en las excretas es mínima. Se ha encontrado que el contenido de pesticidas y aditivos alimenticios, presentes en la pollinaza es muy reducido como para provocar un problema a los animales que la consumen o para

favorecer el contenido de residuos en sus tejidos. En forma comparativa, se considera que insumos como el maíz pueden presentar mayor cantidad de pesticidas en comparación a la pollinaza.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Generalidades del ganado bovino.

Los ruminantes se caracterizan por su alimentación y su sistema digestivo, ya que son estrictamente herbívoros y en la etapa adulta tienen cuatro compartimientos gástricos (estómagos) y se dividen fundamentalmente en: rumen, retículo, omaso y abomaso.

Las razas predominantes en América se han originado de los géneros *Bos taurus*, que es el vacuno de origen Europeo y el *Bos indicus* que es nombre dado al ganado con jiba, de la India y del lejano Oriente. Los antepasados de todas las razas lecheras importantes son animales originarios de Europa, de las islas Británicas y de las islas situadas entre estas y el continente, todas ellas pertenecen al género *Bos taurus*. Davis (25).

2.1.1 Introducción del ganado bovino en América.

Davis (25) establece que el bovino criollo Americano desciende directamente de los animales que llegaron en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año de 1495. Estos animales así como posteriores envíos llegaron a la isla denominada la española, hoy asiento de República Dominicana y Haití.

La mayor parte de las primeras importaciones fueron de ganado cruzado hasta mediados del siglo XIX, luego llegó a los Estados Unidos el ganado que sirvió de base a las razas actuales, manteniéndose como razas puras. Durante el periodo colonial y hasta pasada la mitad del siglo XIX, las explotaciones lecheras estuvieron limitadas a rebaños relativamente pequeños cuidados por las familias.

2.1.2 Clasificación zoológica de los bovinos.

Reino :Animal

Grupo : Ungulados

Bloque : Protoungulados.

Sub-familia : Bovinae

- Género : *Leptobos* (Extinto).
- Sub-genero : *Ansa* (Búfalo gamuza).
- Sub-genero : *Mindorensis* (Búfalo de Mindoro).

- Género : Babulus.
 - Sub-genero : Búfalo Africano (B. Africanus caffer).
Búfalo analico (B. indicus).
Otros búfalos.
 - Sub-genero : Bibos.
 - Banteng (B. sondaicus).
 - Gaur (B. gaurus).
 - Gayar (B. frontalis)
 - Sub-genero : Phophagus.
 - Yak (Gruniens).
 - Sub-genero : Bison (Bisonte).
 - Bison bonasus(Europeo).
 - Bison visón (Americano).
 - Sub-genero : Bos.
 - Ganado vacuno (B. taurus y B. indicus)

Inchausti (33).

2.1.3.Característicasderazasdeganadobovino.

2.1.3.1. RazaHolstein.

La vaca Holstein es grande, elegante y fuerte, con un peso promedio de 650 kilos y una alzada aproximada de 1.50 m. se caracteriza por su pelaje blanco y negro o blanco y rojo; esta última coloración la hace muy apetecible pues representa adaptabilidad a climas cálidos. Su vientre, patas y cola deben ser blancos. La vaca ideal tiene su primer parto antes de cumplir tres años y de allí en adelante debe criar un ternero cada año. Puede permanecer en el hato durante más de cinco lactancias (305 días), en cada una de las cuales, su producción es superior a 5,949 kilos. Caprile(13).

2.1.3.2 Raza Brown Swiss.

Según Reaves (46) esta raza es originaria de Suiza en donde es esencial disponer de ejemplares muy rústicos, es por eso que por su rusticidad y fácil adaptación se ha extendido a muchos lugares. Además, también se le conoce como el nombre de Pardo Suizo tanto por el color como por el origen.

El ganado Brown Swiss se puede diferenciar por las siguientes características: fuerte y vigoroso, siendo la raza más tosca de todas las razas lecheras, con un deseable tamaño y rusticidad. Las vacas adultas pesan de 1200 a 1400 lbs. y los toros 1600 a 2400 lbs. los toretes de 90 a 100 lbs. al nacer. Sarria (53).

2.1.3.3 Raza Ayrshire.

Sarria (53) establece que el ganado Ayrshire es de tamaño medio, llegando a pesar más de 550 kg en su madurez. Es un ganado fuerte y robusto que se adapta a todo tipo de sistemas de mantenimiento, incluyendo estaciones de ordeño automático y cuadras abiertas. La adaptación de sus ubres es excelente y no están sujetas a excesivos problemas de patas o pezuñas. Estas características hacen de las Ayrshire un ganado muy interesante comercialmente.

2.1.3.4. Raza Brahmán.

El país de origen de esta raza es la India en donde existen más de 30 razas de bovinos; algunas de estas razas fueron importadas hacia los estados unidos, siendo en Texas donde específicamente fue desarrollada el ganado brahmán, a partir de cruce de la raza Guzerat, Nellore y Gir; dando origen al Brahmán Americano, con selección a la producción de carne, por lo que es definida como raza para dicho propósito según la Asociación de Brahmán Americano. Alves (3).

2.2. Sistemas de explotación ganadera en lostrópicos.

En El Salvador los sistemas de producción, están diferenciados por su grado de adopción tecnológica, tamaño del hato y área de terreno.

2.2.1. Ganadería intensiva.

Vieira (61) establece que en la ganadería intensiva el ganado se encuentra estabulado, generalmente bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que han sido creadas en forma artificial, con el objetivo de incrementar la producción en el menor lapso de tiempo; los animales se alimentan, principalmente, de alimentos enriquecidos. Es por esto que requiere grandes inversiones en aspectos de instalaciones, tecnología, mano de obra y alimento, entre otros. Entre sus ventajas se destaca una elevada productividad, que tiene como contraparte la gran contaminación que genera.

Los principios de la ganadería intensiva son la de obtener el máximo beneficio, en el menor tiempo posible, concentrando los medios de producción, mecanizando y racionalizando los procesos, para incrementar constantemente el rendimiento productivo.

2.2.2. Ganadería extensiva.

Este sistema de explotación ganadero se caracteriza por darse fundamentalmente en el pastoreo. Los sistemas extensivos, tradicionales o convencionales de producción animal se caracterizan esencialmente por formar parte de un ecosistema natural modificado por el hombre, es decir, un agro ecosistema, y tienen como objetivo la utilización del territorio de una manera perdurable, o sea, están sometidos a los ciclos naturales, mantienen siempre una relación amplia con la producción vegetal del agro ecosistema de que forman parte y tienen, como ley no escrita, la necesidad de legar a la generación siguiente los elementos del sistema tanto inanimados como animados e incluso los contruidos por el hombre, en un estado igual o superior que los que se recibieron de la generación precedente.

Dentro de la ganadería extensiva podríamos incluir a la ganadería sostenible que es la ganadería perdurable en el tiempo y que mantiene un nivel de producción sin perjudicar al medio ambiente o al ecosistema. Morrison (42).

2.2.3. SistemamixtoóSemiextensivo.

Una vez expuestas las características que definen los dos sistemas de explotación del ganado más conocidos pasamos a hablar de otro sistema, ya que todo el ganado no se explota bajo los citados sistemas, sino que existen otros más. Entre estos dos principales antes citados surge otro intermedio denominado mixto, por tener características del extensivo, al darse en él pastoreo fundamentalmente, y del intensivo, por la estabulación del ganado, es decir el sistema complementario de la explotación agrícola. Blas (10).

2.3. Principales causas de la baja productividad de leche en el trópico.

Según Preston (45) la producción de leche en muchos hatos es muy baja de lo que realmente puede ser si se tienen en cuenta la constitución genética de las vacas. Vacas que han heredado buenas características lecheras, no se les da oportunidad de expresar esas características en términos de buena producción, con un correcto

manejo y alimentación, siempre será por debajo de su capacidad nunca darán los rendimientos económicos que espera el ganadero. Hay que recordar que muchas veces no hay malas vacas, sino mala alimentación, por deficiente uso de los recursos presentes en la finca.

Una de las causas es la adaptación de tecnología generadas en otras latitudes y que implementaron en el trópico, lo cual ha traído como consecuencia, el uso casi universal del ganado de zonas templadas (Holstein, Friesian, Pardo Suizo, etc.), la dependencia de alimentos ricos en proteína y de alta digestibilidad como los cereales; tortas de oleaginosas y forrajes mejorados, los cuales no son aplicables en la ganadería de zonas tropicales.

Por otra parte, no obstante, además del alto potencial de producción de materia verde y materia seca, las gramíneas tropicales, por múltiples razones no cubren los requerimientos totales de los elementos básicos requeridos por el ganado bovino en pastoreo, para una eficiente y satisfactoria producción láctea. Esto se debe entre otras cosas, a la baja digestibilidad que presentan, a si como también a su bajo contenido energético y proteico. Iturbide (34). Por otra parte Ruiz (50) menciona que el nivel proteico no puede ser una limitante, más bien es el contenido presente en los pastos el responsable de la baja calidad de los mismos. La utilización de razas puras Europeas en la mayoría de empresas especializadas, es otra causa importante para la baja productividad de la ganadería tropical. Esta práctica generalizada conlleva problemas de índole biológicos asociados con las condiciones ambientales del trópico. En estos términos la evidencia internacional disponible demuestra en forma consistente que animales cruzados (Europeo X Cebú Criollo) tienden a ser más productivo en condiciones del trópico.

Experiencias en el trópico han podido constatar la importancia de los cruces; los mayores niveles de producción de leche por vida fueron alcanzados por los animales 50 y 75% Pardo Suizo y no por los 87.5 ni por 93.80% Pardo Suizo que produjeron menores cantidades por lactancia, debido a los menores índices de eficiencia reproductiva y sobrevivencia de estos. Vaccaro(58).

Preston (45) establece que la búsqueda de tecnologías y estrategias aplicables a la zona es un reto que se debe de enfrentar a corto plazo. A si, la alternativa a una

industria ganadera especializada es estimular la producción de leche y carne con los animales y recursos locales existentes, los cuales en gran parte se encuentra en manos de productores pobres. Esto implica la utilización de alimentos tales como: residuos de cosechas, subproductos agroindustriales y pastos de baja digestibilidad y bajo contenido de nitrógeno, pero como es de esperarse, no es fácil de introducir nuevas tecnología pues es necesario, ante todo evaluar las costumbres y sociología de la población rural.

2.4. Sistemasdealimentación.

Para poder desarrollar sistemas alimenticios, es necesario adquirir información sobre las características nutricionales de los recursos locales, los cuales deben de relacionarse con los requerimientos nutritivos de los animales de acuerdo a su propósito y tasa de productividad. Besse (9).

Según Morrison (42) los sistemas de alimentación bovina en el trópico se sustentan principalmente en el uso de pastos y forrajes, el cual ofrece la fuente más barata de nutrientes con que se cuenta para la alimentación animal. Sin embargo esta se ve afectada debido a la que la producción forrajera tiene una serie de limitantes en cuanto a calidad de los suelos, competencia con cultivos, malezas y la alta estacionalidad, provocada por los cambios climáticos que se dan en la región, ocasionando época seca y lluviosa, lo que propician la escasez de forrajes y la baja calidad del poco alimento disponible lo que ocasiona la disminución en la producción bovina ya que los pastos no satisfacen por si solo las requerimientos nutricionales.

Alba (1) establece que en los sistemas de producción ganadera una alta dependencia del alimento concentrado, estos alimentos son elaborados principalmente con materias primas importadas, lo que lo hace cada día más costoso, y en muchos casos es una práctica no rentable por los niveles de producción. Por lo que, para mejorar la producción es factible establecer estrategias de suplementación a los animales en pastoreo que permiten reducir las pérdidas de peso vivo y producción de leche en las épocas críticas, especialmente en el periodo poco lluvioso. Por tal motivo cobra más importancia el desarrollo de tecnología para lograr la elaboración de alimentos con los recursos locales.

Debido a esto los productores han optado por alternativas de suplementación a base de productos y sub-productos disponibles ricos en proteínas y nutrientes de alto valor energético, para mejorar la dieta animal en la región tropical, debido a que resultan más baratos.

2.4.1. Alimentación de vacas en producción

Según Bath (6) debido a la amplitud y rapidez de evolución de las necesidades durante el ciclo de producción, la nutrición es de suma importancia principalmente alrededor del parto; periodo durante el cual se reduce la ingesta de alimento y aumenta el consumo de agua. Este comportamiento en vacas altamente productoras obliga a suplir las necesidades de minerales que no son capaces de asimilar en cantidades suficiente.

2.4.2. Requerimientos nutricionales del rumiante.

El nivel nutricional en el que se encuentra un animal es la resultante del balance entre el consumo y el gasto de energía. En el caso que este balance sea positivo, el animal almacenará el excedente en forma de tejido corporal. Por el contrario, en los casos en que el balance sea negativo, el animal utilizará reservas corporales para cubrir las demandas bovinas, muchas veces se dificulta la determinación exacta de la condición corporal (CC).

Los requerimientos nutricionales de un animal están estrechamente ligados con la condición corporal del mismo. La condición corporal (CC) de un animal se relaciona con la cantidad de tejido de reserva que el animal dispone. El concepto de condición corporal debe asimilarse al de estado corporal, es decir, al nivel de reservas que el animal dispone para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción. Melo (41).

2.4.2.1. Materia seca.

Un bovino consume una cantidad de materia seca de aproximadamente del 2 al 3% de su peso vivo, según su producción lechera. Normalmente se dan 2/3 partes de ésta en forma de forraje. Holgado(32).

2.4.2.2. Agua.

Las necesidades de agua dependen de la edad, de su producción, del clima y del consumo de materia seca.

Vélez(60). Considera que todas las reacciones enzimáticas en el organismo tienen lugar en un medio acuoso. Además, el agua juega un papel esencial en la termorregulación; su evaporación en los pulmones y piel ayuda a la disipación del calor y su elevado calor específico permite que el animal absorba calor sin aumentar por ello la temperatura corporal.

Cuadro 1. Requerimientos de agua por animal de acuerdo a la edad.

Clase de animal	Necesidades de agua
Becerras	5 a 15 litros/día
Bovinos de 1-2 años	15 a 35 litros/día
Vacas: secas	30 a 60 litros/día
10 kg de leche	50 a 80 litros/día
20 kg de leche	70 a 100 litros/día
30 kg de leche	90 a 150 litros/día

2.4.2.3 Proteínas.

Son los constituyentes orgánicos indispensables de los organismos vivos y conforman la clase de nutrimentos que se encuentran en la concentración más elevada en los tejidos musculares de los animales.

Las proteínas las utiliza el animal para su crecimiento (formación de tejidos, órganos, músculos etc.), para mantenimiento y reparación de los tejidos desgastados, para el desarrollo fetal y para la producción de leche. Las necesidades de proteína para los bovinos se expresan en proteína digestible (PD). Las vacas lecheras necesitan aproximadamente 70 a 100 g de proteínas digestibles por cada kg de materia seca que consumen. Wattiaux (63).

Koeslaj (37) considera que cuando el consumo de proteínas es insuficiente o cuando se suministra una ración con una relación de proteína y energía muy amplia en la cual la proteína suple las necesidades, pero la energía está en exceso, se presenta disminución de la eficiencia alimenticia y como consecuencia, disminución del crecimiento y de la producción de leche.

Todas las proteínas de origen animal y vegetal son bien aprovechadas por los rumiantes. Estos animales son capaces de sintetizar proteínas en el rumen a partir de fuentes simples de nitrógeno, por acción de la microflora bacteriana que fabrican proteína bacteriana aprovechable por el animal.

Los rumiantes son capaces de convertir proteínas vegetales y componentes nitrogenados no proteicos, como la urea, en proteínas aptas para su mantenimiento y producción a través de las bacterias del rumen.

2.4.2.4. Energía.

El animal usa los carbohidratos y grasas de los alimentos para producir las energías necesarias para mantener las funciones corporales, la temperatura, la actividad física y para el proceso de secreción de leche.

Las unidades en que se expresa la energía digestible necesaria en la ración es Kcal/kg. Una vaca con 30 kg de leche al día requiere aproximadamente 3600 Kcal. Si las raciones no contienen suficiente energía, la proteína del alimento que debería ser usada para mantenimiento, crecimiento y producción de leche, entonces la usa el animal para producir energía y como consecuencia habrá disminución de la producción de leche y del crecimiento. Por esto es importante un buen balance entre los alimentos energéticos y proteicos de acuerdo a los requerimientos del animal. Church (17).

2.4.2.5. Carbohidratos.

Cuando los carbohidratos de la dieta entran al rumen son hidrolizados por enzimas extracelulares de origen microbiano. En el caso de los carbohidratos fibrosos, el ataque requiere de una unión física de las bacterias a la superficie de la partícula vegetal, la acción de las enzimas bacterianas libera principalmente glucosa y oligosacáridos hacia el líquido ruminal por fuera de los cuerpos celulares microbianos. Estos productos no son aprovechados por el rumiante, en su lugar, son rápidamente metabolizados por la microbiota ruminal.

La glucosa y otros azúcares son absorbidos por los microorganismos y una vez en el citosol se incorporan a la vía de la glucólisis. Este proceso enzimático da lugar a la formación de NADH+H(reducido), ATP y piruvato. La energía potencial representada por el ATP en este momento no es directamente accesible para el hospedero, pero representa la principal fuente de energía para el mantenimiento y crecimiento de los microbios. Church (16).

2.4.2.6. Fibras.

Los rumiantes requieren cierta cantidad de fibra para estimular la función del rumen y mantener el nivel de grasa en la leche, para vacas lecheras de 17 a 22% de fibra cruda en la materia seca es optimo; si en la ración se incluye más del 22% de fibra cruda (F.C), se perjudica la capacidad de digestión del alimento por parte del animal.Koeslaj (37).

2.4.2.7. Vitaminas.

Según Hatez(31)las vitaminas A D y E son las más importantes para los bovinos. Las vitaminas del grupo B y la vitamina K son sintetizadas por las bacterias del rumen. Las deficiencias de vitamina A disminuyen el apetito, se presenta pérdida de peso, diarrea, ceguera y crías débiles.

Las vacas en los últimos días de gestación, necesitan una buena provisión de vitamina A para que den crías sanas. Una deficiencia de vitamina D causa raquitismo en animales en crecimiento. En animales después del parto, la deficiencia de esta vitamina puede provocar la fiebre de leche.

2.4.2.8 Minerales.

El ganado lechero requiere calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, cloro, azufre, yodo, hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc y selenio.Los minerales representan una fracción muy importante para el bienestar y productividad de los animales. Ello se debe a que intervienen en casi todos los procesos metabólicos que aseguran la vida y lasfunciones específicas como: Gestación, producción láctea, crecimiento óseo y muscular, etc. Alba (1).

2.4.3. Consumodealimento.

Las vacas lecheras necesitan alimento para el crecimiento, para la producción de leche, para el mantenimiento de las funciones digestivas, circulatorias, reproducción, calor corporal y para el desarrollo fetal. Independientemente del tipo de alimento que se le proporcione a los animales, deben de estar compuestos de: Materia seca, agua, proteínas, energía, carbohidratos, vitaminas y minerales. Colombato (20).

2.4.4. Característicasdelosalimentosparavacastlecheras.

2.4.4.1 Forrajes.

Son un buen alimento para los bovinos. Los forrajes son las partesvegetativas de las gramíneas y leguminosas. Los principales forrajes verdes son:

- a) Pastos artificiales y naturales, donde la vaca puede llegar a consumir hasta 50 a 60 kg de pasto por día.
- b) Leguminosas, principalmente la alfalfa y
- c) Forrajes cultivados como maíz, avena, trigo, cebada y sorgos verdes. Estos deben de ser suplementados con concentrados.

Los forrajes son pastoreados directamente o cosechados y preservados como ensilaje o heno. Desde el punto de vista nutricional, los forrajes pueden variar desde ser alimentos muy buenos (pasto joven y succulento, leguminosas en su etapa vegetativa) a muy pobres (pajas y ramoneos). Sandoval (52).

2.4.4.2. Heno.

El heno es el forraje conservado de pastos, paja y alfalfa. Cuando no está mohoso o sobrecalentado es un buen alimento. Las vacas adultas pueden consumir fácilmente hasta 14 kg diarios, pero es conveniente limitar el consumo a 8 o 9 kg diarios como máximo, y al mismo tiempo se suministran concentrados de acuerdo con la producción de leche. El heno de alfalfa es un buen complemento de ensilaje de maíz. El maíz da energía y la alfalfa proteína. Iturbide (34).

2.4.4.3. Ensilaje.

La calidad del ensilaje depende de cómo se haya conservado el forraje, o sea, de cómo se haya fermentado. El consumo de ensilaje varía considerablemente de un ensilaje a otro. No se debe permitir que entre aire al silo ya que provocaría la descomposición de este causando hongos, lo que provoca que el consumo disminuya.

Las características de un buen ensilaje son:

- a) Color verde claro, amarillo o verde marrón.
- b) Olor agradable.
- c) Fuerte acidez.
- d) Textura firme con hojas intactas. Sandoval (52).

2.4.4.4 Concentrados.

Son alimentos con alto contenido de energía y poca fibra. Los granos de los cereales como el trigo, centeno, cebada, avena, maíz y sorgo son los más importantes. Sandoval (52).

2.5 Aparato digestivo de los rumiantes.

Los rumiantes, tienen el estomago dividido en 4 compartimientos, los primeros dos (rumen y retículo) son verdaderas cámaras de fermentación en las cuales crece una gran variedad de bacterias, protozoos y hongos que ayudan a la digestión del alimento. El tercer estomago u omaso es un saco con forma de balón y tiene una capacidad de aproximadamente 10 lts. El cuarto estómago de los rumiantes es el abomaso. Este estomago secreta ácidos fuertes y muchas enzimas digestivas. Vélez (60).

2.5.1 Componentes del aparato digestivo de los rumiantes.

2.5.1.1. Boca.

Es el vestíbulo del aparato digestivo. Es una cavidad comprendida entre los huesos maxilares y palatinos, alargados según el eje de la cabeza, y con dos aberturas, una anterior y otra posterior. Church (17).

2.5.1.2. Esófago.

El esófago es un conducto o músculo membranoso que se extiende desde la faringe hasta el estomago. De los incisivos al cardias (porción donde el esófago se continúa con el estomago) hay unos 40 cm. El esófago empieza en el cuello, atraviesa todo el tórax y pasa al abdomen a través del orificio esofágico del diafragma. El esófago alcanza a medir 25 cm y tiene una estructura formada por dos capas de músculos, que permiten la contracción y relajación en sentido descendente del esófago. Cirio (19).

2.5.1.3. Estomago.

Es de gran tamaño y se divide en varios compartimientos distintos. Su capacidad varía ampliamente con la edad y tamaño del animal. Consta de 4 compartimientos llamados: rumen, retículo, omaso y abomaso. Cirio (19).

2.5.1.4. Intestino delgado.

El intestino delgado comienza en el duodeno (tras el píloro) y termina en la válvula ileocecal, por la que se une a la primera parte del intestino grueso. Su longitud es variable y su calibre disminuye progresivamente desde su origen hasta la válvula ileocecal y mide de 6 a 7 metros de longitud.

El duodeno, que forma parte del intestino delgado, mide unos 25 - 30 cm de longitud; el intestino delgado consta de una parte próxima o yeyuno y una distal o íleon; el límite entre las dos porciones no es muy aparente. El duodeno se une al yeyuno después de los 30 cm a partir del píloro. Church (17).

2.5.1.5. Intestinogruoso.

Sigue al intestino delgado del cual se distingue fácilmente por su calibre, que es muchas veces mayor, y por una serie de estrangulaciones y dilataciones o bombeamientos que le dan un aspecto especial.

El intestino grueso se inicia a partir de la válvula ileocecal en un fondo de saco denominado ciego de donde sale el apéndice vermiforme y termina en el recto. Su longitud es variable, entre 120 y 160 cm. Church (17).

2.5.1.6. Recto.

Es la parte del intestino que se encuentra en el bacinete pélvica. Es la continuación del colon flotante. Se le da el nombre de recto, por su disposición en dirección recta, de adelante hacia atrás. Se termina en el ano que es abertura posterior del tubo digestivo, que lo hace comunicar con el exterior. Cirio (19).

2.5.1.7 Ano.

Es la abertura posterior del tubo digestivo. Está situado debajo de la cola. En su contorno se parece a la abertura de una bolsa que se cierra por medio de un nudo corredizo, formando un rodete, tanto más saliente mientras el animal es más joven y vigoroso. Cirio (19).

2.5.2 Función de los principales componentes del sistema digestivo.

2.5.2.1 Boca.

Sus principales funciones son la aprehensión, masticación, insalivación, deglución y la rumia.

2.5.2.2 Estomago,

Se divide en 4 compartimientos rumen, retículo, omaso y abomaso.

a- Rumen: La panza o herbario que funciona como un gran recipiente para la fermentación o digestión y como un depósito de alimento para el ganado vacuno. Siempre contiene una cantidad variable de agua. Davis (25).

- b- Retículo:** Su función es movilizar el alimento digerido hacia el rumen o hacia el abomaso en la regurgitación del bolo alimenticio durante la rumia. De él parten las contracciones con una frecuencia de un minuto como media también efectúa una selección de partículas, no dejando pasar hacia el orificio retículo-omasal más que aquellas lo suficientemente pequeñas y las más grandes quedan retenidas entre las laminas del libro.
- c- Omaso:** Esta estructura juega un papel en la absorción de grandes cantidades de agua y minerales (sodio y bicarbonato) derivados del líquido que entra con la digesta del rumen. Ayuda en la reducción del tamaño de las partículas del alimento digerido. Interviene en el control del paso del bolo digestivo hacia el tubo digestivo del interior.
- d- Abomaso:** 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. Wattiaux (62).

2.5.2.3 intestinodelgado.

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: Glucosa, aminoácidos y ácidos grasos. Cirio (19).

2.5.2.4. Intestinogruoso.

Funciona como una zona de absorción del agua y de secreción de algunos elementos minerales, tales como el calcio. En el ciego y el colon se llevan a cabo una cantidad considerable de fermentación bacteriana. Davis (25).

2.5.2.5 Recto.

Sirve como una bolsa de depósito donde se almacena los excrementos en el intervalo de las excreciones. Cirio (19).

2.6. Población microbiana del rumen.

El rumen representa un sistema de fermentación continuo 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/ml. Cada mililitro de contenido ruminal alberga alrededor de 10-50 mil millones de bacterias siendo estos

los microorganismos más abundantes, pero 28 especies son las más importantes y la mayoría son anaeróbicas.

La población de protozoarios en el rumen son menor que las bacterias, encontrándose en concentraciones de 1 millón/ ml de contenido ruminal. La mayoría de protozoarios son ciliados pero también existen protozoarios flagelados.

Los hongos que se encuentran en el rumen tienen capacidad de fermentar polisacáridos calculándose que más del 8% de la biomasa microbiana del rumen está constituida por estos. Church (23).

2.6.1. Fermentación en el rumen.

La fermentación ruminal es la actividad metabólica de los microorganismos (M.O) presentes en el rumen. Tiene aspectos que difieren de la digestión glandular propia de los animales monogástricos. 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 pos gástrica) y en el segundo caso de fermentación pre gástrica, la cual corresponde a los rumiantes. Cirio (19).

2.7. Procesos metabólicos que suceden en el aparato digestivo de los rumiantes.

Según Cirio (19) los rumiantes poseen el beneficio de tener una cámara fermentativa pre-gástrica, formada por tres compartimientos: el retículo, el rumen y el omaso. Estos compartimientos, también llamados pre-estómagos, se caracterizan por tener un epitelio no secretor, a diferencia de lo que es la cavidad gástrica propiamente dicha (el abomaso), cuya mucosa es secretora y cumple prácticamente las mismas funciones que el estómago simple de los monogástricos. A pesar de que los pre-estómagos carecen de enzimas propias para degradar los alimentos ingeridos por el rumiante, es en esta cámara que se realiza la mayor parte de la digestión del

alimento debido a la fermentación microbiana (principalmente por hidrólisis y oxidación anaeróbica).

2.7.1. Metabolismo del nitrógeno.

Orskov (44) establece que el metabolismo nitrogenado ha sido profundamente estudiado en las especies rumiantes debido a sus características particulares, que lo diferencian nítidamente de las especies monogástricos.

Es sabido que en el rumen, las bacterias, protozoos y hongos son los encargados de degradar a través de una fermentación anaeróbica los distintos componentes dietarios, con el resultado final de obtener energía para poder multiplicarse y consecuentemente generan numerosos productos finales de la fermentación, los cuales son utilizados por el rumiante.

En el caso específico del nitrógeno dietario, ya sea éste de origen proteico, o bien de naturaleza no proteica es transformado en grado variable a través de distintas vías metabólicas a nitrógeno microbiano, siendo éste posteriormente digerido en el abomaso e intestino delgado mediante la acción de las propias enzimas proteicas endógenas del rumiante, de una manera similar a como ocurre en las especies monogástricos.

La capacidad de degradar el N dietario por la microflora ruminal, como también la capacidad de éstas para multiplicarse depende de una gran cantidad de factores asociados tanto con la dieta ingerida como también con el propio animal.

Es importante destacar que los rumiantes tienen las mismas necesidades que los monogástricos en aminoácidos esenciales, los cuales son aportados, en el caso de los primeros, tanto por la proteína microbiana sintetizada en el rumen, como también por la proteína dietaria que no fue degradada en éste. Ambos tipos de proteína constituyen finalmente las fuentes que el animal dispone para satisfacer sus requerimientos netos de aminoácidos.

2.7.1.1. Metabolismo de proteínas en las vacas lecheras.

Stritzler(56) establece que las proteínas proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de funciones vitales como reproducción, crecimiento y lactancia. Los animales no rumiantes necesitan aminoácidos preformados 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 proteico. Esta habilidad depende de los microorganismos en el rumen. Los microorganismos del rumen se caracterizan por su gran capacidad para sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales, necesarios para el animal. Los microorganismos (bacterias y protozoos) del rumen; que contienen proteínas como componente principal, pasan con las proteínas de la ración no modificadas en el retículo-rumen, a través del omaso y abomaso, hasta el intestino delgado. La cantidad de la proteína total de la ración que se digiere en el rumen varía desde el 70-80 % o más para las proteínas más solubles, hasta el 30-40 % para las proteínas menos soluble. Entre el 30 % y el 80 % de la proteína de los forrajes se degrada en el rumen, la cantidad depende del tipo de alimento, del tiempo de permanencia en el rumen y del nivel de alimentación.

Astibia (5) considera que las proteínas microbianas, las proteínas de los alimentos que no son degradadas y las proteínas endógenas del animal, son digeridas en el intestino delgado por proteasas y participan en el flujo de aminoácidos que son absorbidos en él. Entonces, para el aporte de los aminoácidos esenciales, los rumiantes dependen de la proteína microbiana y de la proteína de la ración que escapa a la digestión en el rumen.

Por otra parte, Stritzler(56) establece que las vacas lecheras y los animales jóvenes en crecimiento tienen altos requerimientos y su producción depende de que cierta cantidad de proteína de la dieta pase el rumen sin degradarse, además de la fuente de proteína microbiana dependiente de la energía disponible en rumen.

Por lo tanto, la nutrición proteica del rumiante nos exige considerar simultáneamente dos tipos de necesidades: Las de los microorganismos del rumen y las del animal.

En resumen, la proteína de la dieta puede seguir tres caminos:

- 1-Convertirse en amoníaco y pasar a proteína microbiana.
- 2-No ser degradada en el rumen y pasar como tal a los compartimientos subsiguientes.
- 3-Ser utilizada en la fabricación de proteína microbiana sin pasar a amoníaco (a partir de aminoácidos o péptidos).

Por lo tanto los rumiantes son menos dependientes de la calidad de la proteína ingerida. Por otra parte, una parte del nitrógeno de los alimentos para los rumiantes puede administrarse, en reemplazo de las proteínas, en forma de compuestos nitrogenados sencillos como los compuestos de Nitrógeno No Proteico (NNP), como la Urea y las sales de amonio. Bondi (11).

Además los rumiantes poseen un mecanismo para ahorrar nitrógeno. Cuando el contenido de nitrógeno en la dieta es bajo, urea, un producto final del metabolismo de proteína en el cuerpo puede ser reciclado al rumen en cantidades grandes. Es posible alimentar vacas con fuentes de nitrógeno no proteico y obtener una producción de 580gr. de proteína de leche de alta calidad y 4000 kg de leche en la lactancia. Wattiaux (63).

2.7.1.2. Digestión y absorción de las proteínas.

Las proteínas de los alimentos son atacadas primero en el estomago por la pepsina, enzima del jugo gástrico, que las descompone en proteasas y peptonas. Estos productos son solubles y de estructura compleja, pero sus moléculas es menor que la de las proteínas. Wattiaux (63).

2.7.1.3. Transformación de proteína en el rumen.

Wattiaux(63) Las proteínas de los alimentos son degradadas por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoniaco y ácidos orgánicos (ácidos grasas con cadenas múltiples). El amoniaco también viene de las fuentes de nitrógeno no proteico en los alimentos y de la urea reciclada de la saliva y a través de la pared del rumen. Niveles demasiado bajos de amoniaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos. Demasiado amoniaco en el rumen produce una pérdida de peso, toxicidad por amoniaco y en casos extremos, muerte del animal.

El nivel de utilización de amoniaco para sintetizar proteína microbiana depende principalmente de la disponibilidad de energía generada por la fermentación de carbohidratos. En promedio, 20 gr. de proteína bacteriana es sintetizada de 100 gr materia orgánica fermentada en el rumen.

La síntesis de proteína bacteriana puede variar entre 400 gr/día a aproximadamente 1500 gr/día según la digestibilidad de la dieta. El porcentaje de proteína en bacterias

varía entre 38 y 55%. En general, las bacterias contienen mas proteína cuando las vacas consumen más alimentos y, además, las bacterias, 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.

2.7.1.4. Síntesis y desintegración de proteínas.

Buena parte de la proteína en la dieta es degradada en el rumen y trasformada en proteína microbiana de elevado valor biológico (figura. 1).

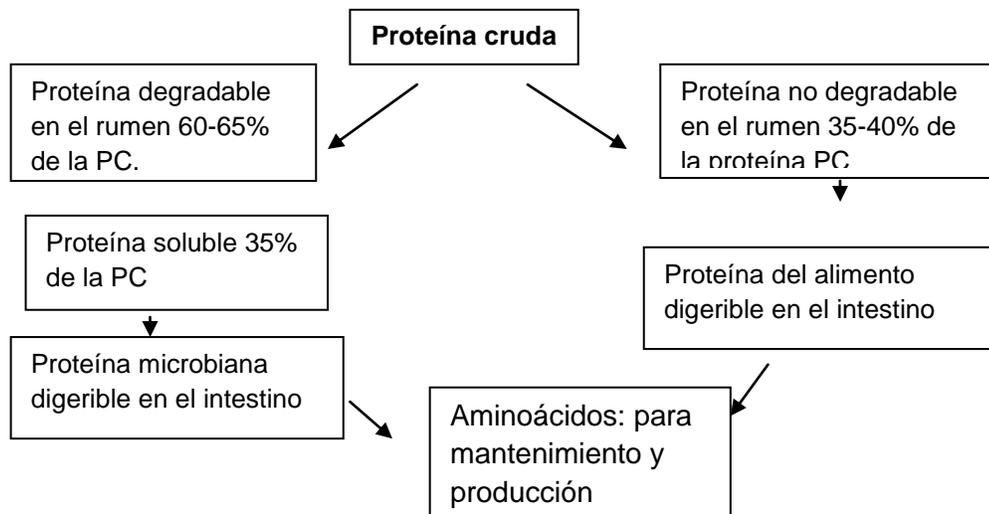


Figura 1 Distribución de las diferentes fracciones de la proteína en la dieta de una vaca lechera.

La desintegración de proteínas es de importancia cuantitativa para el animal. El amoniaco es uno de los productos finales de la digestión de varias proteínas y que es el principal componente de la fracción NNP. La cantidad de NH_3 depende de la naturaleza de las proteínas y la proporción de hidratos de carbono de la ración.

Las proteínas son desintegradas por la acción de enzimas proteolíticas de los gérmenes; se forman péptidos y aminoácidos que a su vez son atacados por desaminasas para dar NH_3 .

El grado en que las proteínas son desintegradas depende más de las propiedades de las proteínas que de la población microbiana del rumen.

Los factores que gobiernan el grado de desintegración proteínica son:

- ✓ La solubilidad.
- ✓ Forma física. Annison (4).

2.7.1.5. Síntesis de proteína bacteriana.

Las proteínas de origen bacteriano son una importante fuente de aminoácidos para los rumiantes. En un sistema microbiano anaeróbico, como es el rumen, la energía es el principal factor que limita el crecimiento microbiano, razón por la cual, el suministro y la eficiente utilización de esa energía para la producción de proteína es de suma importancia. La síntesis de proteína microbiana requiere además de un adecuado suministro de nitrógeno para alcanzar la máxima eficiencia. En este sentido la degradabilidad de las proteínas y el reciclaje del nitrógeno (N) son factores condicionantes. Si el nivel de N no fuese el adecuado podría ocurrir una fermentación desacoplada sin producción útil de ATP. Si en cambio el nivel de N es excesivo, la energía puede tornarse en el factor limitante para una eficiente utilización de N. Astibia (5).

2.7.2. Amoníaco en el Rumen.

Satter (54) considera que aproximadamente el 90 % del nitrógeno total presente en el contenido ruminal, se encuentra en forma insoluble. El nitrógeno del pool disuelto, aproximadamente el 10 % del nitrógeno total, es principalmente nitrógeno amoniacal (el 70 % por término medio), y el resto es una mezcla de aminoácidos libres y péptidos. El amoníaco se encuentra en una concentración que oscila entre 2 y 50 mg por 100 ml, dependiendo de la ración y del tiempo transcurrido desde la ingesta; la concentración máxima de amoníaco se alcanza generalmente unas dos horas después de la ingesta de los alimentos que aportan proteína.

El amoníaco es el principal nutriente nitrogenado para las bacterias del rumen; éstas lo utilizan si existen adecuadas fuentes de energía, principalmente hidratos de carbono, para sintetizar los aminoácidos necesarios para cubrir sus propias necesidades proteicas. Se estima que del nitrógeno microbiano del rumen, el 50-80 % procede del amoníaco ruminal. Algunas bacterias también pueden obtener hasta el 20 % o el 50 % de su proteína de otras fuentes distintas al amoníaco, como péptidos y aminoácidos. A pesar de la gran importancia del amoníaco para el

crecimiento de los microorganismos del rumen, no pueden nunca utilizar completamente el amoníaco presente en el rumen, ya que existe un límite en la cantidad que pueden fijar estos microorganismos. La síntesis de proteína en el rumen alcanza un máximo cuando la concentración de amoníaco en el rumen se encuentra entre 5 y 8 mg por 100 ml.

En la figura 2. Se ve que al aumentar la ingestión de nitrógeno se produce un aumento gradual en la concentración de amoníaco en el rumen, pero la producción total de proteína microbiana llega a un máximo.

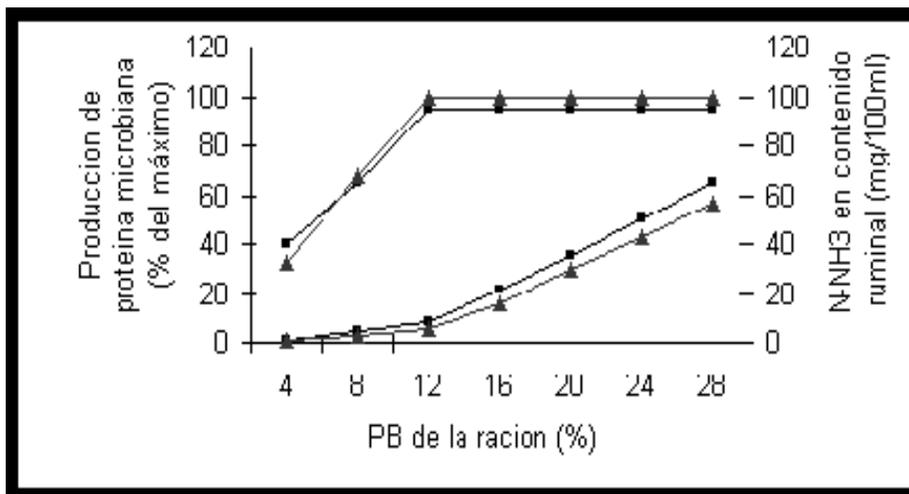


Fig. 2. Relación entre la concentración de amoníaco en el rumen y producción de proteína microbiana.

Kaufmann (35) establece que aproximadamente, la concentración de proteína bruta en la dieta a la cual se produce el máximo crecimiento microbiano, es de 12-13 %. Por encima de estos niveles, la concentración de amoníaco se incrementa sin aumentar la producción de proteína microbiana. Este valor de 12-13 % de proteína bruta en la dieta no es para nada fijo, ya que variará según el contenido de energía fermentable, la cantidad de NNP y la degradación de la proteína de la dieta

El amoníaco producido en el rumen por encima de la capacidad de los microorganismos para asimilarlo, se absorbe y por sangre, es transportado al hígado y convertido en urea. Parte del amoníaco libre existente en el rumen se absorbe directamente a través del epitelio del rumen, hasta la sangre; el resto (en la mayoría de los casos, la mayor parte), pasa con los alimentos digeridos hasta el intestino

donde es absorbido, llega a la sangre y luego al hígado. La mayor parte de la urea formada en el hígado se excreta a través de la orina; una parte (hasta el 20 %) es reciclada al rumen con la saliva o por difusión directa desde la sangre a través de la pared del rumen.

En resumen, el amoníaco formado en rumen puede.

1-Incorporarse al protoplasma microbiano, principalmente como proteína.

2-Ser absorbido por la pared ruminal y pasar al torrente sanguíneo.

3-Salir del rumen por el orificio retículo-omasal, y ser absorbido en el intestino.

Según Bondi (11) la urea en el alimento es bien utilizada cuando se incluye con cantidades adecuadas de carbohidratos en la ración. La administración de cantidades de proteína que superan las necesidades es un derroche, aunque no es perjudicial para el animal ya que el exceso de amoníaco se transforma en urea en el hígado, eliminándose la mayor parte en la orina. Sin embargo, la administración de cantidades exageradas de urea o sales de amonio (NNP) a los rumiantes puede ser perjudicial, especialmente si no consumen cantidades suficientes de carbohidratos.

2.7.3. Metabolismo de los carbohidratos.

Todos los carbohidratos, independientemente de su clasificación, son fermentados en el retículo- rumen hasta glucosa y toda la glucosa pasa a piruvato. Por distintas vías metabólicas, el piruvato es transformado en acetato, propionato o butirato. El rendimiento de una glucosa es 2 piruvato ya que el piruvato tiene 3 carbonos. Para la formación de acetato y butirato, el piruvato se transforma en acetil-coenzima A (Acetil-CoA) y en el proceso pierde un carbono. Un Acetil-CoA pasa a acetato, y para formar butirato se utilizan 2 Acetil-CoA.

En la formación de propionato no hay pérdida de carbonos. Hay diferentes vías para llegar a propionato. La primera vía es la reductiva directa, donde el piruvato pasa a lactato, el lactato a acrilil-coenzima A, y esta a propionato, sin que se ganen ni se pierdan carbonos. La vía aleatoria es vía el oxaloacetato. En este caso se incorpora un carbono al piruvato para formar oxaloacetato, que pasa a succinato (4 carbonos) y de ahí a propionato perdiendo el carbono que se había incorporado. En la vía aleatoria se produce oxígeno molecular. Blas (10).

2.7.4. Digestión y absorción de las grasas.

Las grasas de los alimentos no sufren una digestión apreciable hasta que llegan al intestino delgado. En este, con la ayuda de la bilis producida por el hígado, las grasas se emulsionan, es decir, se disgregan en gran número de gotitas muy pequeñas. Entonces la lipasa, es una enzima del jugo pancreático, descompone las grasas en ácidos grasos y glicerol. Los ácidos grasos y el glicerol son absorbidos por las vellosidades del intestino. Una pequeña cantidad de grasas sin transformar es absorbida con la intervención de la bilis. Por otra parte, pequeñas cantidades de ácidos grasos se unen con los álcalis del contenido intestinal para formar compuestos que son absorbidos igualmente. Denni (27).

2.7.5. Síntesis de Minerales, Vitaminas y agua.

La materia mineral de los alimentos que no es soluble se disuelven en mayor o menor grado por la acción del ácido clorhídrico del jugo gástrico. Posteriormente se verifica una nueva liberación de principios nutritivos minerales a medida que los principios orgánicos van siendo digeridos por las diversas enzimas. Los minerales son absorbidos principalmente en el intestino delgado. Se sabe muy poco respecto a la forma en que son digeridas y absorbidas las vitaminas. El agua no necesita digestión y es absorbida a lo largo del tubo digestivo principalmente en el intestino delgado. Denni (27).

2.7.6. Utilización energética de los productos finales de la digestión.

2.7.6.1. Balance energético de la digestión.

En el rumiante, la digestión microbiana en los reservorios gástricos e intestino grueso, así como la digestión enzimática en el intestino delgado dan lugar a la formación de compuestos o bien absorbidos (ácidos grasos volátiles, aminoácidos, glucosa. Ácidos grasos, bases y azúcares derivados de los ácidos nucleicos) o bien eliminados (anhídrido carbónico y metano).

Alrededor de $\frac{3}{4}$ partes de la energía aparente digestible (energía ingerida-energía de las heces) son absorbidas a nivel de los reservorios digestivos (60% rumen y 15 % intestino grueso) que corresponden a compuestos procedentes de la degradación microbiana. Sin embargo para obtener el contenido energético de los nutrientes absorbidos hay que sustraer de la energía aparente digestible la energía perdida en forma de metano y calor de fermentación que es el 20%. Blas (10).

2.8. Suplementación Nitrogenada.

Para alcanzar los requerimientos proteicos de animales en crecimiento, en terminación o con altos niveles de producción de leche; es necesario suplementar sus dietas con fuentes exógenas de nitrógeno. Kilkenny (36).

Existe una relación entre la suplementación nitrogenada y el consumo de energía, dado que si se favorece la síntesis microbiana por medio de la suplementación proteica, se incrementa la digestibilidad, la tasa de pesaje y el consumo de materia seca (MS); de esta forma se generan mayores cantidades de productos de la fermentación ruminal disponibles para el animal (proteína bacteriana y AGV), por unidad de materia seca consumida y por unidad de tiempo. Nocek (43).

El papel del Nitrógeno como regulador del consumo voluntario también se presenta cuando los animales son alimentados con forrajes de baja calidad (con 50 % o menos de digestibilidad). En estas dietas el déficit de nitrógeno en el rumen puede actuar como factor limitante del consumo de energía porque deprime la digestión de la celulosa. Por otra parte, el consumo de estos forrajes está determinado por la tasa de "vaciado" de forraje del rumen, y debido a la menor actividad bacteriana ésta se encuentra disminuida. Stritzler (56).

2.8.1. Requerimientos de Nitrógeno No Proteico

Según Orskov (44) los requerimientos nitrogenados están íntimamente relacionados a la disponibilidad energética, por lo que puede adoptarse un valor de 32 g de N/kg de Materia Orgánica (MO) digerida en el rumen, o de 1.34g de N/kg de EM, aunque al aumentar la digestibilidad de la MO los requerimientos de N tienden a reducirse

2.8.2. Compuestos con Nitrógeno No Proteico.

Según Kolb (38) los compuestos de NNP se hallan de manera natural en los alimentos en más o menos concentración. Particularmente las pasturas tiernas son ricas en compuestos de NNP son las pasturas tiernas, en cuyo contenido de nitrógeno (N) entra el NNP en proporción hasta del 25-30 %. La fracción principal del NNP de la pastura está constituida por aminoácidos libres, amidas libres (glutamina y asparagina), nitrato, bases púricas y sales de amoníaco.

Los compuestos con nitrógeno no proteico pueden utilizarse satisfactoriamente en cierta cuantía como sustituto de la proteína, tanto en el engorde de bovinos para producir carne como en la alimentación de vacas lecheras. A este respecto se utilizan principalmente: amoníaco, urea, biuret.

2.8.2.1. Amoniaco.

Según García (29) el amoniaco es un gas que, en general, se disuelve en el agua. Es la fuente más barata de nitrógeno que puede utilizarse en la alimentación del ganado, pero, como es tóxica y difícil de manejar, se usa principalmente para aumentar el contenido de nitrógeno de los alimentos pobres en proteína mediante la amonización en escala industrial. El amoniaco se fija químicamente y no se libera hasta que el pienso fermenta en el rumen.

2.8.2.2. Urea.

García (29) la urea es la fuente más barata de nitrógeno sólido. Es un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se usa como fertilizante y para la nutrición animal. Actualmente se presenta en el mercado en forma granulada y perlada, siendo esta última la más recomendable para el uso animal por su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes. La urea fertilizante, que es más barata, es higroscópica y se cuaja con mucha facilidad, lo que hace difícil mezclarla con los piensos sólidos; sin embargo, puede utilizarse con los piensos si se añade en forma de suspensión o de solución en melaza.

2.8.2.3. Biuret.

El biuret se produce a partir de la urea por calentamiento, y contiene un 41 % de nitrógeno. Es poco soluble en agua y no es tóxico, ya que el amoniaco se libera lentamente en el rumen. Por consiguiente, tiene ventajas concretas en comparación con la urea para utilizarlo en los piensos secos. Sin embargo, es más caro y hace falta un período de adaptación de dos semanas a dos meses, antes que se obtenga una respuesta en la alimentación con biuret. Esta adaptación se pierde rápidamente cuando no se suministra biuret. García (29).

2.8.3. Utilización del Nitrógeno no proteico.

Las fuentes de NNP, como la urea, son usadas frecuentemente en dietas para cubrir los requerimientos de nitrógeno a nivel ruminal. Sin embargo, su uso tiene

límites. Los excesos pueden afectar el consumo voluntario de alimentos y causar daños irreversibles, e incluso la muerte del animal. El uso del NNP debe ir aparejado con el consumo de carbohidratos de cierto grado de fermentabilidad ruminal. Se ha observado que cuando las raciones son bajas en carbohidratos pueden ocurrir, con frecuencia, síntomas de toxicidad con cantidades de urea tan bajas como 0,3 g/kg PV, particularmente en animales que no han sido acostumbrados al consumo de este producto. Cuando los animales reciben adecuadas cantidades de carbohidratos en su ración 1 a 2 g/kg PV de urea puede que no causen problemas de toxicidad si los animales han sido adaptados previamente al consumo de esta fuente. Church (16).

2.8.3.1 Usoy Niveles Máximos de Nitrógeno No Proteico para Rumiantes.

Según Briggs (12) se recomienda que la urea usada como suplemento proteico, puede reemplazar un tercio (1/3) del total de la proteína, o componer un 3 % de la materia seca (MS) del concentrado o un 1 % del total de la MS de la ración.

Los niveles permitidos de nitrógeno no proteico en las formas de alimentación más utilizadas son los siguientes:

- 1. Ensilaje de gramíneas:** Según Bavera (8) para este fin se pueden agregar entre 5 y 6 kg de urea (0,5 % sobre base húmeda) por tonelada de material a ser ensilado (maíz, sorgo, pasto de corte) en el momento de llenar el silo y previamente disuelto en 20 kg de melaza. Para este procedimiento, aunque resulte más costoso, se prefiere utilizar el biuret para más seguridad.
- 2. Concentrados comerciales:** Según Garriz (30), en los alimentos comerciales balanceados puede ser incluido hasta el 3 % de urea en su elaboración. El fin principal de su uso es disminuir en gran parte la utilización de proteína en su preparación, tanto de origen animal como vegetal, que son más costosas.
- 3. Mezclas sólidas:** es una práctica de administrar urea acompañada de sales minerales y sal común, representando una manera de disminuir las deficiencias minerales y de nitrógeno a la flora microbiana del rumen. Este tipo de suplementación ha sido usado en otros países, variando considerablemente sus porcentajes y logrando usarse hasta el 45 % de urea. Garriz(30),

- 4. Mezclas semisólidas:** este tipo de suplemento combina urea, melaza, harina de maíz, sal común y harinas de origen animal para suministrar proteínas, energía y minerales a los animales. La textura de la mezcla viene a jugar un papel muy importante en su consumo por parte de los animales, ya que mientras más pastosa sea la mezcla (contenga menos melaza), ella puede ser suministrada a los terneros de 7 meses de edad sin problemas de sobre consumo. La urea en este tipo de mezcla puede alcanzar hasta el 10 %.López (39)
- 5. Mezclas líquidas:** Según Bavera (8) este tipo de mezcla incluye hasta el 10 % de urea, en melaza, pero requiere de mayor atención durante el período de adaptación del ganado. Se recomienda disolver la urea en agua antes de mezclarla con la melaza, con el fin de homogeneizar la solución.

2.9. Usodepollinazaenladietaalimenticiadevacasenproducción.

Según Álvarez(2) la pollinaza es la excreta de las aves de engorda la cual siempre se presenta mezclada como el material que se utiliza en la cama para los pollos, como el aserrín de madera y las cascarilla de arroz o de soya, olote de maíz, etc. La pollinaza es un subproducto nitrogenado no proteínico, cuya composición varía debido a varios factores: tipo de cama, edad de las aves condición de ventilación y temperatura dentro de las naves.

Según Ruiz (49) el uso de las excretas mediante su incorporación en la alimentación de otros animales se presenta como una buena alternativa, por su disponibilidad a lo largo de todo el año y los bajo costos. La pollinaza constituye un recurso valioso tomando en cuenta su elevado contenido de nitrógeno (ácido úrico), lo cual es importante en las áreas tropicales, que se caracterizan por la abundancia de alimentos ricos en energía y limitada presencia de alimentos proteicos. Los rumiantes son los animales ideales para utilizar este tipo de subproducto de la industria avícola por su relación simbiótica con la microbiota que ocupa el rumen, el cual permite utilizar eficientemente la fibra, los compuestos nitrogenados no proteicos y los ácidos nucleicos presentes en las excretas de las aves.

En base a los diversos estudios realizados sobre la utilización de pollinaza en la alimentación del ganado bovino, se han logrado aspectos positivos como fuente de

nitrógeno. El contenido en celulosa de La pollinaza no es excesivo para rumiantes, la concentración de calcio y fósforo es bastante elevada, el contenido en nitratos es inferior al nivel peligroso del 1,5 %, posibilidad de utilización no solo para ovinos, sino para vacas lecheras y animales de recría, en elevadas proporciones y aunque en menor grado para monogástricos; no existe influencia sobre el sabor de la carne ni la calidad de la leche.

2.9.1. Usodelapollinazacomoalimentoproteínicoenladietaderumiantes.

Tobías (57) manifiesta que los altos niveles de proteína y minerales esenciales en la nutrición animal junto con sus bajos costos hacen de la pollinaza un recurso alimenticio atractivo para ser empleado en los sistemas de producción de rumiantes, ya que estos tienen la capacidad de sintetizar la proteína a partir del nitrógeno no proteico y de utilizar los componentes fibrosos presente es estas.

Este subproducto es rico en proteína, sal mineral y moderada en fibras. El contenido de proteína cruda (PC) puede variar del 17% hasta 31% de acuerdo al tipo de cama utilizada sin embargo, su riqueza energética es baja, ya que depende del tipo de material fibroso que se haya utilizado como cama, a si como de su contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina por lo que se sugiere mezclarlo con otra fuente energética (carbohidratos de fácil disponibilidad).

De acuerdo con Chávez (15), El contenido de proteína cruda de la pollinaza es de 21% en promedio. El contenido de proteína varía de acuerdo al tipo de cama que se utilice. El 50% del nitrógeno presente en la pollinaza es proteína verdadera, la cual es alta en glicina y un poco bajo en arginina, lisina, metionina y cistina.

2.9.2. Lapollinazacomofuente mineral.

Además de su elevado contenido en proteína, la pollinaza también es un recurso valioso como fuente de minerales; aportando fósforo y calcio como los más importantes y niveles variables de cobre. Se han obtenido resultados de análisis bromatológicos realizados a la pollinaza por Vargas (57) donde esta aporta 2.10% de calcio y 1.80% de fósforo. Field (27) establece que el fosforo presente en la pollinaza se encuentra en forma asimilable para los rumiantes. En forma de fosforo orgánico y fosforo inorgánico.

Según Correa (22) el fósforo es un mineral de costo elevado y altamente requerido por el ganado que se explota en pastoreo, debido a que los forrajes contienen cantidades insuficientes de este mineral.

Por lo tanto, el uso de pollinaza ayuda a solucionar la falta de este mineral de una manera económica. Del cobre se puede decir casi lo mismo, sin embargo son principalmente los pastos tropicales los que tienen carencias de este mineral.

Cuando el productor abusa del empleo de la pollinaza (incluyendo niveles altos en la dieta) pensando en alimentar mejor y más barato a su ganado, la consecuencia puede ser contraproducente, ya que es posible que el ganado se intoxique por un consumo elevado de cobre. Todos los rumiantes pueden intoxicarse, pero los ovinos son más susceptibles, prueba de ello es que la dosis tóxica para esta especie es cinco veces más pequeña que la de bovinos.

2.9.3. Contenido nutricional de la pollinaza.

Según Tobías (57) manifiesta que el contenido de nutrientes de la pollinaza está influenciado principalmente por el tipo de material utilizado como cama, el tipo de piso de la galera, la densidad del ave / m², la temperatura y humedad ambiental de las unidades de producción del sistemas de agua y los métodos de limpieza utilizados. La pollinaza obtiene una composición química variable y su mayor valor es como fuente de proteínas y minerales (cuadro 2).

Cuadro 2. Composición química de la pollinaza.

COMPONENTES	%
Nutrientes digestibles totales	53
Proteína cruda	21
Fibra cruda	18
Ceniza	25
Calcio	2.1
Fósforo	1.8

2.9.4.

Digestibilidad de la pollinaza.

Según Vargas(59), la digestibilidad de la materia seca (DMS) de la pollinaza comparada con la gallinaza, son semejantes (50%), aunque existe una menor digestibilidad, en el caso de los pollos de engorde, considerando el periodo de deformación de la pollinaza de pollo (7 – 10 semanas), es de esperar que este material se encuentre en una fase de inestabilidad fermentativa, lo cual causaría diferentes grados de descomposición de la fibra, afectando así la digestibilidad del material.

2.9.5. Nitrógenonoproteico(NNP)ylapollinaza.

García (29) manifiesta que el aporte del nitrógeno, es una parte muy importante dentro de la nutrición de los rumiantes, Para la síntesis de proteína microbiana. El nitrógeno puede ser de origen dietario, del nitrógeno no proteico externo o del nitrógeno de reciclaje endógeno. La proteína microbiana (PM) formada en el rumen, pasa hacia al intestino, representado el 70% a 90% de nitrógeno no amoniacal que penetra al intestino; la proteína microbiana, puede verse afectada por la cantidad de energía de ATP disponible para el crecimiento microbiano. Las fuentes de NNP más económicas, has sido la urea y el amoniaco (en forma líquida o gaseosa), administrado en forraje de baja calidad incluyendo algunas sales amoniacaes, así como las de origen endógeno, el cual es transferido hacia el rumen atreves de la saliva.

Otros elementos clave para el desarrollo bacteriano son los aminoácidos esenciales. La pollinaza es un subproducto de la industria avícola, fuente de nitrógeno amoniacal y acido úrico como NNP, la cual aporta aminoácidos indispensables (Arginina, histidina, leucina, metionina, fenilalanina, triptófano, valina), esenciales como la lisina y treonina, pero estos no pueden ser sintetizados por el animal, ni su población microbiana, por lo tanto debe de ser suministrado en la dieta. Zinn (64).

2.9.6. SíntesisyabsorcióndeINNPpresenteenlapollinazaporelrumiante.

Tobías, (57) manifiesta que la pollinaza proveniente de camas de pollos de engorde aporta un alto contenido de nitrógeno no proteico el cual a través de la acción de microorganismos ruminales lo desdoblan transformándolo en proteína de origen microbiana la cual es digerida y absorbida en el tubo intestinal del rumiante, ya que la

proteína de origen vegetal es de elevado costo por lo que es necesario aprovechar fuentes más económicas de nitrógeno, y que ejerzan similar función en la producción del ganado.

Revelo (47) afirma que en rumiantes se ha notado una mejor utilización de la pollinaza gracias a las especiales características fisiológicas de su aparato digestivo, ya que la pollinaza es degradada por acción de microorganismos y son los animales mejor dotados para utilizar la fracción no proteica de los compuestos nitrogenados, bajo la genérica denominación de fibra existente en las deyecciones animales y particularmente en la pollinaza.

Según Ruiz (49), los rumiantes son los animales ideales para utilizar este tipo de subproducto de la industria avícola por su relación simbiótica con la microbiota que ocupa el rumen, el cual permite utilizar eficientemente la fibra, los compuestos nitrogenados no proteicos y los ácidos nucleicos presentes en las excretas de las aves.

2.9.7.

Respuestadevacasenproducciónalasesuplementacióncondiferentesnivelesde pollinazasobreelrendimientodelecheysupesovivo.

Según Tobías (57) la producción de leche no se ve afectada en aquellas vacas que son suplementadas con pollinaza, en comparación a la producción de leche de aquellas que son suplementadas con concentrados comerciales como fuentes de proteínas. Considerando que la pollinaza es una fuente de nitrógeno no proteico NNP, el cual a través de la acción de microorganismos ruminales la desdoblan transformándola en proteína de origen microbiana la cual es digerida y absorbida en el tubo intestinal del rumiante.

El Centro de Investigaciones Agropecuaria Tropical, CIAT (18) del Estado de Lara, Venezuela, demostró que no existió significación estadística en la producción de leche, utilizando pollinaza vs. Concentrados comerciales en la alimentación de vacas de doble propósito en producción. Donde la producción promedio de las vacas al inicio del experimento fue de 3.96/kg/leche/día y de 4.28/kg/leche/día, para los tratamientos T1 (concentrado) y T2 (pollinaza), respectivamente. Y finalizaron el experimento con una producción promedio de 5.2 kg/leche/día y 4.95 kg/leche/día,

para los tratamientos T1 y T2, respectivamente. La no significación estadística se observó tanto al inicio como al final del experimento. La pollinaza fue mezclada con melaza y se ofreció en cantidad de 2 kg/animal/día a un lote de animales, igualmente se ofrecieron 2 kg/animal/día de alimento concentrado al otro lote. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Análisis de la información obtenida con la Suplementación de pollinaza más melaza y alimento concentrado sobre el rendimiento de leche en vacas de doble propósito.

Tratamientos	T1	T2
	Alimento concentrado	Pollinaza + melaza
Producción promedio de leche inicial (Kg./a.C./día) por grupo.	3.96 +/- 0.45	4,28 +/- 1,58
Producción de leche luego de la suplementación kg/animal/día.	5.60 + 2.22 (I) AC	4.57 +0.92 (I) P
	4.79 + 0.75 (II) AC	5.30 +1.67 (II) P
Promedio de producción por efecto de la suplementación.	5.20 +/- 1.71 ns.	4.95 +/- 1.46 ns.
Muestra=12 vacas/tratamiento (I) Primera fase (II) Segunda fase		

Así mismo en otro estudio realizado por Castillo (14) en la unidad productiva en Valledupar, Colombia, con el propósito de determinar los efectos de la suplementación con Pollinaza, frutos molidos de Algarrobito, y semilla de algodón, sobre la producción de leche en vacas de doble propósito en época de verano y lluvias. Demostraron que la producción de leche fue mejor estadísticamente para aquellos tratamientos que fueron suplementados con pollinaza en niveles de 15%, 25% y 35% de pollinaza en la suplementación, para los tratamientos T1, T2 Y T3, respectivamente, en comparación al promedio de producción presentado por las vacas del tratamiento testigo, el cual no fue suplementado con pollinaza. Los resultados de producción se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Promedio de producción de Leche (lbs./vaca/día) de vacas de doble propósito suplementadas con Pollinaza, frutos de algarrobito y semilla de Algodón.

Tratamientos	Promedio de producción de leche (lbs./vaca/día)
Testigo	6.1 b
Tratamiento 1	8.1 ab
Tratamiento 2	7.7 ab
Tratamiento 2	8.8 a

Columnas con la misma letra son similares estadísticamente a un nivel del 5%.

Combelles (21) señala que el efecto de la suplementación en la pastura, en la mayoría de los casos, no es aditiva, sino sustitutiva; generalmente hay una reducción en la ingestión de forrajes debido a la sustitución directa del pasto por el suplemento

Esta respuesta en la producción de leche, puede atribuirse al efecto aditivo de la suplementación sobre una alimentación básica de amplia disponibilidad y de moderado valor nutritivo, que suple en gran medida los requerimientos nutricionales de las vacas.

El mismo estudio refleja considerables ganancias de peso al final del experimento para cada uno de los tratamientos. Mas sin embargo los tratamiento suplementados con pollinaza presentan los mayores % en ganancia de peso en comparación con el tratamiento testigo a excepción del tratamiento 2 que presentó un menor % en la ganancia de peso. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Ganancia de peso de vacas de doble propósito suplementadas con Pollinaza, algarrobito y semilla de algodón.

Tratamientos	Ganancia diaria de peso (%)
Testigo	2.0
Suplementación grupo 1	4.1
Suplementación grupo 2	1.2
Suplementación grupo 3	5.1

Cuaron y col (24) quienes estudiaron cantidades de 15%, 25%, y 35% de pollinaza en la dieta total, en raciones para ganado de engorda, con estos porcentajes

lograron promedios diarios de ganancia de peso de 1285, 1188 y 998 gr/animal/día, respectivamente; las diferencias de ganancia de peso para los niveles 15 y 25 % de pollinaza con respecto al 35% fueron altamente significativas, donde el efecto negativo sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia se manifestó cuando la pollinaza sobrepasó el 25% de la dieta, posiblemente atribuido a un valor elevado de NNP y un bajo consumo de energía.

Mapoon y col. (40) concluyen que al incrementar el nivel de pollinaza en el alimento, disminuye tanto el consumo de materia seca como la ganancia diaria de peso vivo.

Battacharya y col. (7) explican este fenómeno considerando que la pollinaza es un material que ha sido digerido previamente por otro animal por lo cual se reduce considerablemente la cantidad y digestibilidad de los nutrientes especiales de la proteína verdadera y la energía digestible.

En otro estudio realizado por Romero (48) en Atenas Costa Rica, con el propósito de evaluar diferentes fuentes proteicas, como la pollinaza y leguminosas sobre la producción de leche de vacas doble propósito y vacas especializadas. Este estudio presentó 3 tratamientos, donde la base de la alimentación fue caña de azúcar y las fuentes proteicas suplementadas fueron: pollinaza, *Stylosanthes guianensis* y *Centrosema macrocarpum*, para los tratamientos T1, T2 Y T3, respectivamente. Se puede observar que los promedios de producción de cada tratamiento no presentan diferencias estadísticas, pero si los promedios de producción para las vacas suplementadas con pollinaza fueron mejores aritméticamente, tanto en las vacas de doble propósito como en las vacas especializadas. Los resultados tanto de consumo de alimento como de producción se presentan a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Consumo y producción de leche según fuente proteica en vacas de doble propósito y especializadas en Atenas Costa Rica.

<u>Fuente proteica</u>	<u>Doble propósito</u>		<u>Especializadas</u>	
	<u>Consumo Producción</u>		<u>Consumo Producción</u>	
	<u>MS (kg)</u>	<u>Leche (kg)</u>	<u>MS (kg)</u>	<u>Leche (kg)</u>
Pollinaza	(4.5kg Poll.)	6.6 ^{ns}	(5.2kg Poll.)	9.6 ^{ns}
Stylosanthes	(7.5 kg Sty.)	5.6	(6.73kg Sty.)	7.7
Centrosema	(6.0 kg Cen.)	5.8	(5.2 kg Cen.)	8.6

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Descripción del área de estudio.

3.1.1. Localización del ensayo.

El ensayo se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Dicha facultad se encuentra ubicada en el Cantón El Jute, Jurisdicción y Departamento de San Miguel, a la altura del kilómetro 144 de la carretera que de la Ciudad de San Miguel conduce a la Ciudad de Usulután. Las coordenadas geográficas del lugar son: 13° 26' Latitud Norte y 88°09' Longitud Oeste y una de 140 m.s.n.m

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 1054mm, la humedad relativa promedio anual es de 70.45% y la velocidad anual promedio del viento es de 9.2 km/h.

3.1.3 Fase de campo.

Esta fase duró 86 días, dividida en un periodo de adaptación de 11 días y un periodo experimental de 75 días, en el periodo de adaptación se sometió a las unidades experimentales a las nuevas instalaciones del experimento, para que se adaptaran al cambio de infraestructura y al nuevo tipo de alimentación y manejo; con lo cual se evitó que los animales sufrieran estrés al momento que se iniciara el experimento.

Cabe mencionar que previo a la fase pre-experimental, las unidades experimentales fueron seleccionadas y aleatorizados para formar grupos homogéneos en cuanto a: Promedio de producción de leche ajustada (305 días y EM), promedio de días lactantes, promedios de partos y encastes. De igual forma previo a este periodo las vacas fueron tratadas contra parásitos internos y externos con Dectomax, luego se vitaminaron con ADE a cada unidad experimental para que estas iniciaran el experimento en iguales condiciones y que dicho factor no afectara 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 (18%) y la pollinaza, donde la cantidad de concentrado fue equivalente a 3.5 lbs./vaca/día mientras que la pollinaza se suministró de manera gradual iniciando el día 1 y 2: 2.5 onzas; día 3: 4 onzas; día 4 y 5: 8 onzas; día 6: 1 lb; día 7: 2 lbs.; día 8: 4 lbs.; día 9: 6 lbs. y día 10 y 11: 7 lbs./vaca/día, para los tratamientos T0, T1, T2 Y T3, respectivamente. Mientras que el resto de la ración fue el mismo que se suministró durante la fase experimental, 20 lbs. de silo, 15 lbs. de bagazo de caña y melaza en diferentes proporciones para cada tratamiento.

Al finalizar este periodo las unidades experimentales alcanzaron una producción promedio de: 12.48 lbs./vaca/día. Esta fase se inicio el 21 de Marzo de 2011 y finalizó el 2 Abril del mismo año.

- **Fase experimental.**

El periodo experimental tuvo una duración de 75 días, en donde la suplementación de concentrado y pollinaza fue diferente para cada uno de los tratamientos siendo estas las siguientes: T0 = 5.70 lbs. de concentrado + 1.86 lbs. de pollinaza; T1= 2.80 lbs. de concentrado + 4.50 lbs. de pollinaza; T2= 1.4 lbs. de concentrado + 5.70 lbs. de pollinaza; T3= 7.00 lbs. de pollinaza. El resto de la ración suministrada durante esta fase fue el mismo que se suministró durante la fase pre-experimental.

Al inicio de esta fase las unidades experimentales fueron pesadas para conocer el peso vivo con el que iniciaron el experimento con el objetivo de conocer la ganancia diaria de peso hasta la siguiente pesa la cual se realizó cada 15 días antes de suministrar la primera ración de alimento diario, de igual forma fue evaluada su condición física y la producción de leche, posteriormente se realizo un análisis de varianza para cada una de las variable.

3.1.4. Instalaciones.

3.1.4.1. Potrero.

Se utilizó un potrero de 3 manzanas, empastado con zacate callie, ubicado frente a la carretera que conduce de San Miguel a Usulután, al sur de las instalaciones de la ganadería de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

3.1.4.2. Comederos.

Se utilizaron dos comederos de tramo construido de metal y cemento con espacio para cuatro vacas en cada uno, los cuales se encuentran dentro de una sala de ordeño que no es utilizada para el ordeño de las vacas, siendo esta destinada para realizar trabajos de investigación.

3.1.4.3. Bebederos.

Se utilizó un abrevadero el cual se encuentra en el centro del corral, con sus respectivas barras de hierro a su alrededor, para impedir que los animales se metan a la pila, estando éste techado, juntamente se encuentra un salitrero, el cual abastece de sales minerales a las vacas.

3.1.4.4. Sala de ordeño.

La sala de ordeño es 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. Presentando un modelo paralelo y con techo de una sola agua, posee un tramo de madera con pasador con capacidad para cuatro vacas al mismo tiempo. El tramo tiene su comedero donde se suministra el alimento a la hora del ordeño, además cuenta con todos los materiales necesarios para realizar el ordeño como cuñetes, una balanza para pesar la leche y una pizarra para las anotaciones de la producción de leche diaria que luego pasan al registro.

3.1.4.5. 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

- **Ordeño.**

El ordeño se realiza de forma manual. Las vacas están condicionadas a dos ordeños, donde el primero se realiza a partir de la 1.00 am y el segundo a partir de las 11:30 am.

- **Alimentación.**

La base de la alimentación diaria estaba constituida por la ración experimental que fue suministrada tres veces al día, durante el tiempo entre la primera y segunda comida las vacas pastoreaban en un potrero.

5.1.5 Unidades experimentales.

Para este trabajo de investigación se utilizaron 21 vacas encastadas Holstein, Brown Swiss y Ayrshire y Brahmán con una edad promedio de: 69.33 meses y un peso promedio de 837.56.lbs/vaca. Las vacas fueron sometidas a un periodo de adaptación de 11 días en donde se sometieron al nuevo manejo. Se consideró a cada vaca como una unidad experimental, las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en cada uno de los tratamientos considerando lo siguiente: Promedio de producción ajustada (305 días y EM), número de partos, días lactantes y encaste.

3.2. Metodología estadística.

3.2.1 Diseño estadístico.

Para la realización del experimento se utilizó el diseño completamente al azar con desigual número de repeticiones, utilizándose 4 tratamientos con 6, 5, 4 y 6 repeticiones para los tratamientos, 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.

3.2.2 Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos que se evaluaron se basaron en la inclusión de diferentes niveles de pollinaza, donde la inclusión en la dietas fueron las siguientes proporciones. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Proporciones de pollinaza y concentrado en las tratamientos experimentales.

Tratamiento	Pollinaza (lbs.)	Concentrado (lbs.)
T0	1.86 lbs.	5.70
T2	4.5 lbs.	2.80
T2	5.7 lbs.	1.40
T3	7.0 lbs.	----

El complemento de la ración alimenticia estuvo constituida en el suministro de silo de sorgo (20 lbs.), bagazo de caña (15 lbs.), melaza en diferentes proporciones más pastoreo programado durante el lapso de tiempo de la primera y la segunda comida (8:00-10:00 am), El pastoreo consistió en enviar a las vacas a un potrero empastado con callie, donde su estadía era relativamente corta ya que estos consumían una ración después del pastoreo.

3.3. Variables en estudio.

Los parámetros evaluados durante el periodo de ensayo fueron los siguientes:

1. Rendimiento diario de leche. (lbs./vaca/día).
2. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día).
3. Condición Corporal (CC)
4. Análisis económico.

3.4. Tomada de datos.

Para poder tomar los datos de los parámetros anteriormente mencionados se realizaron quincenalmente (15 días), a la misma hora para todos los tratamientos (antes de suministrar la primera ración de alimento), con el objetivo de evitar variaciones y error sistemático en las variables que se analizaron.

3.5. Descripción de la ración alimenticia.

La ración alimenticia estuvo compuesta por silo de sorgo, bagazo de caña, melaza en diferentes proporciones, concentrado comercial y pollinaza, teniendo en cuenta que el concentrado tenía un 18% de PT, la pollinaza un 20% de PT, la suplementación que fue distribuida diariamente de la siguiente manera: T0 = 5.70 lbs. de concentrado + 1.86 lbs. de pollinaza; T1= 2.80 lbs. de concentrado+ 4.50 lbs. de pollinaza; T2= 1.4 lbs. de concentrado + 5.70 lbs. de pollinaza; T3= 7.00 lbs. de pollinaza.

3.6. Suministro de la ración.

La ración alimenticia fue proporcionada 3 veces al día, la primera ración fue suministrada a las 6.00 am, la segunda a las 10:00 am y la tercera ración a las 3:00 pm, llevando las unidades experimentales a pastoreo libre en las horas de la mañana de 8:00 am – 10:00 am (Cuadro 8), el alimento fue mezclado con la

mezcladora eléctrica. La ración suministrada estuvo compuesta por: 15 lbs. de bagazo, 20 lbs. de silo, melaza en diferentes proporciones , concentrado en diferentes cantidades y pollinaza en diferentes niveles por cada tratamiento.

Cuadro 8. Suministro de raciones por hora/día.

ALIMENTO/HORA	6 am - 8 am	8 am - 10 am	10 am - 12 pm	3 pm - 5 pm
RACION	X		x	X
PASTOREO		X		

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 tiempo que duro la investigación se presenta en el cuadro 9 y figura 3.

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

TRATAMIENTOS <u>1/</u>	N <u>2/</u>	QUINCENAS.						PROMEDIO ACUMULADO
		0	1	2	3	4	5	
T0	6	11.75 ^{ns}	12.03 ^{ns}	11.64 ^{ns}	11.06 ^{ns}	11.39 ^{ns}	11.75 ^{ns}	11.57 ^{ns}
T1	5	11.80	12.24	11.51	11.01	11.64	12.02	11.68
T2	4	13.62	12.93	12.96	12.55	12.75	12.99	12.83
T3	6	12.75	11.86	11.72	11.00	11.78	12.2	12.70
PROMEDIO		12.48	12.26	11.95	11.40	11.89	12.24	11.94

1/ T0 = 5.70 lbs. de [] + 1.86 lbs. de pollinaza, T1= 2.80 lbs de [] + 4.50 lbs. De pollinaza, T2= 1.4 lbs. de [] + 5.70 lbs. de pollinaza, T3= 7.00 lbs. de pollinaza.

2/ N= Numero de vacas por tratamiento.

ns: no significativo.

Los análisis estadísticos de producción quincenal, se presentan en los cuadros: A-14al A-25. Indican que, durante todo el período de ensayo no existieron diferencias significativas, es decir, desde el inicio de la fase pre-experimental hasta la quinta quincena entre los tratamientos. Las vacas al inicio del periodo pre-experimental no presentaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a su producción real (cuadro A-8 y A-9) ni tampoco en superproducción ajustada a 305 días, EM (cuadro A-10 y A-11). El cálculo de producción real y producción ajustada fue realizado para asegurar la no significación estadística. En ambos casos no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro A-8 al A-11). Esta similitud entre los tratamientos puede atribuirse: a) A que los días lactantes y

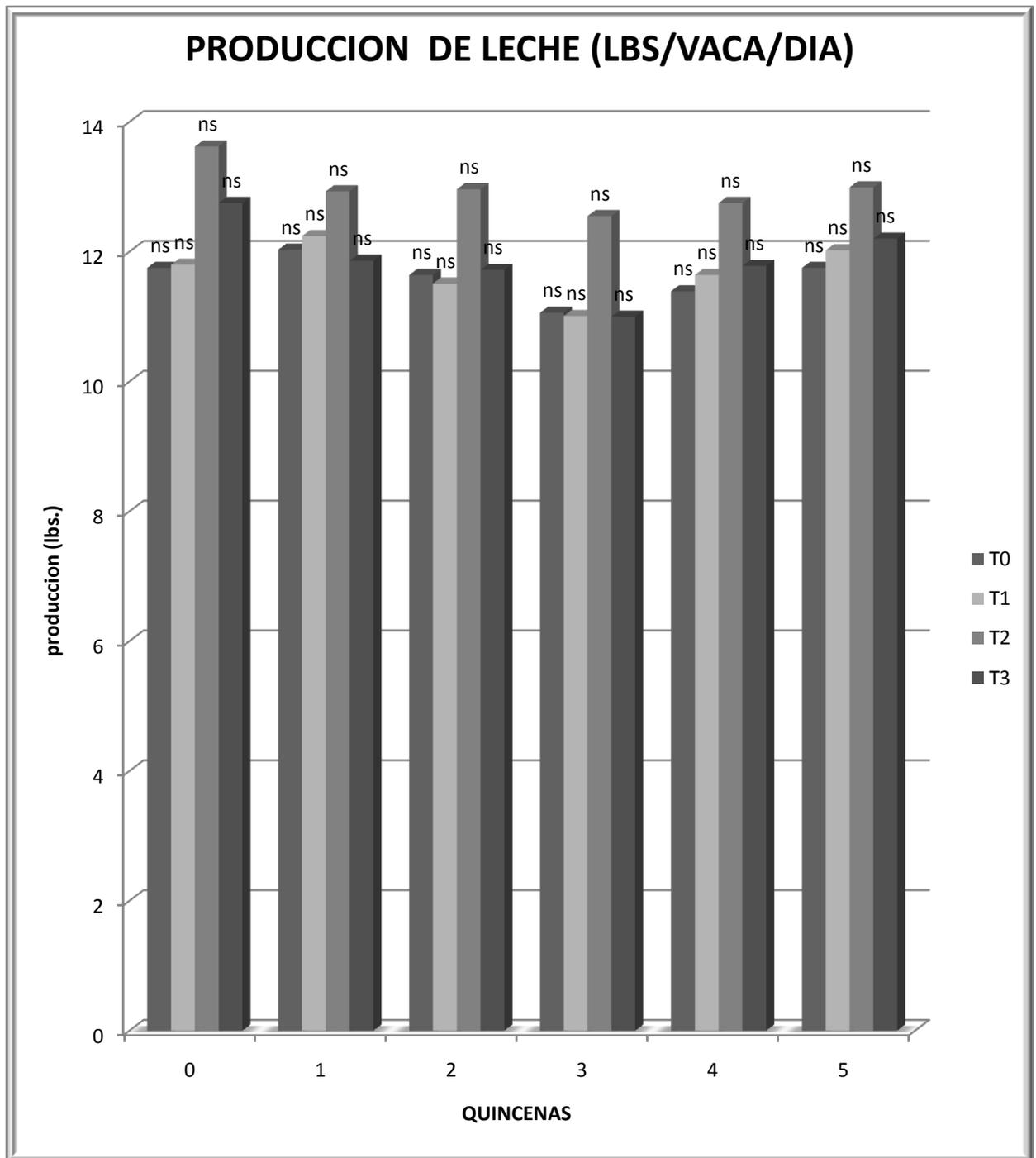


Fig. 3. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) por tratamiento durante el ensayo.

encastes fueron aleatorizados desde el inicio del experimento, b) De igual forma fueron aleatorizados el número de partos para hacer un buen control local; aspectos que son discutidos posteriormente.

En cuanto a la producción ajustada (305 días y EM) previo a la fase pre-experimental no existió diferencia significativa, como era de esperarse, y los promedios fueron de: 9.97, 10.98, 12.11 y 10.24 lbs./vaca/día, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente, los resultados se presenta en cuadro anexo A- 10, A-11. Este cálculo fue obtenido de los registro de la producción diaria que lleva 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 el encaste que mas predomino en cada uno de los tratamiento fue el Brahmán, respecto a las razas Europeas, se tuvo presencia de encastes Holstein, Brown Swiss y Ayrshire, 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. Los resultados se presentan en el cuadro A-1 y A-2, como puede observarse, no existió diferencia significativa entre tratamientos y estos fueron: 99.00, 121.40, 116.50 y 105.83, 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-6 y A-7, donde se puede observar que no existió diferencia estadística y estos fueron los siguientes: 2.5, 2.8, 2.25 y 2.33 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente.

Las vacas iniciaron el ensayo con una producción promedio de: 11.75, 11.80, 13.62 y 12.75 lbs. /día; para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Este promedio corresponde al periodo pre-experimental, 15 días previos al inicio del experimento,

donde se observa que no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos. (Anexo A-14 y A-15). Cabe mencionarse que en el inicio de esta fase no observó diferencias estadísticas significativas. Durante esta fase todas las unidades experimentales fueron alimentadas diariamente con la misma dieta 3.5 lbs. de concentrado+pollinaza, la que se suministró de manera gradual iniciando con 2 onzas hasta llegar a un consumo de 7 lbs./vaca/día, y finalizaron el experimento con una producción promedio de 11.75, 12.02, 12.99 y 12.20 lbs./vaca/día para los tratamientos T0, T1, T2 Y T3, respectivamente. En el inicio de la fase pre-experimental no se observaron diferencias estadísticas significativas (cuadro A-12 y A-13)

Obsérvese que desde el inicio hasta el final del experimento no hubo fluctuaciones considerables en el promedio de producción/vaca/día de quincena a quincena. Los resultados fueron: 12.48, 12.26, 11.95, 11.40, 11.89 y 12.24, lbs./vaca/día correspondiente a la fase pre-experimental, 1^a, 2^a, 3^a, 4^a y 5^a quincena, respectivamente.

De esta manera, se puede observar que los promedios de producción quincenal fueron muy similares para cada tratamiento durante el periodo de estudio (75 días). Las diferencias aritméticas de producción desde el inicio (quincena cero) hasta el final del experimento (quincena 5) fueron de: 0, 0.22, -0.63 y -0.55 lbs.de leche/vaca/día para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente. Para determinar si existieron diferencias significativas entre quincenas se ejecutó un Análisis de varianza (ANVA) con bloques al azar (bloques= quincenas) (Anexo A-27 y A-28)y éste resultó ser altamente significativo entre las quincenas.

Al observar el comportamiento de esta variable en cada uno de los tratamientos y en cada una de las quincenas se aprecia que aritméticamente durante la tercera quincena fue donde se obtuvieron las menores producciones en promedio. Lo cual no fue una fluctuación considerable, esto se puede atribuir a que durante este periodo, las temperaturas fueron mayores que durante el resto de las quincenas, los resultados de temperatura durante la tercera quincena de estudio, correspondiente a la primera quincena de Mayo se presenta en el cuadro A-55, por lo que se cree que dichas temperatura provocaron estrés calórico en las vacas afectando la

producción de leche. Más sin embargo en la cuarta y quinta quincena se presentó un leve aumento en la producción de leche en cada uno de los tratamientos, debido a que en estos periodos ya había pasto disponible en los potreros, donde las vacas pastoreaban.

Es necesario manifestar que el medio ambiente no fue un factor que influyó directamente sobre las diferencias de la producción de leche entre cada uno de los tratamientos, T0, T1, T2 y T3, respectivamente, ya que todas las unidades experimentales estuvieron bajo las mismas condiciones ambientales, pero si influyó en la producción de leche de aquellas vacas con encastes europeos, no permitiéndoles expresar 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.

Otro aspecto importante de atribuir en la no significación estadística de la producción promedio de leche/vaca/día, es que las raciones fueron balanceadas con respecto a la proteína (isoprotéicas) en relación al suministro de concentrado y pollinaza para cada uno de los tratamiento en estudio. La cantidad de proteína diaria ofrecida a cada una de las vacas en el experimento fue de 1.4 lbs. de proteína total por día, mientras que el resto de la ración contenía silo de sorgo, bagazo de caña de azúcar y melaza en diferentes proporciones para cada uno de los tratamientos. La melaza fue proporcionada con el objetivo de suplir la cantidad de energía neta en cada uno de los tratamientos. En total cada uno de los tratamientos tuvo un consumo de 2 lbs. de melaza /vaca/día. Cabe mencionar que se consideró la cantidad ó porcentaje de melaza aportada por el concentrado comercial en cada uno de los tratamientos que en su ración alimenticia contenían concentrado comercial. Considerando que el porcentaje de melaza aportado por el concentrado fue de un 10%. Las cantidades de melaza proporcionada en cada uno de los tratamientos fueron de 1.43, 1.72 y 1.86 lbs./vaca/día, para los tratamientos T0, T1 y T2, respectivamente, a esta cantidad de melaza se le sumó la que aportó el concentrado comercial para completar las 2 lbs. de melaza vaca/día, mientras que el tratamiento T3 el cual no recibió concentrado comercial en su dieta se le suministró las 2 lbs. melaza. Estas cantidades de melaza fueron proporcionadas de esta manera para

que todos los tratamientos en estudio recibieran la misma cantidad de energía proporcionada por dicha fuente energética.

Considerando que el nitrógeno no proteico presente en la pollinaza puede ser transformado en proteína verdadera. Tobías(55) establece que la pollinaza proveniente de camas de pollos de engorde aporta un alto contenido de nitrógeno no proteico el cual a través de la acción de microorganismos ruminales la desdoblan transformándola en proteína de origen microbiana la cual es digerida y absorbida en el tubo intestinal del rumiante, ya que la proteína de origen vegetal es de elevado costo por lo que es necesario aprovechar fuentes más económicas de nitrógeno y que ejerzan similar función en la producción del ganado.

Revelo (47) afirma que en rumiantes se ha notado una mejor utilización de la pollinaza gracias a las especiales características fisiológicas de su aparato digestivo, ya que la pollinaza es degradada por acción de microorganismos y son los animales mejor dotados para utilizar la fracción no proteica de los compuestos nitrogenados, bajo la genérica denominación de fibra existente en las deyecciones animales y particularmente en la pollinaza.

Según Ruiz(49), los rumiantes son los animales ideales para utilizar este tipo de subproducto de la industria avícola por su relación simbiótica con la microbiota que ocupa el rumen, el cual permite utilizar eficientemente la fibra, los compuestos nitrogenados no proteicos y los ácidos nucleicos presentes en las excretas de las aves.

De acuerdo con Chávez (15) el contenido de proteína cruda de la pollinaza es de 21% en promedio. El contenido de proteína varía de acuerdo al tipo de cama que se utilice. El 50% del nitrógeno presente en la pollinaza es proteína verdadera, la cual es alta en glicina y un poco bajo en arginina, lisina, metionina y cistina.

Además, la pollinaza es una valiosa fuente de minerales para los rumiantes, aportando fósforo y calcio como los más principales. Esto coincide con los resultados obtenidos en análisis bromatológicos realizados a la pollinaza por Vargas (59), donde esta aporta 2.10% de calcio y 1.80% de fósforo. Field (28) establece que el fósforo presente en la pollinaza se encuentra en forma asimilable para los rumiantes, presentándose este en forma de, fósforo orgánico y fósforo inorgánico.

El Centro de Investigaciones Agropecuarias Tropical del Estado Lara, Venezuela, CIAT (18) demostró que no existió significación estadística en la producción de leche, utilizando pollinaza vs. Concentrados comerciales en la alimentación de vacas de doble propósito en producción. Donde la producción promedio de las vacas al inicio del experimento fue de 3.96/kg/leche/día y de 4.28/kg/leche/día, para los tratamientos T1 (concentrado) y T2 (pollinaza), respectivamente. Y finalizaron el experimento con una producción promedio de 5.2 kg/leche/día y 4.95 kg/leche/día, para los tratamientos T1 y T2, respectivamente. La no significación estadística se observó tanto al inicio como al final del experimento. La pollinaza fue mezclada con melaza y se ofreció en cantidad de 2 kg/animal/día a un lote de animales, igualmente se ofrecieron 2 kg/animal/día de alimento concentrado al otro lote.

4.2 Ganancia diaria de peso. (Lbs.)

La ganancia diaria promedio de peso (lbs.) obtenida en los tratamientos evaluados durante todo el periodo de estudio se presenta en el cuadro 10 y figura 4.

CUADRO 10. Ganancia diaria promedio de peso (lbs.) por tratamiento durante el ensayo.

TRATAMIENTOS <u>1/</u>	N <u>2/</u>	QUINCENAS						GANANCIA DIARIA ACUMULADA
		0	1	2	3	4	5	
T0	6	1.16 ^{ns}	1.22 ^{ns}	1.08 ^{ns}	0.90 ^{ns}	0.75 ^{ns}	0.89 ^{ns}	1.00 ^{ns}
T1	5	1.11	1.16	1.2	0.97	0.82	0.93	1.03
T2	4	0.93	0.95	1.1	0.95	0.84	0.93	0.95
T3	6	1.24	1.31	1.11	0.88	0.80	0.86	1.03
PROMEDIO		1.11	1.16	1.12	0.92	0.80	0.90	1.00

1/ T0 = 5.70 lbs. de [] + 1.86 lbs. de pollinaza, T1= 2.80 lbs. de [] + 4.50 lbs. de pollinaza, T2= 1.4 lbs. de [] + 5.70 lbs. de pollinaza, T3= 7.00 lbs. de pollinaza.

2/ N: numero de observaciones por tratamiento.

ns: no significativo

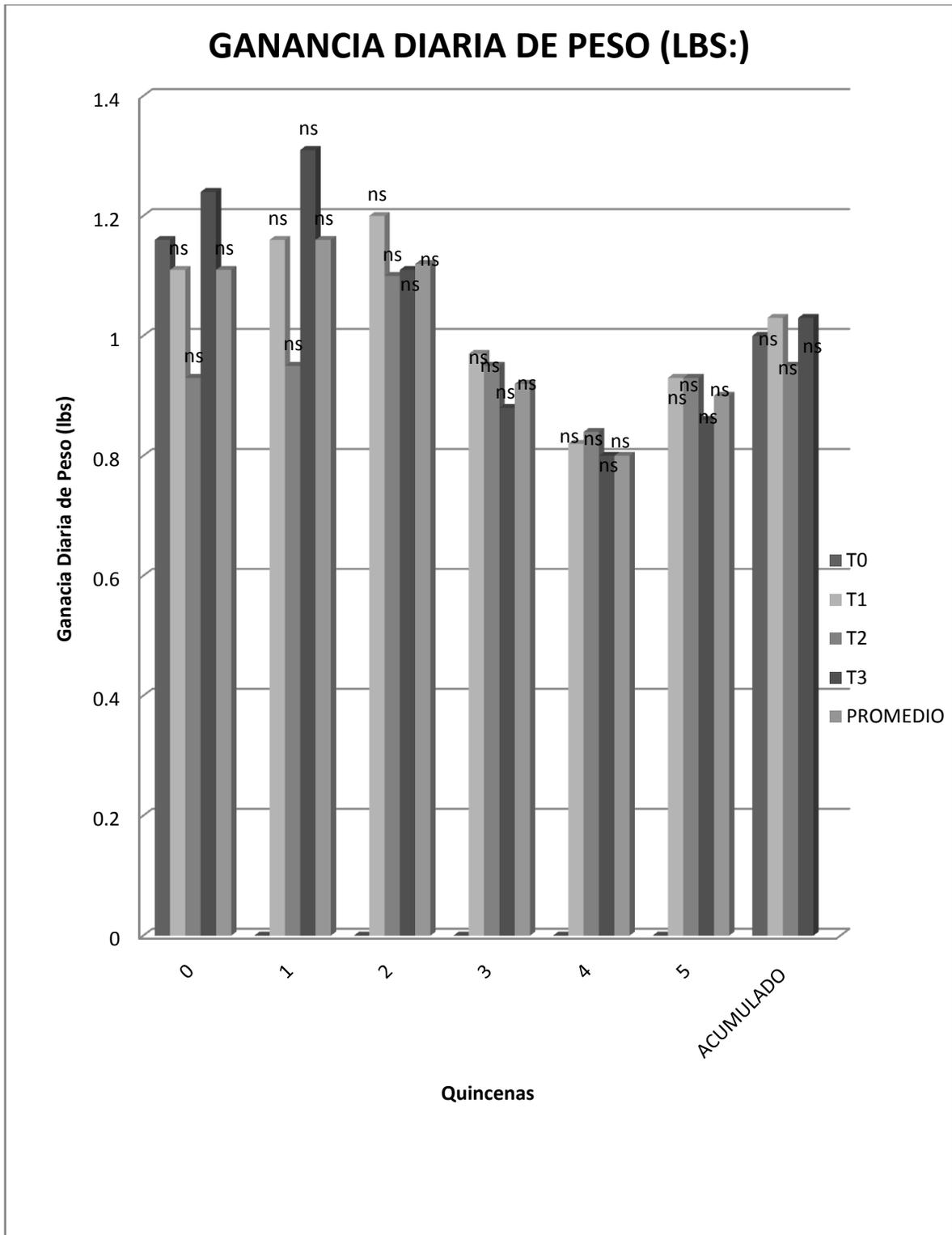


Fig.4. Ganancia diaria de peso (lbs.) por tratamiento durante el ensayo.

Los análisis estadísticos de la ganancia diaria de peso se presentan en los cuadros A-30 al A-39. Indican que, durante el periodo de ensayo transcurrido desde la primera a la quinta quincena del experimento, no existió diferencia estadística significativa entre cada uno de los tratamientos.

Obsérvese que desde el inicio del experimento (quincena 1) hasta el final del experimento (quincena 5) se presentaron fluctuaciones considerables en el promedio de la ganancia diaria de peso lbs./vaca/día de quincena a quincena. Los resultados fueron 1.16, 1.12, 0.92, 0.80 y 0.90 lbs./vaca/día correspondiente a la 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y 5ª quincena, respectivamente.

La no significación estadística en la ganancia diaria de peso se atribuye a diferentes factores como: La homogeneidad de los tratamientos en cuanto a su peso vivo y encaste. Además todos los tratamientos recibieron la misma cantidad de alimentos y nutrientes.

En cuanto al peso vivo los tratamientos fueron homogenizados previo al inicio del experimento con el objetivo que ningún tratamiento llevara ventaja sobre otro, y como era de esperarse no existieron diferencias estadísticas significativas, los promedios fueron de: 828.41, 845.8, 840.91 y 820.00 lbs. en promedio, para los tratamientos T0, T1, T2 Y T3 respectivamente, los resultados se presentan en el cuadro A-3 y A-4.

Las unidades experimentales, fueron distribuidas en cada uno de los tratamiento de acuerdo a su encaste, de tal manera que estos quedaran lo mas similar posible, para que ningún tratamiento llevara ventaja sobre otro.

En cuanto a la cantidad de alimento y nutrientes todas las vacas recibieron 1.4% de PT proveniente de la pollinaza y el concentrado, 20 lbs. de silo, 15 lbs. de bagazo de caña y 2 lbs. de melaza/vaca/día.

Por lo tanto, aun cuando entre las unidades experimentales hubo variación en cuanto a la ganancia diaria de peso lbs./vaca/día, y su peso vivo, no hubo significación estadística entre los tratamientos, T0, T1, T2 y T3, respectivamente, ya

que estos fueron similares en promedio durante todo el periodo de ensayo, desde la quincena 1 hasta quincena 5.

Dicha variable no se vio afectada por los tratamientos en que se suministró la mayor cantidad de pollinaza, donde esta aportaba un 27% de materia seca de la dieta total, siendo este porcentaje aportado por la 7 lbs. de pollinaza suministrada al tratamiento T3, donde se puede observar únicamente un leve exceso sobre el 25 % de la dieta total, lo cual no se considera un factor que influya en la disminución de la ganancia diaria de peso, ya que se supone que si la cantidad de pollinaza excede de un 25% en la dieta total de los animales disminuye la ganancia de peso. Esto coincide con lo que establece Cuaron (24) quien estudió cantidades de 15%, 25%, y 35% de pollinaza en la dieta total, en raciones para ganado de engorda, con estos porcentajes se lograron promedios diarios de ganancia de peso de 1285, 1188 y 998 gr/día/animal, respectivamente; las diferencias de ganancia de peso para los niveles de 15 y 25 % de pollinaza con respecto al 35% fueron altamente significativas, donde el efecto negativo sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia se manifestó cuando la pollinaza sobrepasó el 25% de la dieta, posiblemente atribuido a un valor elevado de NNP y un bajo consumo de energía.

Mapoon(40) concluye que al incrementar el nivel de pollinaza en el alimento, disminuye tanto el consumo de materia seca como la ganancia diaria de peso vivo. Battacharya(7) explica este fenómeno considerando que la pollinaza es un material que ha sido digerido previamente por otro animal por lo cual se reduce considerablemente la cantidad y digestibilidad de los nutrientes especiales de la proteína verdadera y la energía digestible.

Al observar el comportamiento de esta variable en cada uno de los tratamientos y en cada uno de los periodos se aprecia que aritméticamente en los tres primeros periodos del ensayo se presentaron las mayores ganancias diarias de peso. Esto debido a que las vacas al inicio del experimento presentaban un bajo peso, debido a la mala alimentación que estas recibían, la cual no cubría sus requerimientos nutricionales, por lo que en dichos periodos cubrieron el déficit que venían arrastrando. La ración experimental fue balanceada de manera que cubriera los requerimientos nutricionales en base a materia seca, la cual fue determinada de

acuerdo al promedio de peso vivo de las vacas al inicio del experimento, a medida iba transcurriendo el experimento las vacas iban incrementando su peso vivo, por lo que se hacía necesario aumentar la cantidad de alimento en la ración a suministrar para cada tratamiento, lo cual no fue posible realizar. Esto debido a que los insumos alimenticios proporcionados por La Facultad Multidisciplinaria Oriental eran limitados, por lo que, si se aumentaba la cantidad, estos no habrían sido suficientes para terminar el periodo de ensayo programado que era de 3 meses.

Obsérvese que a partir del cuarto periodo las ganancias diarias de peso disminuyen aritméticamente, debido a que las unidades experimentales se han recuperado del déficit nutricional que venían arrastrando, por lo que sus requerimientos nutricionales eran mayores a partir de este periodo en comparación al inicio del experimento.

Los resultados obtenidos en la ganancia diaria de peso de las unidades experimentales nos indican que la pollinaza ejerce similar función que los concentrados comerciales en cuanto a la alimentación de los bovinos, siendo esta (pollinaza) una fuente de nitrógeno no proteico (NNP).

Esta variable se puede apreciar de mejor manera en la figura 2. Donde en las tres primeras quincenas del ensayo las ganancias de peso fueron mejores comparadas con el resto de quincenas.

4.3 Condición Corporal (CC)

La evaluación de Condición Corporal quincenal por tratamiento y por periodo durante todo el ensayo se presenta en el cuadro 11 y figura 5.

CUADRO 11 .Condición Corporal promedio (escala de 0-5) por tratamiento durante el periodo de ensayo.

TRATAMIENTOS <u>1/</u>	N <u>2/</u>	QUINCENAS						PROMEDIO ACUMULADO
		0	1	2	3	4	5	
T0	6	2.00 ^{ns}	2.38 ^{ns}	2.50 ^{ns}	2.67 ^{ns}	2.80 ^{ns}	2.98 ^{ns}	2.55
T1	5	2.10	2.54	2.68	2.74	2.90	3.01	2.65
T2	4	2.13	2.47	2.65	2.72	2.85	2.96	2.63
T3	6	2.05	2.41	2.53	2.67	2.76	2.99	2.56
PROMEDIO		2.07	2.45	2.59	2.70	2.80	2.98	

1/ T0 = 5.70 lbs. de [] + 1.86 lbs. de pollinaza, T1= 2.80 lbs. de [] + 4.50 de pollinaza, T2= 1.4 lbs. de [] + 5.70 lbs. de pollinaza, T3= 7.00 lbs. de pollinaza.

2/ N: numero de observaciones por tratamiento

ns: no significativo.

Los análisis estadísticos de condición corporal de las unidades experimentales, bajo el consumo de diferentes niveles de pollinaza y concentrado comercial, se presentan en los cuadros A-41 al A-52, los cuales indican que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los promedios generales para la condición corporal por tratamiento fueron de: 2.55, 2.65, 2.63 y 2.56, para los tratamientos T0, T1, T2 Y T3, respectivamente.

Considerando los promedios finales (quincena 5) para cada uno de los tratamientos, se puede decir, que las unidades experimentales alcanzaron una condición corporal aceptable, es decir que las vacas presentaron buen balance de esqueleto y tejidos superficiales, en cada uno de los tratamientos. Esto deja en manifiesto que la cantidad de proteína no importando su fuente, concentrado o pollinaza, ejercen un papel similar sobre la mejora en condición física de vacas en producción.

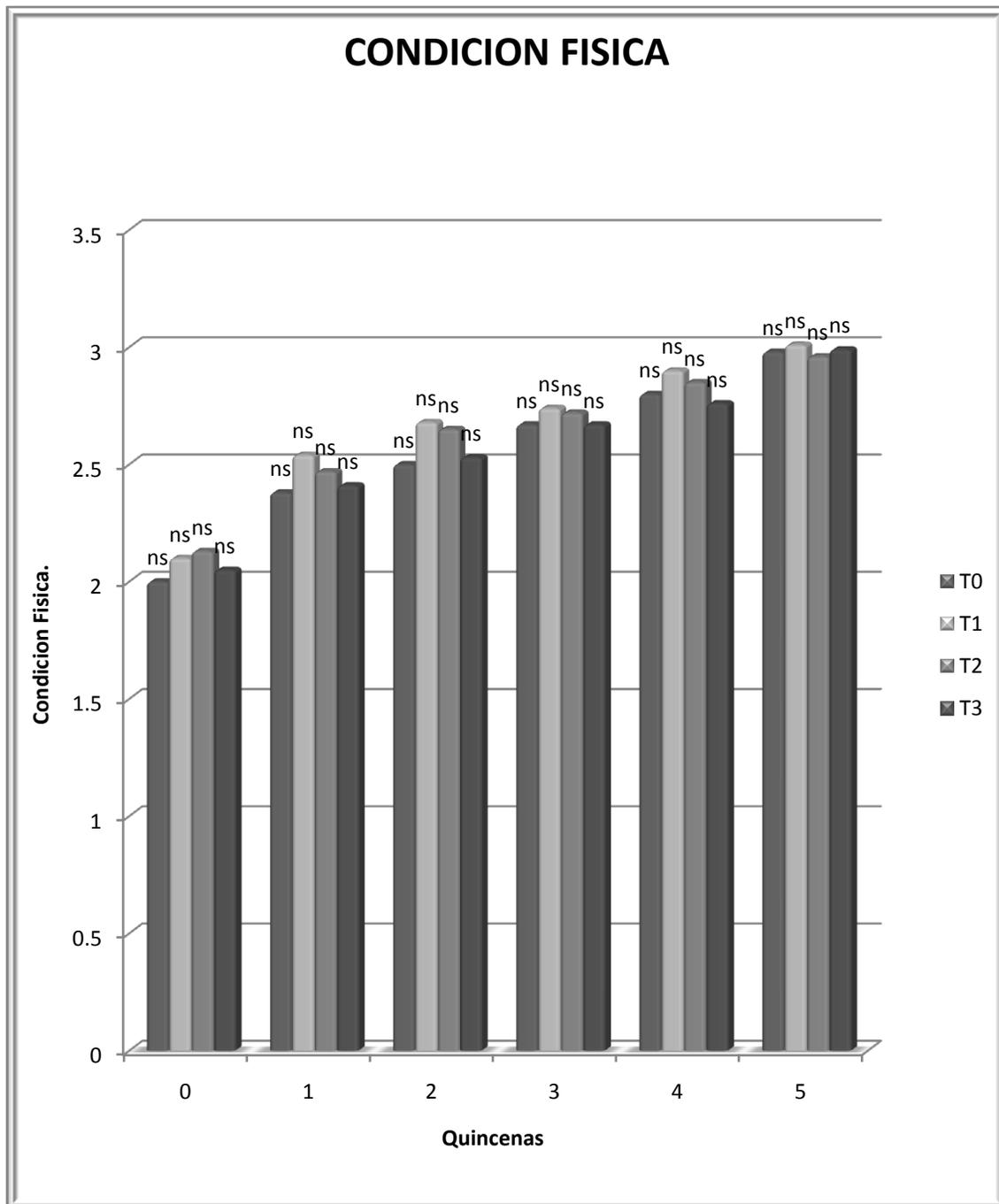


Fig. 5. Condición Corporal por tratamiento durante el ensayo.

La no significación estadística de la condición corporal promedio, se atribuye en primer lugar a que todos los tratamientos iniciaron el experimento con similar

promedio en condición corporal. De igual manera continuaron mejorando durante el resto de periodos hasta el final del experimento, acompañado de una ganancia diaria de peso positiva similar para cada uno de los tratamientos.

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

Si bien, 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 T1.

La evaluación de la condición corporal fue medida en escala de 0-5. La condición corporal observada al inicio del experimento fue de: 2.00, 2.10, 2.13, 2.05 (quincena 0) y al final del ensayo fue de: 2.98, 3.01, 2.96, 2.99 (quincena 5), para los tratamientos T0, T1, T2, y T3 respectivamente, con lo que se obtuvieron incrementos en la condición corporal de: +0.98, +0.91, +0.83, +0.94, para los mismos tratamientos. Al finalizar el estudio, el tratamiento T0 (+0.98), obtuvo el mejor aumento en condición corporal, que los tratamientos T3 (+0.94), T1 (+0.91) y T2 (+0.83). 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).

Cabe mencionar que al haber una mejora en la condición corporal, la producción de leche se vio beneficiada, ya que esta se mantuvo similar en promedio desde el inicio (quincena 0) hasta el final del experimento (quincena 5), lo que se atribuye a una aceptable cantidad de reservas en cada una de las unidades experimentales. En cuanto a la Condición Corporal se puede decir de quincena a quincena fue mejorando. Esto coincide Wattyaux (62) quien establece que la condición corporal es la cantidad de reservas que una vaca posee y que tiene una influencia muy fuerte sobre la producción de leche y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia. Las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen una producción de leche

reducida debido a la falta de reservas adecuadas para ser utilizadas durante la lactancia.

Se puede manifestar que todos los tratamientos al final del experimento (quincena 5), presentaron una buena condición corporal en promedio adecuada para el siguiente servicio de preñez. Patton, Bucholt, Schmid y Hay, citados por Soto-Camargo (55) consideran como deseable una calificación de 3 (escala 0-5) en vacas que serán servidas en la próxima ocasión. Obsérvese que los resultados obtenidos fueron similares en promedio a lo establecido anteriormente, para cada uno de los tratamientos, T0, T1, T2 y T3, respectivamente.

Según Salvador (51) la calificación de condición corporal, también puede ser utilizada para evaluar los programas de alimentación (manejo) de la vaca. La calificación de condición corporal ayuda a caracterizar el crecimiento, ya sea esquelético, muscular o adiposo.

Esta variable se puede observar de mejor manera en la figura 3, donde la condición corporal se comportó de forma ascendente durante todo el ensayo para cada uno de los tratamientos.

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 12: En este cuadro observa que el tratamiento T3 fue el que presentó menor costo por ración diaria (\$ 1.62/día/vaca), comparado con el resto de tratamientos evaluados que tuvieron un costo de: \$ 1.78, \$1.97 y \$ 2.34, para los tratamientos T2, T1 y T0, respectivamente durante todo el periodo de ensayo (75 días), por lo que el tratamiento T3 fue el más económico durante todo el ensayo. A partir de estos resultados se puede optar por la alimentación de vacas en producción suplementándolas con pollinaza como fuente de proteína, ya que los resultados en producción fueron similares tanto para aquellos tratamientos suplementados con mayor cantidad de pollinaza, como los tratamientos que fueron suplementados con concentrado comercial. Siendo los promedios de producción acumulados de: 11.57 lbs, 11.68 lbs, 12.83 lbs y 12.70 lbs, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente. Donde no se observaron

Cuadro 12. Cantidad y costo de producción diaria por libra de leche producida.

CONCEPTO	UNIDAD	TRATAMIENTOS			
		T0	T1	T2	T3
Concentrado	Lbs.	5.70	2.80	1.40	-
Pollinaza	Lbs.	1.86	4.50	5.70	7.00
Silo	Lbs.	20.00	20.00	20.00	20.00
Bagazo	Lbs.	15.00	15.00	15.00	15.00
Melaza	Lbs.	1.43	1.72	1.86	2.00
Costo/día/ Ración Total	Lbs.	43.99	44.02	43.96	44.00
Concentrado.	\$	\$ 0.97	\$0.47	\$0.23	-
Pollinaza.	\$	\$ 0.07	\$ 0.18	\$ 0.22	\$ 0.28
Silo.	\$	\$ 0.25	\$ 0.25	\$ 0.25	\$ 0.25
Bagazo.	\$	\$ 0.97	\$ 0.97	\$ 0.97	\$ 0.97
Melaza.	\$	\$ 0.08	\$ 0.10	\$ 0.11	\$ 0.12
Costo por ración/día.	\$	\$ 2.34	\$ 1.97	\$ 1.78	\$ 1.62
Mano de obra.	\$	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$ 0.25
Energía eléctrica.	\$	\$0.05	\$0.05	\$0.05	\$0.05
Medicinas.	\$	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$ 0.10
Costo de producción total/día.	\$	\$ 2.74	\$ 2.37	\$ 2.18	\$ 2.02
Producción promedio de leche	Lbs.	11.57	11.68	12.83	12.70
Costo por libra de leche producida.	\$	0.24	0.20	0.17	0.16
Costo por botella de leche producida.	\$	0.40	\$ 0.34	\$ 0.29	\$ 0.27
Precio de venta estimado por lb.	\$	0.22	0.22	0.22	0.22
Relación Beneficio costo. (B/C.)	\$	0.92	1.10	1.29	1.38
Utilidad por lb.	\$	-0.02	0.02	0.05	0.06
Utilidad por botella.	\$	-0.02	0.04	0.09	0.11

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 \$ 2.54; \$2.57; \$2.82; 2.79 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente y finalmente la relación benéfico costo fue de \$0.92; \$1.08; \$1.29 y \$1.38 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respectivamente, (cuadro 13). Estos resultados indican que la pollinaza puede ser utilizada en la alimentación de vacas en producción como

una alternativas para reducir el uso de concentrados comerciales y por ende reducir los costos de producción; ya que durante todo el periodo de estudio (75 días) ningún tratamiento fue mejor que otro estadísticamente en promedio de producción de leche lbs./vaca/día, pero si el tratamiento T3 presentó los menores costos (\$ 2.02) en producción en comparación al resto de tratamientos. Los cuales fueron \$2.74; \$2.37; y \$2.18 para los tratamientos T0, T1 y T2, respectivamente.

La relación y costos de alimentación se muestra a favor del tratamiento T3 (\$1.38), comparado con los demás tratamientos los cuales obtuvieron valores de \$1.29, \$1.08 y \$0.92, para los tratamientos T2, T1 y T0, respectivamente.

En resumen, al realizar el análisis económico se observó que con el uso de concentrados comerciales como suplemento proteico en la alimentación de vacas en producción, desde el punto de vista de costos y retribuciones no es el más rentable, por lo cual el uso de la pollinaza como suplemento proteico es un buen sustituto de los concentrados comerciales debido a su fuente proteica que puede ser bien aprovechada por los rumiantes y además es mucho más rentable

CUADRO 13. Relación de ingresos y costos de producción por alimentación por tratamiento (Producción láctea promedio, precio de venta por libra de leche \$ 0.22).

CONCEPTO	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Ingreso por venta de leche. \$	2.54	2.57	2.82	2.79
Costo de producción /vaca/día. \$	2.74	2.37	2.18	2.02
Relación beneficio Costo .(B/C) \$	0.92	1.08	1.29	1.38.

Valor por libra de leche \$ 0.22

5. CONCLUSIONES.

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

1. 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.
2. Las vacas alimentadas con la dieta suplementada con pollinaza, pueden aportar producciones de leche similares a aquellas vacas suplementadas con concentrado comercial, siempre que la ración contenga la misma cantidad de proteína.
3. La ganancia diaria de peso promedio (lbs.) entre los tratamientos resultó ser no significativo durante el periodo de estudio.
4. Los resultados de condición física promedio por tratamiento durante todo el experimento fueron no significativos.
5. Desde el punto de vista económico el tratamiento T3 (7 lbs. de pollinaza/vaca/día), resultó ser el mejor tratamiento por presentar los menores costos de producción.
6. La inclusión de pollinaza mezclada con melaza en cantidades de 1.86 lbs., 4.5 lbs., 5.7 lbs. y 7 lbs. vaca/día., de pollinaza en la dieta de vacas en producción no afectó el consumo de materia seca.

6. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

1. A nivel de pequeñas y medianas explotaciones ganaderas, que presenten similar potencial genético utilizado en el estudio, se recomienda la incorporación de pollinaza en la dieta de vacas en producción como una fuente de proteína, ya que esta mantiene la producción de leche y no ocasiona cambios negativos en el peso.
2. Evaluar el potencial alimenticio y nutritivo de la pollinaza en el crecimiento y engorde de terneros.
3. Evaluar el uso de pollinaza como suplemento proteico en la alimentación de vacas que presenten un mayor nivel de producción con el objetivo de comprobar si esta fuente llena sus requerimientos nutricionales.
4. Realizar otros estudios utilizando mayores niveles de pollinaza para conocer su efecto sobre la producción de leche.
5. Realizar estudios utilizando pollinaza en la alimentación de rumiantes durante periodos más prolongados para evaluar posibles efectos negativos.

7 BIBLIOGRAFÍAS.

1. ALBA, J. 1971. Alimentación del Ganado lechero en América latina: Vitaminas y minerales. 2ª ed. MEX. Fournier S A. pag. 78-80.
2. ALVARES, R. 2001. Efecto de la suplementación con cama de pollos sobre las variables productivas de animales en crecimiento y vacas de doble propósito a pastoreo. Maracay, Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. 100 p.
3. ALVES, S, A. 1967. El cebú: Ganado bovino para los países tropicales. Trad. Contin A. MEX, D. F. UTEHA. Pag. 34.
4. ANNISON, E. F; LEWIS, D. 1981. El metabolismo en el rumen. Trad. Chavarría, M. MEX, DF. UTEHA. 167 p.
5. ASTIBIA, O.R; CANGIANO, C.A; COCIMANO, M.R; SANTINI, F.J. Citado por GARRIS, M; LOPEZ, A. 2002. Producción de Carne: Utilización del nitrógeno por el rumiante. ARG. Rev. 4(4): 373-384.
6. BATH, D. L.; DICKINSON, F. N; TUCKER, H. A. Citado por TELLES, S.A. 2004. Ganado lechero, principio, prácticas, problemas y beneficio. Trad. Agustín Contin Sanz. 2ª ed. MEX, D F. Interamericana. 342 p.
7. BATTACHARYA A.N; FONTENOT, J.P citado por DUARTE, V. F MAGAÑA C.A RODRÍGUEZ, G. F.1996. Respuesta de Toretos en engorda a la adición de Tres niveles de pollinaza a dietas Integrales. Vol. 8 (2). 367-371.
8. BAVERA, G. 2000. Cursos de Producción Bovina de Carne, (en línea). Consultado el 10 de junio de 2011. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar .

9. BESSE, J. 1977. Alimentación del ganado: Racionamiento del ganado lechero. 2 ed. Madrid, ESP. Mundi-prensa. p.277.
10. BLAS, J.C; FRAGA, M.J. 1981. Alimentación de los rumiantes. Ed. Jarrige, R. Madrid, ESP. Multiprensa. p. 25 y 44.
11. BONDI, A.A. 1988. Nutrición animal: Metabolismo proteico de los rumiantes.(en línea).ARG. Consultado el 15 de Julio de 2011.Disponible en <http://www.produccionbovina.com>.
12. BRIGGS, M. 1996. Urea como suplemento proteico (en línea). Consultado en 11 de junio de 2011. Disponible en: www.produccionbovina.com
13. CAPRILE, J.P. 1985. Ganado lechero: Ambiente y adaptación .ICA.COL .p.17-19.
14. CASTILLO, R. L; ARZUAGA, T; ARAUJO, A. 2007. Evaluación del suplemento con núcleo proteico-energético para mejorar la producción en vacas de doble propósito. (en línea).Valledupar, Colombia. consultado el 20 de junio de 2011.Disponible en www.engormix.com.
15. CHAVEZ R, M.G.1980. La gallinaza en la alimentación de rumiantes. Tesis de licenciatura en veterinaria. MEX. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 110 p
16. CHURCH, D. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Trad. Luis Jorge Pérez. MEX. D.F. LIMUSA. p 289, 290..
17. CHURCH, D.C; POND, W.G; POND, K.R. 2004. Fundamentos Nutricionales y Alimenticios de de animales. Trad. L. J. MEX. LIMUSA. p.31-48; 259-253.

18. CIAT. (Centro de Investigaciones Agropecuarias Tropical). 2004. Experiencias en el uso de la yacija de pollo (en línea) .Venezuela. Consultado el 25 de junio de 2011. disponible en:
<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd65/texto/yacija.htm>.
19. CIRIO, A; TEBOT, I. citado por LIER V, E; REGUIERO MARIEL. 1998. Fisiología Metabólica de los Rumiantes: Digestión en retículo-rumen. Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Montevideo, URU. P 7,10
20. COLOMBATTO, P. 2007. Alimentación y fisiología de rumiantes. (en línea) Quito, Ecuador. consultado el 28 de junio de 2011. Disponible en:
www.boviplas/infocarne.com.
21. COMBELLAS, J. 1992. Suplementación de bovinos de doble propósito: Producción de leche. (en línea) Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. 44 p. Consultado el 28 de Junio de 2011. Disponible en: www.boviplas/infocarne.com.
22. CORREA, M; CHALÉ, J.T; AZCORRA, J.C; RUALES, A.F. 2000 La pollinaza como fuente de fósforo para rumiantes en pastoreo. (en línea) Centro de investigaciones forestales, agrícola y pecuario. MEX. Consultado en 30 de junio de 2011. disponible en cruelas@tunku.uady.mx.
23. CRURSH, C.D. 1988. Fisiología de los rumiantes y nutrición. Trad. Pedro Ducar Malvenda. Zaragoza, España. ACRIBIA. Pag.641.
24. CUARON, J.A. ESPINOZA, L. S; MARTINEZ, R. 1978. Engorda de rumiantes en el altiplano con el uso de pollinaza y gallinaza y agrícolas. Rev. 9: 149.

25. DAVIS, R.F. 1981. La vaca lechera, su cuidado y explotación: Cría de terneras y novillas lecheras. Trad. Loma, J.L. MEX, LIMUSA. p. 11-13; 61,87.
26. DENISOV, D; HOLDEN, P; BLAS C. 1975. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. (en línea). Consultado el 27 de Julio de 2011. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/microorganismos.htm>
27. DENNI B:RUHS, I; PASBY, R. 2009. Síntesis y absorción de las grasas. (en línea) Consultado el 19 de Julio de 2011. Disponible en www.produccion-animal.com.ar
28. FIELD, A.C; MUNRO, C.S; SUTTLE N.F. 1977. Dried poultry manure as a source of phosphorus for sheep.(en línea) J. Agric. Sci. Camb. 89:599-604. Consultado el 8 de Julio de 2011. Disponible en www.requierimeintosnutricionales.or.
29. GARCÍA, F. 2007. Suplementación proteica con NNP: Nitrógeno no proteico. (en línea). Consultado el 8 de julio de 2011. Disponible en: www.produccionbovina.com/produccion_bovina_de_carne.htm.
30. GARRIS, M. 2002. Uso de la urea en la alimentación de rumiantes: El uso correcto de la Urea en la alimentación del ganado. (en línea). Consultado el 9 de Julio de 2011. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/Fd50/urea.htm
31. HATEZ, E.S; DVER, T.A; MALUENDA, P.D. 1972. Desarrollo y nutrición animal. Madrid, ESP. ACRIBIA. p. 188-192.
32. HOLGADO, F. 1993. Alimentación de bovinos: Silaje de caña de azúcar picado fino. (en línea) Consultado el 10 de Julio de 2011. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd65/texto/yacija.htm>.

33. INCHAUSTI, D.; TAGLE, E.C. 1967. Bovinotecnia. 5ta edición. Buenos Aires, ARG. El ateneo. Pag. 140.
34. ITURBIDE, A. M. 1984. Producción de leche con pastos tropicales: Aspecto de la utilización y producción de forrajes en el trópico. Ed. Andrés R. Novoa, Turrialba, C.R. CATIE. 3: 83-105.
35. KAUFMANN, P. 1997. Fisiología digestiva del rumiante. (en línea) MEX. Consultado el 11 de Julio de 2011. Disponible en: www.fisiologiaanimal.com.
36. KILKENNY, J. 1978. Producción de carne: Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiante (en línea). Córdoba, ARG. Consultado el 29 de junio de 2011. Disponible en :
produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.htm
37. KOESLAJ, J.H.; CASTELLANO, A.E.; SALINAS, F.R; USAMI, C.R; PAULIN, T.P; LOPEZ G. 1981 Manuales para educación agropecuaria: Bovinos de leche: Rev. Johan. D. pag. 50.
38. KOLB, E. 1971. Microfactores en nutrición animal: Nitrógeno no proteico y proteínas desviadas, principios para su empleo en raciones de rumiantes. (en línea). Consultado el 15 de Julio de 2011. Disponible en: www.ceniap.gov.ve.
39. LOPEZ, A. citado por GARRIZ M; LÓPEZ A. 2002. Suplementación proteica y con nitrógeno no proteico en rumiantes. (en línea). Consultado el 15 de Julio de 2011. Disponible en: www.produccionbovina.com.
40. MAPOON L, K; BODOO A.A; HULMAN, B; PRESTON, T.R citado por DUARTE, V, F; MAGAÑA, C.A Y RODRÍGUEZ, G, F. 1996. Producción animal.

Rev. Respuesta de Toretos en Engorda a la Adición de Tres Niveles de Pollinaza a Dietas Integrales. Vol. 8(2). 30,50.

41. MELO, O. 2003. Requerimientos energéticos y proteicos del ganado bovino de carne. (en línea). Curso de Nutrición y alimentación de bovinos. Universidad Católica de Córdoba. ARG. Consultado el 16 de Julio de 2011. Disponible en: www.produccionbovina.com.
42. MORRISON, F.B. 1980. Alimentos y alimentación del ganado. Trad. De la loma J L. MEX. LIMUSA. Vol. 1.pag.24,27.
43. NOCEK, J; RUSSELL, J. 2002. Producción de carne: Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiante (en línea). Córdoba, ARG. Consultado el 29 de junio de 2011. Disponible en : produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.htm
44. ORSKOV, E.R. 1976. Producción Animal: Factores que influyen la utilización del nitrógeno proteico y el no proteico (NNP) en rumiantes jóvenes. (en línea). Rev. Tropical. 3: 95-102. Consultado el 17 de Julio de 2011. Disponible en: www.agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf.
45. PRESTON, T.R; LENG, R.A. 1990 Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Carvajal. Cali, COL .p.135.
46. REAVES, P.M.; PEGRAM, C.M. 1987. El ganado lechero y las industrias lácteas en las granjas. Trad. Arturo Sánchez Duran. MEX. LIMUSA. P. 43,66.

47. REVELO, V; ALDAZ, M. 1979. Utilización de la gallinaza en la alimentación de cerdos. Dr. Veterinario. Facultad de Ciencias Agrícolas de la U.C Quito, Ecuador. 45 p.
48. ROMERO, F; GONZALEZ. 1998. Efecto de diferentes fuentes proteicas sobre la producción de leche de vacas alimentadas con raciones a base de caña de azúcar. (en línea). Consultado el 18 de Julio de 2011. Disponible en <http://www.ciat.cgiar.com>.
49. RUIZ, E. Citado por ALVAREZ, L. R. 2005. Zootecnia Tropical: Utilización de los subproductos de la avicultura. VEN. 23(2):183-210.
50. RUIZ, M.E. 1983. Suplantación de vacas lecheras en pastoreo: Aspectos nutricionales en la producción de leche. Ed. Andrés R. Novoa. Turrialba, CR. CATIE. 1: 23,56.
51. SALVADOR, A. 2002. Midiendo el crecimiento para la crianza de las novillas. (en línea) VEN. Consultado el 8 de Julio de 2011. Disponible en <http://www.venezuelabovina.org.com>.
52. SANDOVAL, C.A; BELMOR, R. 2003. Principios para la alimentación de rumiantes. Yucatán MEX. LIMUSA. p.15.
53. SARRIA, G. M. 1973. El ganado lechero. 2da edi. Booktel. Lima Perú. Pag. 6-8.
54. SATTER, L; ROFFLER, R. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci. Pag. 50
55. SOTO, R; GALINA, C.S; RUBIO, G.I; CASTILLO, G.E; BASURTO, C.H. 1999. Efecto de la suplementación alimenticia, condición corporal y sincronización

del estro sobre la actividad de monta de vaquillas Brahman en pastoreo.(en línea). Rev. de la Facultad de Agronomía. VEN. 16(6): 63-76. Consultado el 25 de Julio de 2011. Disponible en www.produccion-animal.com.ar

56. STRITZLER, C.L. 1983. Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. Rev. ARG.. Prod. Anim. Vol. 3(4), 14-16.
57. TOBIA, C; VARGAS, E. 2000. Evaluación de las excretas de pollos de engorde (pollinaza) en la alimentación animal: Disponibilidad y composición química. CR. IICA. 24(1):47 Y 53.
58. VACCARO, L. 1987. Mejoramiento genético para la producción de leche en trópico: Reproducción y mejoramiento bovino. ed. ángel María Iturbide Collino., HON. INFONOP. p. 64,92.
59. VARGAS, E; MATA, L. 1994. Utilización de las excretas de aves en la alimentación de los rumiantes: Nutrición animal tropical. CR. CATIE. p.59-60.
60. VELEZ, M; INCAPIE, J. J; MATAMOROS, I. 2000. Producción de ganado lechero en el trópico. Ed. Zamorano. HON. Pag. 39-42
61. VIERA DE SA; 1965. Lechería tropical: Sistemas de exploración cuenca MEX. Hispano americana .p.131 y 136.
62. WATTIAUX, M. 1996. Crianza de terneras y novillas. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. USA. Pag. 6-8
63. WATTIAUX, M. 1998. Nutrición y alimentación. Universidad de Wisconsin-madison. Rev. Nutrición Animal. USA. 11,34 p

64. ZINN, R. A; BARAJAS, R; MONTAÑOSO, M. Citado por LOUGHLIN, M. 2010.
Protein and energy value of dehydrated poultry in diets feedlot cattle. J. Anim.
Sci. 2-8 p

8. ANEXOS

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

Fig. A-1. Grados de condición corporal del ganado bovino.

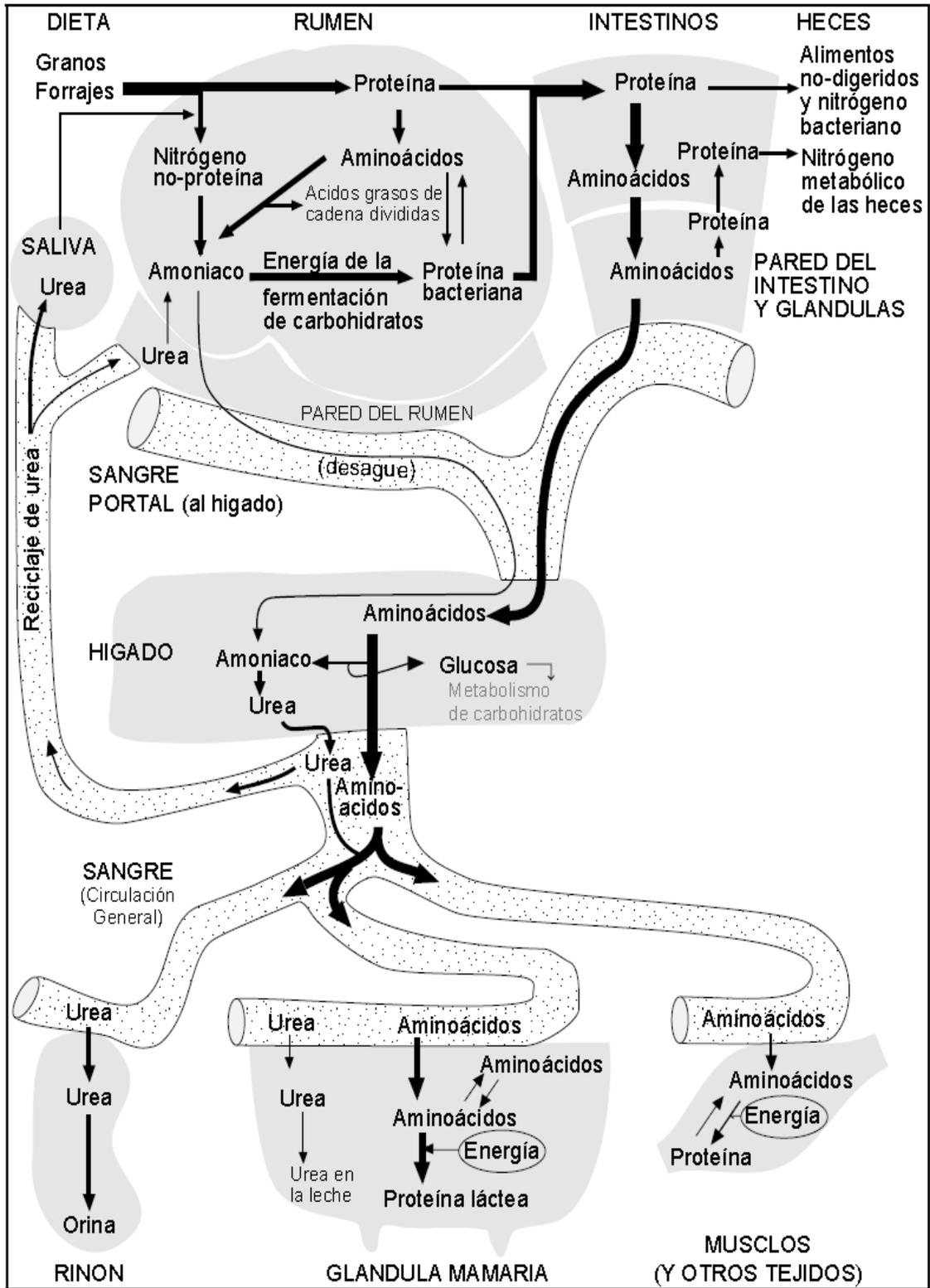


Fig.A-2. Metabolismo del nitrógeno.

CUADRO A-1. Días lactantes de las unidades experimentales antes del inicio del ensayo.

REPETICIONES.								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	44.00	76.00	104.00	112.00	59.00	199.00	594.00	99.00
T1	114.00	94.00	107.00	176.00	116.00		607.00	121.40
T2	60.00	186.00	205.00	15.00			466.00	116.50
T3	25.00	43.00	74.00	130.00	221.00	142.00	635.00	105.83
TOTAL							2,302	442.73

CUADRO A-2. Análisis de varianza de días lactantes de las unidades experimentales.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	1,645.92	548.64	0.1292 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	72,179.03	4,245.82			
Total	20	73,824.95				

ns: no significativo.

CUADRO A-3. Peso de las unidades experimentales el inicio del ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	770.50	662.00	750.00	935.00	925.00	928.00	4970.50	828.41
T1	855.00	803.00	804.00	937.50	829.50		4229.00	845.80
T2	802.80	897.00	864.00	800.00			3363.80	840.91
T3	797.50	608.00	887.00	1016.00	813.00	804.00	4925.50	820.00
TOTAL							17489.00	3335.12

CUADRO A-4. Análisis de varianza del peso de las vacas al inicio del ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	164.96	54.98	0.0052	3.20	5.18
Error	17	177,510.24	10,441.77			
Total	20	177,675.20				

ns: no significativo.

CUADRO A-5. Encastes de las unidades experimentales.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
T0	H	BR	AR	BR	BR	BR
T1	BR	BR	BR	H	BR	
T2	H	BR	BR	H		
T3	BR	BW	BR	BR	H	BR

CUADRO A-6. Número de partos de las unidades experimentales.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	2	4	1	3	2	3	15	2.50
T1	2	1	1	6	4		14	2.80
T2	1	1	4	3			9	2.25
T3	4	1	2	4	2	2	14	2.33
TOTAL								

CUADRO A-7. Análisis de varianza del número de partos de las unidades experimentales.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.85	0.28	0.1181 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	40.38	2.37			
Total	20	41.23				

ns: no significativo.

CUADRO A- 8.Producción promedio real (lbs./vaca/día) antes del inicio de la fase pre-experimental

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	7.46	7.68	8.50	12.26	19.27	21.72	12.81	76.89
T1	17.15	10.41	15.05	15.65	9.21		13.49	67.47
T2	19.40	11.00	14.28	17.60			15.57	62.28
T3	10.65	20.09	9.53	19.19	8.17	14.28	13.65	81.91
TOTAL								

:

CUADRO A-9. Análisis de varianza de producción promedio real (lbs./vaca/día) antes del inicio de la fase pre-experimental

.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	18.88	6.29	0.2599 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	413.14	24.20			
Total	20	432.02				

NS: No significativo

CUADRO A-10. Producción ajustada a los 305 días y EM hasta el inicio del el ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	5.49	5.72	6.51	9.45	14.14	18.5	59.81	9.97
T1	13.25	7.89	11.55	13	9.23		54.92	10.98
T2	14.2	9.21	12.29	12.75			48.45	12.11
T3	8.04	14.48	6.23	15	7.2	10.2	61.45	10.24
TOTAL							224.63	43.3

CUADRO A-11. Análisis de varianza de producción ajustada a los 305días y EM de las unidades experimentales.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	12.85	4.28	0.2978 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	224.40	14.37			
Total	20	257.25				

ns: no significativo.

CUADRO A-12. Producción promedio (lbs./vaca/día) al inicio de la fase pre-experimental

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	7.50	8.50	8.70	9.50	18.00	15.50	67.70	11.28
T1	15.00	7.00	12.50	9.00	11.00		54.50	10.90
T2	17.00	9.50	7.90	16.00			50.40	12.60
T3	11.50	16.50	7.50	16.50	7.00	9.00	68.00	11.33
TOTAL								

:

CUADRO A-13. Análisis de varianza de producción promedio (lbs./vaca/día) al inicio de la fase pre-experimental.

.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	21.15	7.05	0.4154	3.20	5.18
Error	17	288.61	16.97			
Total	20	309.76				

NS: No significativo

CUADRO A-14. Producción promedio (lbs./leche/vaca/día) al inicio de la experimental.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	8.00	9.03	8.50	10.00	18.5	16.50	70.50	11.75
T1	16.00	8.50	13.00	10.00	11.50		59.00	11.80
T2	18.00	10.50	9.00	17.00			54.5.0	13.62
T3	12.5	19.00	8.00	19.00	7.50	10.50	76.5.0	12.75
TOTAL							260.5	49.92

CUADRO A-15. Análisis de varianza de producción promedio (lbs./leche vaca/día) al inicio de la fase experimental.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	11.07	3.69	0.1891 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	331.73	19.51			
Total	20	342.80				

NS: No significativo

CUADRO A-16. Producción promedio (lbs./leche/vaca/día) durante la primera quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	8.40	9.03	8.60	11.00	17.70	17.50	73.23	12.03
T1	15.76	9.00	14.36	9.60	12.50		61.22	12.24
T2	17.06	9.60	10.06	15.00			51.72	12.93
T3	11.33	17.16	8.40	16.90	7.66	9.76	71.21	11.86
TOTAL							257.38	49.06

CUADRO A-17. Análisis de varianza de producción promedio (lbs/leche/vaca/día) durante la primera quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	2.96	0.98	0.064 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	259.94	15.59			
Total	20	262.9				

ns: no significativo.

CUADRO A-.18. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la segunda quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	II	II	III	IV	V	VI	Σ	X
T0	9.23	8.73	8.1	10.96	16.5	16.03	69.88	11.64
T1	15.7	8.13	13.53	8.9	11.3		57.56	11.71
T2	18.26	9.83	9.86	13.9			51.85	12.96
T3	11.26	16.53	9.16	15.83	7.5	10.06	70.34	11.72
TOTAL							249.63	48.03

CUADRO A-19. Análisis de varianza de producción de leche (lbs./vaca/día/) durante la segunda quincena de ensayo

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	5.84	1.94	0.1467 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	224.75	13.22			
Total	20	230.59				

ns: no significativo

CUADRO A-20. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la tercera quincena del ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	8.70	9.23	8.33	9.23	15.70	15.20	66.39	11.06
T1	14.33	8.63	12.77	8.63		10.73	55.09	11.01
T2	18.47	9.07	9.33			13.33	50.2	12.55
T3	9.10	15.8	8.87	15.7	6.93	9.60	66.00	11.00
TOTAL							237.68	45.62

CUADRO A-21. Análisis de varianza de producción de leche (lbs./vaca/día) durante la tercera quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	7.51	2.50	0.1988 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	213.85	12.57			
Total	20	221.36				

NS: No significativo.

CUADRO A-22. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la cuarta quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	8.70	10.40	9.10	9.40	15.83	14.96	68.39	11.39
T1	14.90	8.67	13.8	8.83	12.00		58.20	11.64
T2	18.73	10.17	9.63	12.47			51.00	12.75
T3	9.63	18.3	8.7	15.67	7.43	10.97	70.70	11.78
TOTAL							248.29	47.56

CUADRO A-23. Análisis de varianza de producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la cuarta quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	4.70	1.57	0.1184 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	225.57	13.26			
Total	20	230.27				

ns: no significativo.

CUADRO A-24. Producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la quinta quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	8.97	10.70	9.90	10.70	14.6	15.67	70.51	11.75
T1	15.40	9.07	14.30	8.60	12.73		60.10	12.02
T2	18.40	10.47	10.67	12.40			51.97	12.99
T3	10.26	18.60	8.60	16.20	7.90	11.67	73.23	12.20
TOTAL							255.81	48.96

CUADRO A-25. Análisis de varianza de producción promedio de leche (lbs./vaca/día) durante la quinta quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	3.87	1.29	0.1053 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	208.20	12.24			
Total	20	212.07				

NS: No significativo.

CUADRO A-26. Análisis de Varianza para la producción promedio (lbs./vaca/día) acumulada de las vacas al final del ensayo.

Tratamientos	Producción promedio acumulada (lbs./vaca/día)
T0	11.57 ^{ns}
T1	11.68
T2	12.83
T3	11.70

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	4.57	1.52	0.1183 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	218.28	12.84			
Total	20	222.85				

ns= no significativo.

Cuadro A 27. Resumen de producción promedio de leche (lbs./vaca/día) quincenal durante el periodo de estudio.

TRATAMIENTOS	QUIENCENAS					TOTAL	MEDIAS
	1	2	3	4	5		
T0	12.03	11.64	11.06	11.39	11.75	57.87	11.57
T1	12.24	11.51	11.01	11.64	12.02	58.42	11.68
T2	12.93	12.96	12.55	12.75	12.99	64.18	12.83
T3	11.86	11.72	11.00	11.78	12.20	58.49	11.70
TOTAL	49.06	47.83	45.62	47.56	48.96	239.03	
MEDIAS	12.26	11.95	11.40	11.64	12.24		

Cuadro A 28. Análisis de varianza de resumen de producción promedio (lbs./vaca/día) quincenal durante el periodo de estudio.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	5.28	1.76	58.67**	4.49	5.95
Bloque	4	1.92	0.48	16.00**	5.41	3.26
Error	12	5.60	0.03			
Total	19	7.62				

p□ 1%:58.67**

p□ 5%: 16.00**

CUADRO A-29. Prueba de Duncan para los bloque (quincenas).

Datos

Prueba de Duncan para los bloques (quincenas).

ETD 5%= 0.266.

ETD 1%= 0.374.

Limite de significación de Duncan para probar diferencias entre medias.

R	2	3	4	5
5%	1.00	1.05	1.08	1.09
1%	1.00	1.05	1.08	1.09
DMS 5%	0.266	0.279	0.287	0.289
DMS 1%	0.374	0.392	0.403	0.411

Medias/bloques	B I= 12.26	B V= 12.24	B II= 11.95	B IV= 11.64	V III=11.40
B I = 12.26	-	0.02 ^{ns}	0.31*	0.62**	0.86**
B II= 12.24	-	-	0.29*	0.60**	0.84**
B III=11.95	-	-	-	0.31*	0.55**
B IV=11.64	-	-	-	-	0.24 ^{ns}
B V= 11.40					

B I a B I B V B II B IV B III

B V a

B II b

B IV c

B III c

CUADRO A-30. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la primera quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	1.70	1.27	0.63	2.03	1.00	0.73	7.36	1.22
T1	2.00	0.40	1.50	1.20	0.70		5.80	1.16
T2	0.46	1.50	0.46	1.40			3.82	0.95
T3	1.20	0.73	1.50	0.93	2.10	1.40	7.86	1.31
TOTAL							24.84	4.64

CUADRO A-31. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la primera quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.32	0.10	0.3225 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	528	0.31			
Total	20	5.60				

no significativo

CUADRO A-32. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) De las vacas a la segunda quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	1.06	0.73	1.03	1.10	1.33	1.26	6.51	1.08
T1	1.40	1.90	0.93	1.00		0.80	6.03	1.20
T2	1.13	0.86	1.13			1.30	4.42	1.10
T3	1.00	0.26	1.20	1.20	1.80	1.20	6.66	1.11
TOTAL							23.62	4.49

CUADRO A-33. Análisis de varianza da ganancia diaria de paso (lbs./vaca/día) de las vaca a la segunda quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.052	0.017	0.1300 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	2.34	0.130			
Total	20	2.4				

NS: No significativo.

CUARO A-34. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la tercera quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	1.20	0.80	1.13	0.50	0.73	1.07	5.43	0.90
T1	0.93	1.30	0.50	1.23	0.93		5.89	0.97
T2	0.80	0.80	1.00	1.20			3.80	0.95
T3	0.90	0.40	1.20	1.00	0.90	0.90	5.30	0.88
TOTAL							20.42	3.70

CUADRO A-35. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) a la tercera quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.03	0.01	0.1428 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	1.22	0.07			
Total	20	1.25				

ns: no significativo.

CUADRO A-36. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	1.00	0.73	1.00	0.4	0.50	0.90	4.53	0.75
T1	0.73	0.86	0.60	1.00	0.93		4.12	0.82
T2	0.73	0.70	0.93	1.00			3.36	0.84
T3	0.83	0.5	0.96	0.73	1.00	0.80	4.82	0.80
Total							16.83	3.21

CUADRO A-37. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.02	0.007	0.2333 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	0.66	0.03			
Total	20	0.68				

ns: no significativo.

CUADRO A-38. Ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) de las vacas a la quinta quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	Σ	X
T0	1.00	0.80	0.73	0.9	0.90	1.00	5.33	0.89
T1	0.93	0.90	0.93	1.00	0.90		4.66	0.93
T2	0.73	0.90	1.00	1.10			3.73	0.93
T3	1.00	0.4	1.00	0.56	1.20	1.00	5.16	0.86
TOTAL							18.88	3.61

CUADRO A-39. Análisis de varianza de ganancia diaria de peso (lbs./vaca/día) a la quinta quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.02	0.006	0.2000 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	0.61	0.03			
Total	20	0.63				

NS: No significativo

CUADRO A-40. Análisis de Varianza para la ganancia diaria promedio
(lbs./vaca/día) acumulada de las vacas al final del ensayo.

Tratamiento	Ganancia diaria Promedio acumulada (lbs.)
T0	0.96
T1	1.01
T2	0.95
T3	0.99

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.01	0.003	0.0750 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	0.75	0.040			
Total	20	0.76				

ns: no significativo.

CUADRO A-41. Condición Corporal de las vacas al inicio del ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	2.10	1.30	1.90	2.10	2.30	2.30	12.00	2.00
T1	2.10	1.80	2.30	2.30	2.00		10.50	2.10
T2	2.20	2.30	2.00	2.00			8.50	2.12
T3	1.90	1.80	2.00	2.20	2.30	2.10	12.30	2.05
TOTAL							51.50	9.83

CUADRO A-42. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas al inicio del ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.04	0.01	.0.1666 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	1.12	0.06			
Total	20	1.16				

NS: No significativo.

CUADRO A-43. Condición Corporal de las vacas a la primera quincena del ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	2.30	1.40	2.20	2.8	2.8	2.8	14.3	2.38
T1	2.70	2.00	2.80	2.8	2.4		12.7	2.54
T2	2.60	2.90	2.30	2.1			9.9	2.47
T3	2.10	2.00	2.70	2.5	2.7	2.5	14.5	2.41
TOTAL							51.5	9.83

CUADRO A-44. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas a la primera quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.08	0.026	.0.1625 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	2.81	0.160			
Total	20	2.89				

ns: no significativo.

CUADRO A-45. Condición Corporal de las vacas a la segunda quincena del ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	2.50	1.70	2.30	2.80	2.80	2.90	15.00	2.50
T1	2.70	2.40	3.00	2.90	2.40		13.40	2.68
T2	2.80	3.00	2.60	2.20			10.60	2.65
T3	2.30	2.00	2.60	2.90	2.70	2.60	12.10	2.55
TOTAL							51.00	10.35

CUADRO A-46. Análisis de varianza de condición Corporal de la segunda quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.12	0.040	0.3076 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	2.21	0.130			
Total	20	2.33				

NS: No significativo.

CUADRO A-47. Condición Corporal de las vacas a la tercera quincena del ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	2.70	1.90	2.70	2.80	2.90	30	16.00	2.67
T1	2.80	2.50	3.00	3.00	2.40		13.70	2.74
T2	2.90	3.00	2.70	2.30			10.90	2.72
T3	2.40	2.00	2.90	3.00	3.00	2.70	16.00	2.67
TOTAL							56.60	10.80

CUADRO A-48. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas a la tercera quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.02	0.006	0.0500 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	2.16	0.12			
Total	20	2.18				

NS: No significativo

CUADRO A-49. Condición Corporal de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	2.80	2.10	2.70	2.90	3.00	3.00	16.50	2.75
T1	2.80	2.80	3.00	3.00	2.50		14.10	2.82
T2	3.00	3.00	2.80	2.60			11.40	2.85
T3	2.60	2.10	2.90	3.10	3.00	2.90	16.60	2.76
TOTAL							58.90	11.20

CUADRO A-50. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas a la cuarta quincena de ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.03	0.01	0.1250 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	1.52	0.08			
Total	20	1.55				

ns: no significativo.

CUADRO A-51. Condición Corporal de las vacas a la quinta quincena de ensayo.

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	3.00	2.80	2.90	3.00	3.20	3.00	17.88	2.98
T1	2.90	3.10	3.10	3.00	3.00		15.10	3.02
T2	3.00	3.20	2.90	2.80			11.88	2.97
T3	2.90	2.6	3.10	3.20	3.10	3.10	18.00	3.00
TOTAL							62.86	11.97

CUADRO A-52. Análisis de varianza de condición Corporal de las vacas a la quinta quincena del ensayo.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.01	0.03	0.5000 ^{ns}	3.20	5.18
Error	17	1.08	0.06			
Total	20	1.09				

ns: no significativo.

CUADRO A-53. Relación Beneficio Costo (B/C). de cada unidad experimental

REPETICIONES								
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	MEDIAS
T0	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	5.52	0.92
T1	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08		4.40	1.08
T2	1.29	1.29	1.29	1.29			5.16	1.29
T3	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	8.28	1.38
TOTAL							24.36	4.67

CUADRO A-54. Análisis de varianza de la relación beneficio costo de cada unidad experimental

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. TABLAS	
					1%	5%
Tratamientos	3	0.72	2.74	2.700**	3.20	5.18
Error	17	0.010	0.0008			
Total	20	0.73				

ns: no significativo.

CUADRO A-55. Registro de temperatura y humedad relativa durante el mes de Abril..

AÑO	MES	DIA	T° PROMEDIO	HUMEDAD RELATIVA
2011	04	1	28	66%
2011	04	2	28.6	71%
2011	04	3	30	63%
2011	04	4	29.5	60%
2011	04	5	29	63%
2011	04	6	29.4	71%
2011	04	7	29.9	55%
2011	04	8	28.2	62%
2011	04	9	29.1	66%
2011	04	10	29.5	63%
2011	04	11	28.3	44%
2011	04	12	27.4	73%
2011	04	13	27.6	74%
2011	04	14	27.7	67%
2011	04	15	27.6	66%
2011	04	16	27	73%
2011	04	17	28.3	65%
2011	04	18	27.5	69%
2011	04	19	27.5	70%
2011	04	20	28.1	64%
2011	04	21	26.3	71%
2011	04	22	25.6	75%
2011	04	23	24.9	88%
2011	04	24	27.8	73%
2011	04	25	28.4	68%
2011	04	26	28.8	68%
2011	04	27	28.2	69%
2011	04	28	29.6	64%
2011	04	29	27.7	72%
2011	04	30	28.8	68%

CUADRO A-56. Registro de temperatura y humedad relativa durante el mes de Mayo.

AÑO	MES	DIA	T° PROMEDIO	HR %
2011	05	1	29.6	62
2011	05	2	30.3	57
2011	05	3	30.8	56
2011	05	4	31.8	54
2011	05	5	31.4	42
2011	05	6	30.3	47
2011	05	7	31.1	57
2011	05	8	31.2	56
2011	05	9	30.1	61
2011	05	10	30.5	75
2011	05	11	31.0	74
2011	05	12	28.5	79
2011	05	13	27.3	82
2011	05	14	28.4	77
2011	05	15	28.6	76
2011	05	16	29.2	75
2011	05	17	28.1	74
2011	05	18	28.6	70
2011	05	19	28.7	72
2011	5	20	28.9	73
2011	05	21	27.2	75
2011	05	22	26.3	80
2011	05	23	28.4	69
2011	05	24	28.6	68
2011	05	25	28.9	73
2011	05	26	28.8	73
2011	05	27	28.1	76
2011	05	28	27.7	68
2011	05	29	28.7	66
2011	05	30	28	78
2011	05	31	26.7	81

CUADRO A-57. Registro de temperatura y humedad relativa durante 1-11 de Junio.

AÑO	MES	DIA	T° PROMEDIO	HR %
2011	06	1	27.7	75
2001	06	2	27.3	83
2011	06	3	27.4	79
2011	06	4	27.8	75
2011	06	5	27.7	74
2011	06	6	26	85
2011	06	7	26.8	82
2011	06	8	27.6	78
2011	06	9	28.9	78
2011	06	10	27.9	76
2011	06	11	27.9	70