

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



**TRABAJO DE GRADO**

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA FRECUENCIA DEL SUMINISTRO DE LA  
DIETA DIARIA (1, 3, 5 VECES POR DÍA) SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO  
DE VACAS ENCASTADAS”**

**REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTADO POR**

**JOSÉ MERCEDES RAMOS RIVAS**

**LUIS ALONSO VILLATORO VENTURA**

**DOCENTE ASESOR**

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

**CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, MARZO DE 2018**

**SAN MIGUEL EL SALVADOR CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES**

LIC. M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS

**RECTOR**

DR. MANUEL DE JESUS JOYA

**VICE-RECTOR ACADÉMICO**

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS

**VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO**

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

**FISCAL GENERAL**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**AUTORIDADES**

ING. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GOMEZ

**DECANO**

LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ

**VICEDECANO**

LIC. JORGE ALBERTO ORTÉZ HERNÁNDEZ

**SECRETARIO**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**AUTORIDADES**

ING. AGR. M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA  
**JEFE**

ING. AGR. M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA  
**DOCENTE DIRECTOR**

INGA. AGR. M.Sc. ANA AURORA BENÍTEZ PARADA  
**COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron los efectos del suministro de la dieta diaria, ofrecidas en tres frecuencias a las vacas encastadas, para determinar el rendimiento productivo de leche (lb/vaca/día), peso vivo (kg), condición corporal (escala de 1-5) y relación beneficio costo. La presente investigación se realizó en campo experimental de prácticas Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental.

En la fase de campo se utilizaron 15 vacas encastadas (Holstein, Brown Swiss y Brahmán) con una edad promedio de 89 meses, peso vivo promedio 428.09 kg y el promedio de lactancia fue 119 días; distribuidas aleatoriamente en 3 tratamientos, con igual número de unidades experimentales.

Los ingredientes utilizados para balancear la dieta en los tres tratamientos fueron; en ensilaje de sorgo, bagazo de caña, melaza, pollinaza, sal común y una suplementación de concentrado (17.2 %PT). Estos se les ofrecieron diariamente para cada tratamiento de acuerdo a su promedio de producción láctea y peso vivo en las siguientes cantidades; **T1**=250.24 lb de ensilaje, 5.54 lb de bagazo de caña, 23.25 lb de pollinaza, 27.92 lb de concentrado, 9.85 lb de melaza, 3.3 lb de sal común; **T2**= 230.54 lb de ensilaje, 5.1 lb de bagazo de caña, 21.42 lb de pollinaza, 25.72 lb de concentrado, 9.07 lb de melaza, 3.3 lb de sal común; **T3**= 228.55 lb de ensilaje, 5.06 lb de bagazo de caña, 21.23 lb de Pollinaza, 25.5 lb de concentrado, 8.99 lb de melaza, 3.3 lb de sal común. El racionamiento de la dieta diaria fue ofrecida 1, 3, 5 veces por día, para los tratamientos T1, T2, T3, respectivamente; entregando la ración de la dieta en los horarios siguientes: **T1**= 8 am; **T2**= 5 am, 11 am, 5 pm; **T3**= 5 am, 8 am, 11 am, 2 pm, 5 pm.

Para realizar el análisis experimental de los datos obtenidos en la fase de campo se utilizó un diseño completamente al azar, con igual número de repeticiones, utilizando 3 tratamientos y 5 unidades experimentales por tratamiento. Este tuvo una duración de 71 días, en los que se recopiló información de del pesos vivo (kg), calificación de la condición corporal (5 periodos de 14 días) y producción láctea registrando el peso de la leche diariamente

Las variables estudiadas fueron; rendimiento diario de leche (lb/vaca/día), peso vivo (kg), condición corporal (escala de 1-5) y evaluación económica. Se utilizó el diseño completamente al azar con igual 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 (lb/vaca/día) fue estadísticamente significativo entre los tratamientos, los resultados al final del experimento fueron; 17.49, 17.79 y 21.18 lb/vaca/día, para los tratamientos T1, T2 Y T3, respectivamente.

Para la variable peso vivo (kg) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos desde el primer hasta el quinto periodo, los promedios de peso vivo fueron; 467.72, 434.86 y 433.86 Kg, para los tratamientos T1, T2 Y T3, respectivamente.

Los resultados obtenidos en la variable de condición corporal, (escala de 1-5), desde el inicio hasta el final del experimento resultaron ser estadísticamente no significativos; los promedios finales fueron; 3.24, 3.18 y 2.81 para los tratamiento T1, T2, y T3, respectivamente.

En la evaluación económica, las relaciones beneficio costo fueron; para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente de; \$1.42, \$1.47 y \$1.72.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS**, le agradezco con toda el alma el haber estado conmigo todo este tiempo, por haberme protegido de los peligros de la vida, cuidar a mi familia y haberme ayudado durante estos años. El sacrificio fue grande pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo. Muchos iniciamos el mismo camino pero pocos pudimos llegar hasta el final, gracias Dios por haberme dado sabiduría durante todo este tiempo para que hoy pueda cumplir uno de mis más grandes sueños, gracias a ti hoy finalmente podre graduarme de la universidad, este triunfo también es tuyo.

A NUESTRO ASESOR Y JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS ING. AGR. Y M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA. Por su incondicional apoyo, paciencia acertada, incansable y desinteresada labor de orientación y coordinación 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 insumos necesarios para llevar a cabo trabajo de investigación y por brindarnos los conocimientos necesarios para hacerle frente a los retos del presente y futuro.

Al personal que labora y laboro como docentes en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Especialmente Ing. Agr., M.V MARCO ISAÍ CLAROS HERNÁNDEZ por haberme instruido en la formación profesional, así como en la creación de criterios y valores éticos.

A Luis Alonso Villatoro Ventura. Por ser mí apoyo y siempre estar a mi lado y por ser mi amigo leal. Tu apoyo no puedo pagarlo ni con toda la plata del mundo por que ha sido muy bueno y solo puedo pagarte con agradecimiento eterno. Prometo siempre estar cuando me necesites.

## DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo personal y logro académico profesional:

**A DIOS**, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

**A MIS PADRES**, por ser los pilares más importantes y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias y opiniones. A mi padre MERCEDES RAMOS TOVAR, a pesar de nuestra distancia física, siempre estás conmigo en las buenas y en las malas, aunque hay muchas cosas que no hemos podido vivir juntos, sé que este momento es tan especial para ti como lo es para mí. A mi madre SONIA DEL CARMEN RIVAS DE RAMOS, por compartir momentos significativos conmigo cualquier y por estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento y en especial aquella ocasión que me diste ánimo para no abandonar la escuela.

**A MI HERMANA**, SONIA GUADALUPE RAMOS RIVAS que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

**A MI ABUELO**. PEDRO RAMOS MENJIVAR (Q.D.D.G) Aparte de ser mi abuelo y padre, fuiste mi consejero y mi mejor amigo. Gracias por ser mi inspiración.

**A MI HIJO**, CARLOS EDUARDO RAMOS JIMÉNEZ, por venir y cambiarme la vida, tu eres la luz de mi vida, lo que me anima a seguir, eres el origen de mis desvelos, de mis preocupaciones y de mis ganas de ser mejor persona. GRACIAS, MARIA ARCADIA JIMENEZ CORTEZ, porque aunque no poseo mucho dinero, ni tengo lujos, tengo vida, salud y una hermosa familia.

**A TODA MI FAMILIA**, por su apoyo y afecto incondicional, en especial a mi tío, DOLORES RAMOS TOVAR, por esas cosas de la vida no fue posible que papá estuviera a mi lado, pero Dios me dio la bendición de tener un tío tan bueno y amoroso como lo eres tú, te agradezco por todo lo que haces por mí.

José Mercedes Ramos Rivas

## AGRADECIMIENTOS

**A DIOS**, le agradezco con todo el corazón por estar conmigo todo este tiempo, por haberme protegido de los peligros de la vida, cuidar a mi familia y haberme ayudado durante todos estos años. El camino fue largo pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo. Muchos iniciamos el mismo camino pero pocos pudimos llegar hasta el final, gracias Dios por haberme dado sabiduría y paciencia durante todo este tiempo para que hoy pueda cumplir uno de mis sueños, gracias a ti hoy finalmente podre graduarme de la universidad, este triunfo también es tuyo.

A NUESTRO ASESOR Y COORDINADOR DEL PROCESO DE GRADUACIÓN ING. AGR. Y M.Sc. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA. Por su incondicional apoyo, paciencia acertada, incansable y desinteresada labor de orientación y coordinación en la elaboración de nuestro trabajo de investigación. Por siempre inculcarnos el valor de la responsabilidad y que siempre demos lo mejor de nosotros.

A la Universidad de El Salvador, en especial al departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, por habernos brindado los insumos necesarios para llevar a cabo trabajo de investigación y por brindarnos los conocimientos necesarios para hacerle frente a los retos del presente y futuro.

Al personal que labora y laboro como docentes en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, por haberme instruido en la formación profesional, así como en la creación de criterios y valores éticos.

A todos los trabajadores de campo, que laboran en el departamento de Ciencias Agronómicas que nos ayudaron en nuestra investigación, especialmente a Juan Ricardo Alvarenga. Por el aporte que nos dio en nuestro tema de investigación

A mi compañero de tesis, José Mercedes Ramos Rivas. Gracias por ser mi compañero y amigo, por siempre estar pendiente y por ser mi apoyo por tu sinceridad y confiar en mí para que emprendiéramos este camino. Gracias por Tu apoyo tu sacrificio no puedo pagarlo pero espero estar ahí cuando me necesites y siempre seas el amigo fiel y sincero valió la pena las pedaleadas.

## DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo personal y logro académico profesional:

**A DIOS**, por haberme dado la vida y salud, permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

**A MIS PADRES**, por ser los pilares más importantes y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias. A mi padre LUIS ALONSO VILLATORO, a pesar de nuestra distancia física, de tantos años lejos no te olvidas y siempre estás conmigo en las buenas y en las malas, aunque hay muchas cosas que no hemos podido vivir juntos, sé que este momento es tan especial para ti como lo es para mí. Especialmente mi madre MARIA NICOLASA VENTURA DE VILLATORO, por hacer la función de padre y madre por compartir momentos significativos conmigo cualquier y por estar dispuesta a escucharme y apoyarme en cualquier momento por siempre inculcarme que lo que se empieza siempre hay que terminarlo, sin importar los obstáculos en el camino

**A MI HERMANOS**, ABRHAM MAURICIO VILLATORO VENTURA, VERONICA DEL CARMEN VILLATORO VENTURA, PAULA DINORA VILLATORO VENTURA, que con sus consejos y aporte económico me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

**A MI ABUELO**, ANTONIO FLORENCIO VENTURA. Aparte de ser mi abuelo y padre, fuiste mi consejero y mi mejor amigo. Gracias por ser mi inspiración en la profesión que hoy culmino.

**A MI ABUELA**, PAULA DIAZ. Que con su cariño y gran voluntad siempre me esperas y estas pendiente de mí, Esto es para ti gracias por tus oraciones.

**A UNA PERSONA TAN ESPECIAL**. TELMA ARELY MOLINA, que durante estos años de carrera ha estado siempre a mi lado brindándome su amor su comprensión siempre estar con migo en las buenas y en las malas solo puedo decir que (te amo) y gracias por estar con migo siempre. Luis Alonso Villatoro Ventura.

## INDICE

RESUMEN .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	ix
DEDICATORIA.....	x
ÍNDICE DE CUADRO.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO DE REFERENCIA .....	3
2.1 Explotación de bovinos de doble propósito en el trópico .....	3
2.2 Sistema de explotación lechera en los trópicos. ....	3
2.2.1 Explotación extensiva o pastoreo.....	3
2.2.2 Explotación intensiva o estabulación .....	4
2.3 El aparato digestivo de los bovinos.....	5
2.3.1 Estómagos de los rumiantes .....	5
2.4 Componentes de la dieta en la nutrición del ganado vacuno.....	8
2.1.1 Sistema mixto.....	9
2.2 Alimentos ofrecidos en la dieta para el ganado vacuno.....	11
2.2.1 Pastos y Forrajes. ....	11
2.2.2 Ensilajes.....	11

2.2.3	Concentrados.....	11
2.3	Balanceo de la dieta diaria para ganado de doble propósito. ....	12
2.4	Factores que afectan el consumo de alimento en el ganado bovino .....	14
2.4.1	Estado fisiológico del animal.....	14
2.4.2	Clima.....	15
2.4.3	Etapa de Producción.....	15
2.5	Metabolismo de las proteínas y nitrógeno no proteico en los rumiantes.....	16
2.5.1	Metabolismo de las proteínas .....	16
2.5.2	Metabolismo del nitrógeno .....	17
2.6	Condición corporal en las vacas lecheras.....	18
2.6.1	Evaluación de la condición corporal.....	19
2.7	Estudios de frecuencia de alimentación.....	19
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	Generalidades.....	25
3.1.1.	Localización del ensayo.....	25
3.1.2.	Características climáticas.....	25
3.1.3.	Fase de campo. ....	25
3.1.4.	Instalaciones. ....	26
3.2.	Unidades experimentales.....	28
3.3.	Metodología estadística. ....	28

3.3.1.	Diseño estadístico.....	28
3.3.2.	Descripción de los tratamientos. ....	29
3.4.	VARIABLES EN ESTUDIO. ....	30
3.5.	Toma de datos. ....	30
3.6.	Descripción de la ración alimenticia. ....	30
3.7.	Suministro de la ración.....	30
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
4.1.	Producción de leche (libras/vaca/día). ....	32
4.2.	Peso vivo en Kilogramos.....	42
4.3.	Condición corporal .....	47
4.4.	Análisis económico .....	50
4.4.1.	Relación Beneficio/Costo .....	52
5.	CONCLUSIONES .....	54
6.	RECOMENDACIONES.....	55
7.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	56
8.	ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro	Página
1.	Rendimiento promedio de leche (libras/vaca/día) por tratamiento durante las fases pre experimental y experimental..... 32
2.	Peso vivo (Kg.) por tratamiento durante el estudio..... 42
3.	Condición corporal (CC) promedio por tratamiento..... 48
4.	Análisis financiero por vaca por día en cada una de las frecuencias de alimentación..... 51
A-1.	Resumen de la producción de leche por vaca por día, en el periodo pre experimental..... 61
A-2.	Análisis de varianza de producción de leche por vaca por día, en el periodo pre experimental. .... 61
A-3.	Resumen de la producción de leche por vaca por día, ajustada a los 305 días, en el periodo pre experimental. .... 62
A-4.	Análisis de varianza de la producción de leche por vaca por día, ajustada a los 305 días, en el periodo pre experimental. .... 62
A-5.	Resumen de días lactando, en el periodo pre experimental..... 63
A-6.	Análisis de varianza de días lactando, en el periodo pre experimental. .... 63
A-7.	Resumen de números de partos por vaca, en el periodo pre experimental. .... 64
A-8.	Análisis de varianza de números de partos, en el periodo pre experimental. .... 64
A-9.	Producción real de leche promedio (lb/vaca/día) para el primer periodo (15 días) de estudio..... 65
A-10.	Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el primer periodo (15 días) del estudio..... 66
A-11.	Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el primer periodo (15 días) del estudio..... 66
A-12.	Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el segundo

	periodo (29 días) del estudio.....	67
A-13	Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el segundo periodo (29 días) del estudio.....	68
A-14.	Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre producción real de leche promedio lb/vaca/día para el segundo periodo (29 días) del estudio.....	68
A-15.	Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el tercer periodo (43 días) del estudio.....	69
A-16.	Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el tercer periodo (43 días) del estudio.....	70
A-17.	Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre producción real de leche promedio lb/vaca/día para el tercer periodo (43 días) del estudio.....	70
A-18.	Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el cuarto periodo (57 días) del estudio.....	71
A-19.	Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el cuarto periodo (57 días) del estudio.....	72
A-20.	Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre la Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el cuarto periodo (57 días) del estudio.....	72
A-21.	Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el quinto periodo (71 días) del estudio.....	73
A-22.	Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el quinto periodo (71 días) del estudio.....	74
A-23.	Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el quinto periodo (71 días) del estudio.....	74
A-24.	Peso vivo (Kg) antes del inicio del experimento.....	75
A-25.	Peso vivo (Kg) primer periodo (15 días) del estudio. ....	76
A-26.	Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el primer periodo (15 días) del estudio.....	76
A-27.	Peso vivo (Kg) segundo periodo (29 días) del estudio.....	77

A-28.	Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el segundo periodo (29 días) del estudio.....	77
A-29.	Peso vivo (Kg) tercer periodo (43 días) del estudio.....	78
A-30.	Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el tercer periodo (43 días) del estudio.....	78
A-31.	Peso vivo (Kg) cuarto periodo (57 días) del estudio.....	79
A-32.	Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el cuarto periodo (57 días) del estudio.....	79
A-33.	Peso vivo (Kg) quinto periodo (71 días) del estudio.....	80
A-34.	Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el quinto periodo (71 días) del estudio.....	80
A-35.	Promedio de peso vivo (Kg) desde el inicio hasta el final del estudio.....	81
A-36.	Condición corporal (escala de 1 - 5) antes del inicio del experimento.....	81
A-37.	Condición corporal (escala de 1-5) para el primer periodo (15 días) del estudio.....	82
A-38.	Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el primer periodo (15 días) del estudio.....	83
A-39.	Condición corporal (escala de 1-5) para el segundo periodo (29 días) del estudio.....	83
A-40.	Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el segundo periodo (29 días) del estudio.....	84
A-41.	Condición corporal (escala de 1-5) para el tercer periodo (43 días) del estudio.....	84
A-42.	Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el tercer periodo (43 días) del estudio.....	85
A-43.	Condición corporal (escala de 1-5) para el cuarto periodo (57 días) del estudio.....	85
A-44.	Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el cuarto periodo (57 días) del estudio.....	86
A-45.	Condición corporal (escala de 1-5) para el quinto periodo (71 días)	

	del estudio.....	86
A-46.	Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el quinto periodo (71 días) del estudio.....	87

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Rendimiento promedio de leche (libras/vaca/día) por tratamiento durante las fases pre experimental y experimental.....	33
2. Producción de leche promedio (libra/vaca/día) entre los periodos de estudio.....	36
3. Peso vivo (kg.) por tratamiento durante el estudio.....	43
4. Condición corporal (CC) promedio por tratamiento durante el estudio.....	48

## 1. INTRODUCCIÓN

El Salvador por su poca área territorial y sus altos índices de población, requiere una enorme demanda de alimentos, de origen agrícola y pecuarios para abastecer la demanda percapita y con esto suplir los requerimientos nutricionales de la población; sin embargo, la demanda alimenticia no se cubre con la producción nacional, debido a que El Salvador es un país con grandes problemas agropecuarios, uno de muchos problemas es la falta de investigación para la producción de los hatos lecheros, a causa de esto la capacidad de producción de los hatos no rinde al máximo, por la falta de asesoría y el mal manejo que los productores realizan en sus hatos.

Debido a los bajos rendimientos y la poca rentabilidad de los hatos lecheros, es preciso desarrollar una metodología que ayude a los pequeños, medianos y grandes productores a aumentar los ingresos de producción de los mismos.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), por medio de la Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA), el rubro ganadero produjo en los últimos cinco años, un promedio de leche anual de 478254.6 litros; generando más de 150 mil empleos, entre la fase de producción, transporte y procesamiento.

La alimentación es un factor importante para poder cosechar una alta producción de leche. La dieta que se debe ofrecer a los bovinos debe suplir todas las necesidades nutricionales para que este pueda tener un excelente rendimiento productivo.

Esta investigación pretende mejorar el rendimiento productivo de leche y peso vivo en los hatos lecheros, debido a que existe la necesidad en este rubro de ser eficiente en la producción y rentabilidad, contribuyendo de esta manera a ofrecer otra metodología a los productores que se dedican a la explotación de hatos lecheros.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar, la frecuencia del suministro de la dieta diaria (1, 3, 5 veces por día) sobre el rendimiento

productivo de vacas encastadas. El experimento se realizó con registros de producción y reproducción de la ganadería del Campo Experimental y de Practicas Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Ubicada en el Cantón El Jute, Jurisdicción y Departamento de San Miguel. Durante el periodo de marzo a mayo del 2015. Las variables en este estudio fueron; producción de leche, peso vivo, condición corporal, relación beneficio costo.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### 2.1 Explotación de bovinos de doble propósito en el trópico

Cortez y col. (11) mencionan, que la leche producida en el clima tropical de América Latina, proviene principalmente de lecherías especializadas y de doble propósito. Este último sistema de producción surge con la finalidad de tener un ingreso doble, con la venta de la leche que estos producen mediante el ordeño y sus carnes provenientes de los machos sacrificados como novillo y vacas de descarte. Estos empresarios del sector agropecuario utilizan como base de producción al ganado vacuno, proveniente de la fusión entre cebú y criollos, cruzados a su vez con razas de vacas europeas. De acuerdo a sus índices de ganancia y costo de inversión, la ganadería de doble propósito es la más empleada o utilizada por la mayoría de comerciantes, bien sea pequeños, medianos y grandes empresarios que tienen sus inversiones en el ganado bovino, siendo así el método económico que tiene mayor poder en cuanto a la agricultura nacional de cada país.

### 2.2 Sistema de explotación lechera en los trópicos.

Según Castaldo (10) un sistema de producción bovina se caracteriza en primer lugar por el propósito que persigue, es decir; si busca producir de leche, carne, pie de cría, terneros de engorda, o producción de doble propósito. Esto hace que el empresario se incline por un tipo especial de ganado, el cual le vaya a ser más productivo para sus metas. Otros factores fundamentales a tener en cuenta y que influyen de manera significativa en un sistema de producción son la alimentación, el sexo y la edad de los animales, según su objetivo de mercado.

#### 2.2.1 Explotación extensiva o pastoreo

Según Espejo Marin (13) la explotación del ganado bovino de forma extensiva, es la más antigua y clásica de todos los sistemas existentes. Este sistema se ve influenciado por una climatología no compatible con una agricultura rentable.

El hombre por mucho tiempo ha venido comparando los términos pastoreo y extensivo, en el sentido de grandes extensiones de terreno; pero la realidad es mucho

más compleja, ya que el factor determinante, con independencia del soporte territorial de la explotación, es la productividad animal alcanzada.

El sistema de explotación extensiva es utilizado, con animales de escasa productividad, rústicos y no seleccionados para una única aptitud mantenidos en un bajo nivel de nutrición, en un medio desfavorable para el cultivo agrícola rentable y del que dependen en gran medida para su alimentación, con unas exigencias mínimas de capital y mano de obra especializada, Vieira de Sá (33)

Dentro de las ventajas del sistema extensivo se encuentran, el aprovechamiento de los recursos naturales, la explotación de razas autóctonas perfectamente adaptadas al medio ambiente, mínima inversión de capital y la rentabilidad en relación al capital invertido. Sin embargo se destacan inconvenientes tales como; estacionalidad en las producciones, excesiva duración de los ciclos productivos y heterogeneidad en la estructura de los rebaños. Esto obliga a que la alimentación sea inadecuada para muchos individuos del conjunto, cuando para otros es perfectamente racional (33).

### 2.2.2 Explotación intensiva o estabulación

Espejo Marin (13) manifiesta, que el sistema intensivo no va dirigido al aprovechamiento de los recursos naturales improductivos, como en el caso del sistema extensivo. Si no por el contrario es un sistema de explotación especializado altamente tecnificado, ofreciendo condiciones como; la genética, nutrición, higiene, sanidad, instalaciones y equipos, los cuales permiten, por un lado que el animal exprese sus máximas posibilidades productivas, en el menor tiempo posible.

Desde el punto de vista económico, en este sistema se debe aplicar la ley productividad/relatividad. Principio económico que prima en la intensiva de "los incrementos decrecientes", según el cual, " a medida que cada uno de los factores de producción actúa con mayor intensidad, su rendimiento va decreciendo".

El factor trabajo tiene una influencia decisiva, la mano de obra exige una cualificación muy superior a la de las explotaciones extensivas debido a la mayor complejidad técnica de los medios que se manejan. Por otro lado, la explotación intensiva necesita otro tipo de mano de obra que no siempre tiene reflejo contable

directo, ya que se trata de la labor de dirección y gestión que, al margen de caracterizar al propio régimen intensivo, influye sobre la rentabilidad de tres formas distintas:

- Disminuyendo los costos de producción.
- Revalorizando los productos.
- Integrando la explotación bajo la forma empresarial más idónea.

Sin embargo, la explotación intensiva no ofrece en sí misma la mejor solución en producción animal, ni adoptarla garantiza su total rentabilidad en todos los casos. Más bien hay que evaluar las ventajas e inconvenientes que tolera y decidir su implantación en función de las circunstancias del mercado, mano de obra competente, capital inicial y circulante abundantes, ya que todos estos factores pueden inclinar definitivamente la rentabilidad o pérdida según las circunstancias iniciales.

### 2.3 El aparato digestivo de los bovinos

Según Frandson (14) el aparato digestivo tiene como funciones; la recolección del alimento, desmenuzamiento, digestión enzimática, absorción de los nutrientes y la absorción de las partes no digeridas.

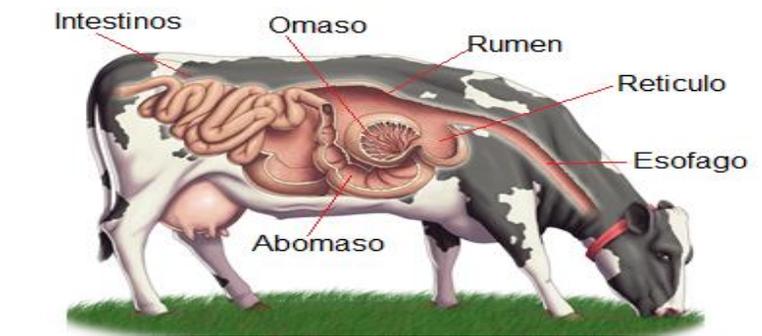
Anatómicamente, el aparato digestivo de un rumiante está conformado por:

- Cavidad bucal, incluyendo labios, mejillas, dientes, lengua y glándulas salivares.
- Faringe y esófago.
- Estómagos (rumen retículo, omaso y abomaso).
- Intestino delgado.
- Intestino grueso.
- Glándulas anexas digestivas (hígado, vesícula biliar y páncreas).

#### 2.3.1 Estómagos de los rumiantes

El estómago de los bovinos está dividido en cuatro compartimentos; rumen o panza, retículo o bonete, omaso o librillo y abomaso o cuajar. El rumen y el retículo se pueden diferenciar anatómicamente, pero fisiológicamente forman una unidad. Los tres primeros son considerados bolsas esofágicas o pre-estómagos desprovistas de

glándulas digestivas, mientras que el abomaso si las posee y es considerado el estómago verdadero. En los rumiantes el esófago es común para el rumen y el retículo y se abre en una cúpula, llamada atrio ventricular (14).



Aparato digestivo del bovino

#### 2.3.1.1 Retículo y rumen

El retículo y rumen son los primeros estómagos de los rumiantes, siendo estas grandes y verdaderas cámaras de fermentación que puede contener de 100-120 kg de materia en digestión. El contenido del retículo es mezclado con los del rumen casi continuamente. Ambos estómagos comparten una población densa de microorganismos (bacteria, protozoos y hongos) que digieren parcialmente el alimento. La función de los antes mencionados es importante por cuanto el rumiante, al igual que los demás organismos superiores, no tiene en sus jugos gástricos las enzimas necesarias para digerir la celulosa, hemicelulosa y lignina, principales componentes de los pastos. De igual manera los rumiantes por si solos, no son capaces de sintetizar proteína a partir de productos nitrogenados no proteicos como la urea.

Durante el proceso digestivo (masticación, fermentación y remasticación) las partículas de fibra se quedan en el rumen de 20 a 48 horas, esto debido a que la fermentación bacteriana es un proceso lento. Solo las partículas que tienen un tamaño pequeño (<1-2 mm) o son densos (>1.2 g/ml) pueden proceder al tercer estómago (omaso) (14).

El número de bacterias presentes en el rumen oscilan entre  $10^9$  y  $10^{10}$  por ml de jugo digestivo, mientras que para los protozoos es  $10^6$ . Entre las bacterias del rumen se pueden mencionar:

- *Bacterias celulolíticas*: digieren la fibra. Son susceptible a un pH bajo (<6.0) y a niveles superiores de 5% de grasa en la dieta, Vélez y col. (32)
- *Bacterias amilolíticas*: digieren almidón y azúcar. Entre ellas *Streptococcus bobis*, que crecen cuando hay cantidades altas de azúcar y almidón y el pH es bajo. Se puede multiplicar en forma explosiva (duplica su número cada 13 minutos) y produce ácido láctico.
- *Bacterias metanogénicas*: utilizan como fuente de energía el hidrogeno que se produce en el rumen al transformarlo en metano.

Los protozoos se nutren de bacterias, además del alimento que entra al rumen. Estos ingieren grandes cantidades de almidón con lo que limitan la digestión del mismo por las bacterias y con ello la reducción del pH, Vélez y col. (32)

#### 2.3.1.2 Omaso

El tercer pre-estomago anatómicamente se parece a un balón de fútbol, teniendo una capacidad de almacenamiento de aproximadamente hasta 10 kg. El omaso es un órgano pequeño que tiene una alta capacidad de absorción. Permite el reciclaje de agua y minerales tales como sodio y fósforo que pueden retornar al rumen a través de la saliva. El omaso no es esencial, sin embargo es un órgano de transición entre el rumen y el abomaso, que tienen modos muy diferentes de digestión (13).

#### 2.3.1.3 Abomaso

Este cuarto compartimento es el estómago verdadero. Tiene mucha similitud desde el punto de vista fisiológico al estómago de los animales no-rumiantes. Secreta un ácido fuerte (ácido clorhídrico) y muchas enzimas digestivas tales como (renina pepsina y lipasa). En los animales no-rumiantes, los alimentos primero son digeridos en el estómago, sin embargo en rumiantes, los alimentos que entran el abomaso son compuestos principalmente de partículas no-fermentadas de alimentos, algunos

productos finales de la fermentación microbiana y los microbios que crecieron en el rumen (13).

#### 2.4 Componentes de la dieta en la nutrición del ganado vacuno.

A diferencias de las aves y los cerdos, los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, esto quiere decir que dependen mayormente de pastos y forrajes para su alimentación, con lo que cubren todas sus necesidades fisiológicas tales como; crecimiento, mantenimiento, preñez, producción láctea y desarrollo de la condición corporal, Gasques (15).

Según Gasques (15) los avances tecnológicos han generado nuevas formas de alimentación para los bovinos, tanto de tipo cárnico como lechero con el fin de satisfacer la siempre creciente demanda de ambos rubros. Las nuevas formas de alimentación se basan en el uso racional de alimentos concentrados que se incluyen a las dietas en las diferentes etapas del ciclo productivo.

##### 2.4.1.1 Materia seca

Según Ayanz y col. (5) los animales para el correcto funcionamiento de su aparato digestivo, necesitan ingerir como mínimo, una cierta cantidad de alimento. En los rumiantes, por su especialización y diversificación, esa cantidad es particularmente alta. Sin embargo, debido al volumen limitado del aparato digestivo y también a la limitada velocidad de tránsito de los alimentos a través del mismo, tienen, por otra parte, una capacidad máxima de ingestión diaria de alimento (en función al peso vivo y producción láctea).

##### 2.4.1.2 Agua

Según FAO (25) un acceso libre al agua limpia y fresca es una buena práctica fundamental para sostener un buen consumo. Éste consumo depende de la categoría y el tamaño del animal, la raza, la dieta, la producción láctea, la humedad y la temperatura ambiente. El agua retenida por mucho tiempo permanece, generalmente, más sucia y menos fresca. Se sugiere utilizar al menos 3 cm de bebedero por animal. La provisión de agua debe tener capacidad para ofrecer con seguridad al menos 70

litros/animal/día en época seca y la mitad en época de lluvias para vacas o novillos en terminación. Como dato de referencia se utiliza el valor de 10 litros/50 kg de peso vivo.

### 2.1.1 Sistema mixto

Una vez ostentadas las características que definen los dos sistemas de explotación del ganado más conocidos, pasamos a hablar de otro sistema, ya que la ganadería en el trópico no se explota principalmente bajo los sistemas citados anteriormente, sino que coexiste uno nuevo. Este se denomina mixto, por tener características del extensivo y del intensivo.

El sistema mixto aúna las ventajas de los dos sistemas ya conocidos, por un lado, los animales pueden desarrollar su naturaleza de animal de pastoreo, dedicando gran parte del día a dicha actividad, ingiriendo una gran proporción de su dieta en forma de fibra (con lo que conlleva de beneficio económico y de bienestar animal), y por otro lado, se controlan los animales, ya que éstos pasan un tiempo (incluyendo la noche) protegidos en los corrales, de manera estabulada, según Avelar (4).

#### 2.1.1.1 Proteína

Proteínas son compuestos altamente polimerizados, que están formados por aminoácidos. También se unen a componentes no proteicos. Las proteínas se encuentran entre los nutrientes más importantes, junto con los lípidos y los carbohidratos. Las proteínas dependen de su digestibilidad y esta última a su vez de la estructura; es decir, de su composición aminoacídica. El contenido de aminoácidos esenciales determina el valor biológico, es decir, el mayor aprovechamiento fisiológico de una proteína por parte del organismo de los animales (13).

#### 2.1.1.2 Carbohidratos

Según el INATEC (17) los carbohidratos son sustancias importantes que se consumen como energía, se encuentran en los músculos en forma de glucógeno. Los carbohidratos en las plantas se presentan en forma de monosacáridos, disacáridos, almidones, celulosa y lignina. Las enzimas digestivas en los animales no pueden digerir la celulosa y la lignina, pero en el caso de los herbívoros, como las vacas y caballos; en

el tracto digestivo los microorganismos funcionan para la descomposición y digestión de los alimentos.

#### 2.1.1.3 Fibra

Es uno de los principales componentes en las dietas de vacas lecheras. Por lo tanto, es necesario determinar para cada caso en particular la cantidad adecuada de fibra que las vacas deben consumir. Cuando la cantidad de fibra en la dieta es excesiva, la producción se ve afectada debido a que se produce un mayor llenado ruminal, una menor tasa de pasaje y un menor consumo. Por otro lado, cuando el aporte de fibra es bajo, existe riesgo de problemas como acidosis, laminitis o desplazamiento de abomaso. Las consecuencias productivas son un bajo porcentaje de grasa en leche, una inversión en la relación grasa: proteína de la leche y, en casos extremos de acidosis, un menor consumo y producción. Bargo y col. (6)

#### 2.1.1.4 Vitamina

Según Mora (22) las vitaminas son sustancias orgánicas imprescindibles para la evolución normal de los procesos vitales en el organismo animal. Son necesarias para mantener la salud y la capacidad de rendimiento y han de aportarse con los alimentos. Por regla general, el organismo animal no puede sintetizar por sí mismo las vitaminas.

Las Vitaminas Se clasifican en dos grandes grupos: aquellas solubles en agua (como las de complejo B y vitamina C) y la solubles en lípidos como (vitaminas A, D, E y K) las vitaminas de complejo B no son almacenada en los tejidos por lo que el suministro es constante en la alimentación, a excepción de la vitamina B 12.

#### 2.1.1.5 Minerales

Según Arriaza y col. (2) los minerales pueden expresarse en la dieta como cenizas totales o como elementos individuales (Ca, p y Mg). Estos le confieren la estructura a los huesos y a otras células y son necesarios en muchos procesos enzimáticos y químicos en el organismo.

## 2.2 Alimentos ofrecidos en la dieta para el ganado vacuno.

### 2.2.1 Pastos y Forrajes.

Sandoval y col. (29) manifiesta que los pastos y forrajes son un buen alimento para los bovinos. Tomando en cuenta que el pasto es el tejido vegetal de las gramíneas (maíz, sorgo, avena, trigo, etc.) y leguminosas (soja, alfalfa, gandul, etc.) que se desarrollan en los potreros y que el animal los obtiene en pastoreo directo. Mientras que los forrajes de igual manera son gramíneas o leguminosas, pero cosechadas para ser suministradas como alimento, sea este en forma verde, seca o procesada (heno, ensilaje y rastrojo).

### 2.2.2 Ensilajes.

El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. La calidad del ensilaje depende de cómo se haya conservado el forraje, o sea, de la calidad del proceso de fermentado. La ingesta de ensilaje por parte de un bovino varía considerablemente dependiendo de factores como; acidez, palatabilidad, porcentaje de materia seca, etc.)

Entre las características de ensilaje se pueden mencionar:

- Color, desde verde claro hasta amarillo verde marrón.
- Olor agradable.
- Fuerte acidez.
- Textura firme con hojas intactas, según Sandoval (29)

### 2.2.3 Concentrados.

Son alimentos con alto contenido de proteína, energía y poca fibra. Los granos de los cereales como el trigo, centeno, cebada, avena, maíz y sorgo son los más importantes, Sandoval (29).

El concentrado tiene ciertas restricciones no benéficas en las vacas. Por ejemplo las vacas de alta producción se le suministra raciones elevadas de concentrado una o dos veces al día (en función al peso vivo y producción láctea), lo cual ocasionan un

descenso brusco de pH en el rumen después de cada alimentación, ya que son carbohidratos altamente fermentables que afectan la digestión. Una reducción del pH en el rumen de 6.5 - 6.0 reduce la digestibilidad de la fibra en forma moderada, y un pH menor a 6.0 lo hace en forma severa. La primera se obtiene con una división de alrededor del 15% de carbohidratos fácilmente solubles en la dieta y la segunda cuando esto sobrepasa el 30%, Vélez y col. (32).

La distribución de concentrado en cuatro dosis diarias, en lugar de dos, al momento del ordeño, aumenta la producción de grasas y de proteínas, reduce la incidencia mastitis y aumenta la fertilidad esto lo atribuyen al que se evita la liberación de endotoxinas causadas por una acidosis crónica. En las vacas manejadas de forma estabuladas se puede obtener una mejor distribución de la ración de concentrado mezclándolo con forraje para así obtener una dieta única y una ingestión uniforme a lo largo del día.

### 2.3 Balanceo de la dieta diaria para ganado de doble propósito.

El NRC (23) manifiesta, que para controlar los costos en la producción bovina de leche y carne, es importante planificar cuidadosamente las necesidades alimenticias. Si bien controlar los costos es importante, la rentabilidad a largo plazo solo se puede mantener utilizando una ración cuidadosamente balanceada con las necesidades del hato. Dichas raciones se deben formular o balancear para cubrir las necesidades nutritivas del ganado en un determinado estado de producción, tomando en cuenta el costo de la ración, palatabilidad de los ingredientes y cualquier otra complicación de digestibilidad que pueda surgir con la mezcla. Las raciones deben ser balanceadas para ofrecer y cubrir la demanda de energía, proteínas, vitaminas y minerales.

La concentración nutricional de una ración alimenticia varía para cada clase o grupo de vacas. Esta variación dependerá fundamentalmente de los siguientes factores; peso de la vaca, rendimiento y composición de la leche, condición corporal, período de lactancia, como los más importantes.

En este sentido, el National Research Council realizó estudios sobre los requerimientos nutricionales para el ganado bovino, elaborando tablas con información

sobre requerimientos nutricionales que le permitan al ganadero determinar la óptima utilización de los alimentos para sus animales, de acuerdo a los resultados que se desee obtener.

Una de las mejores vías para reducir los costos de producción, es ofrecer una dieta diaria adecuada que represente al menos el 50% de los costos totales. Esto incluye el hecho que, dentro de los límites a mayor producción, mayor utilización de los nutrientes ya que se reduce la proporción del mismo destinada al mantenimiento.

Para asegurar un crecimiento adecuado, a las vacas de primer parto se les debe aumentar su requerimiento de mantenimiento en un 20% útil, y la del segundo parto en un 10%. En pastoreo hay que aumentarlo considerando la energía requerida por animal al caminar. En potreros planos con abundante forraje el incremento se puede estimar en un 25% y en potreros en pobres condiciones un 50% o más (23)

Los requisitos nutricionales de vacas en lactancia, de acuerdo a la tabla modificada de NCR para el año de 1989 es la que se detalla a continuación.

PESO VIVO	ENERGÍA			PROTEÍNA CRUDA	MINERALES	
	Kg	ENL Mcal	EM Mcal		ED Mcal	gr
<b>MANTENIMIENTO DE VACAS EN LACTANCIA</b>						
400	7.16	12.01	13.80	318	16	11
450	7.82	13.12	15.08	341	18	13
500	8.46	14.20	16.32	364	20	14
550	9.09	15.25	17.53	386	22	16
<b>%GRASA</b>	<b>PRODUCCIÓN DE LECHE (nutrientes por kg)</b>					
3.0	0.64	1.07	1.23	78	2.73	1.68
3.5	0.89	1.15	1.33	84	2.97	1.83
4.0	0.74	1.24	1.42	90	3.21	1.98
4.5	0.78	1.32	1.51	96	3.45	2.13
<b>PESO</b>	<b>CAMBIO DE PESO EN LA LACTANCIA (nutrientes por kg)</b>					
Perdió	-4.92	-8.25	-9.55	-320		
Gano	+5.12	+8.55	+9.96	+320		

En dicha tabla se resumen los requerimientos de energía, proteína cruda y minerales (P y Ca), en función al peso vivo, % de grasa en la leche producida y cambio

de peso en la lactancia, para que estos nutrientes sean aplicados en el trópico, en donde las producciones son mucho menor, según el NCR.

Además menciona, que ya existen cálculos estimados de ingesta de materia seca por día para vacas lecheras. Cálculos que ayudan a balancear la dieta diaria de acuerdo al peso corporal y la producción láctea, Wattiaux (34)

Producción de leche, kg/día	Peso vivo Kg			
	400	500	600	700
	Kilogramos de materia seca diaria			
4	8.2	9.2	9.9	11.0
6	9.4	10.3	10.9	12.0
8	10.5	11.4	12.0	12.9

## 2.4 Factores que afectan el consumo de alimento en el ganado bovino

### 2.4.1 Estado fisiológico del animal.

Araujo (1) menciona, que el balanceo de la alimentación en los rumiantes es bien complejo, debido a que se debe de considerar el balance de los nutrientes en dos niveles. El primero es en el rumen, para maximizar la tasa de crecimiento microbiano y el segundo; los absorbido por el animal en función de sus requerimientos.

En términos generales, el consumo de alimentos se ajusta de acorde a las necesidades de nutrientes, es decir, que una vaca en la gestación buscará ingerir más alimentos que una vaca seca. De igual forma en el final de la lactancia y el período seco, el apetito se reduce debido al mayor volumen del útero grávido.

El apetito aumenta después del parto y alcanza su máximo entre 8 y 12 semana, mientras que la producción llegará a su máximo entre las 5 y 6 semanas; es decir, que durante las primeras 6 a 12 semanas de su lactancia, la vaca se encuentra en un balance nutricional negativo el cual compensa tomando de las reservas corporales que acumula hacia el final de la lactancia y durante el período seco.

En las primeras 12 semanas de lactancia las vacas de alta producción pueden movilizar para la síntesis de leche entre 1.5 y 2.0 kg por día de grasa y en total entre 55

y 70 kg y hasta un máximo de 90 kg. Así como unos 20 kg de proteína según Madhav y col. (20)

La ingestión de materia seca es menor cuando el animal está más gordo. Es decir que un animal gordo al parto tendrá un apetito más deprimido, justo en el momento en que más necesita comer. Por otra parte la eficiencia de la utilización para la síntesis de leche, de energía movilizada del tejido es solamente 82% de la eficiencia en comparación con la energía es utilizada directamente del alimento, Vélez y col (32).

#### 2.4.2 Clima.

Vélez de Villa (31) menciona que uno de los factores más estudiados es el efecto de la temperatura ambiente, debido a la incidencia sobre; el consumo de alimento, consumo de agua, producción y composición de la leche, tasa de concepción, entre otros. Una de las maneras para poder obtener la máxima producción de leche, es manejando las vacas en una temperatura de confort; la cual oscila entre 4- 21°C.

Cuando la temperatura ambiental es de 24°C o superior, constituyen un factor estresante y reprime la ingesta de alimento voluntario, provocando una disminución de la producción de leche; reduciendo de este modo la producción de calor metabólico. La temperatura es el factor climático más importante en nuestras condiciones, por su doble acción sobre el pasto y los animales. Además, se ha encontrado una correlación negativa entre el efecto de las altas temperaturas sobre el contenido de grasas, proteínas y lactosa de la leche.

Los fenómenos meteorológicos que influyen en el consumo son; la temperatura ambiente, humedad relativa, viento, radiación solar, lluvia y altitud. Los efectos del clima sobre la producción animal son directos e indirectos. Directos porque afectan las necesidades energéticas de los animales e indirectos dado que influyen sobre la disponibilidad de pastos y forraje, según Vélez (32)

#### 2.4.3 Etapa de Producción.

Las vacas lecheras necesitan alimento para el crecimiento, desarrollo, producción de leche y para el mantenimiento de las funciones digestivas, circulatorias,

reproducción, calor corporal y 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 (31).

## 2.5 Metabolismo de las proteínas y nitrógeno no proteico en los rumiantes.

### 2.5.1 Metabolismo de las proteínas

Stritzler (30) 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 proteína, a parte de la proporcionada por tejido vegetal, porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno de origen no proteico. Ejemplo de estos son; pollinaza y urea. Cabe mencionar, que dicha habilidad depende de la capacidad sintetizadora, cantidad y tipo de microorganismos que existan en el rumen del animal. que 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 se alimentan de proteínas como componente principal, viajan 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 (30).

Astibia (3) 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 (30) 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 el 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 si.

En resumen, la proteína de la dieta puede seguir tres caminos; primero, convertirse en amoníaco y pasar a proteína microbiana. En segundo lugar, no ser degradada en el rumen y pasar como tal a los compartimientos subsiguientes. Y por último ser utilizada en la fabricación de proteína microbiana sin pasar a amoníaco (a partir de aminoácidos o péptidos) (30).

Por lo tanto los rumiantes son menos dependientes de la calidad de la proteína ingerida. Mas sin embargo, 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.

### 2.5.2 Metabolismo del nitrógeno

Orskov (26) establece que el metabolismo nitrogenado ha sido profundamente estudiado en las especies rumiantes debido a sus características particulares, que lo diferencian a 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 de la dieta, con el propósito final de obtener energía para poder multiplicarse (bacterias) y consecuentemente generan numerosos productos finales de la fermentación (ácidos grasos volátiles y proteína microbiana), los cuales son utilizados por el rumiante (26).

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 ingerido en el intestino delgado mediante la acción de las propias enzimas proteicas

endógenas del rumiante, de una manera similar a como ocurre en las especies monogástricas (26).

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 mono gástricos en relación a 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 pre-estómago. Ambos tipos de proteína, constituyen finalmente las fuentes que el animal dispone para satisfacer sus requerimientos netos de aminoácidos (26).

Por otra parte, 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 (34).

## 2.6 Condición corporal en las vacas lecheras

Arriaza y col. (2) señala que el consumo de materia seca de debe de balancear de acuerdo a la etapa fisiológica del animal. Las primeras semanas después del parto son consideradas las de mayor desafío en los hatos de ganado lechero, debido a la reducción de las reservas corporales del animal. La mayor movilización de las reservas corporales se da durante las primeras cuatro semanas posparto, debido a que esta es dependiente del nivel de producción y consumo energético de la vaca. La pérdida de un punto en la evaluación de condición corporal durante el período de lactación oscilan entre 40 y 90 Kg de peso vivo, de acuerdo con el tamaño de la vaca.

Las exigencias energéticas en la lactancia son atendidas por la relación entre lo ingerido en la dieta y la movilización de las reservas corporales en el período posparto. Después del parto la lipogénesis y la esterificación decrecen, mientras que la lipólisis y

liberación de ácidos grasos libres aumentan, debido a la influencia hormonal determinada por la disminución de insulina y un aumento de somatotropina. Las reservas corporales disminuyen en el inicio de la lactancia, pero aumentan desde la mitad hasta el final de misma. (2)

#### 2.6.1 Evaluación de la condición corporal

Bavera y Peñafort (8) menciona que los cambios en la condición corporal de una vaca a lo largo del ciclo productivo son muy dinámicos. La determinación del estado o condición corporal ha sido objeto de numerosas investigaciones y se han propuesto diversos métodos. Estos métodos, aunque algo subjetivos, no requieren ningún equipamiento especializado y tiene la ventaja sobre el peso vivo que es independiente del tamaño corporal. La condición corporal es una herramienta muy útil en el manejo nutricional, reproductivo y de salud de las vacas. Esta se puede evaluar en forma confiable mediante la determinación del grado de gordura o caquexia de la vaca. El puntaje está basado en la palpación y observación de diferentes áreas anatómicas de la vaca (el lomo, la grupa y la base de la cola) para determinar el nivel de cobertura de grasa. La calificación se emplea tomando una escala de referencia (1 a 5 grados), de tal forma que el puntaje 1 indica un animal extremadamente flaco y el puntaje 5 un animal excesivamente gordo.

#### 2.7 Estudios de frecuencia de alimentación

Vélez y col. (32) menciona que el aumento de la frecuencia del suministro de alimentación, así como cambiar la distribución de, tiempo de alimentación diaria que resulta en más equitativa del acceso a alimentos durante todo el día.

Estudio realizado en la Universidad Estatal de Pennsylvania, donde por 20 días suministraron alimento concentrado con 3 diferentes frecuencias una, dos y cuatro veces al día, no encontrando ningún cambio en el pH ruminal ni en el consumo de materia seca en vacas Holstein lactantes. Estos mismos resultados fueron obtenidos en otro ensayo de iguales características realizado en novillas.

Un ensayo realizado por 3 semanas con 20 vacas donde se determinó el efecto de una dieta de maíz procesado y el cambio en la frecuencia de alimentación (una o cuatro

veces al día), no reportó diferencias en el CMS mientras que el suministro de una ración total mezclada una y cinco veces al día, demostró que el consumo de materia seca fue superior en las vacas alimentadas una vez al día, aunque en este caso la diferencia se atribuyó a un mayor número de vacas adultas en este grupo, Mantysaari (21)

Según H. Alzahal y col. (16) Cambiando la frecuencia de alimentación de 2x a 3x diariamente no alteró los patrones de comportamiento de vacas lácteas en estar paradas, ni afectó su alimentación y cosechas de leche. Según la perspectiva del productor, la mayoría de actividades importantes para una vaca láctea es estar comiendo, bebiendo, y rumiando (particularmente rumiando mientras esta descansando).

Alimentar con ración total mente mezclada, puede ser la mejor manera de proporcionar el equilibrio de nutrientes que los rumiantes necesitan para mantener una población microbiana estable y eficiente. Sin embargo, la disponibilidad de la alimentación con el tiempo y la distribución de la ingesta durante el transcurso del día contribuyen al mantenimiento de una población estable ruminal microbiana, que es importante para reducir el riesgo de vacas en desarrollo ruminal subaguda de acidosis (16)

Kudrna (19) examinó cómo la frecuencia de entrega de alimentación afectó el comportamiento de las vacas lecheras alojadas en grupo y observó que la mayor frecuencia de suministro la alimentación aumentó, así como cambió, la distribución del tiempo de alimentación diaria, lo que resulta en las vacas que tienen un acceso más equitativo para alimentar todo el día.

Además, observaron que la distribución del tiempo de comer era más uniforme en el transcurso del día, para las vacas alimentadas con más frecuencia, mientras que las vacas alimentadas una vez por día, tenían un pico claro en el consumo de alimento inmediatamente después de la asignación de alimento fresco. Por lo tanto, el aumento de la frecuencia de entrega de alimentación puede dar lugar a una distribución más uniforme en el tiempo de la alimentación en el transcurso del día, y esto puede contribuir a la disminución de la variación diurna en el pH ruminal y posiblemente reducir el riesgo de acidosis ruminal subaguda (19).

CAMPBELL J.R. (9) estudiaron la producción de leche total. La producción media diaria de leche por vaca, como se muestra en la Tabla 1, cuando se alimenta de dos, cuatro y siete veces al día fue 34.5, 37.7 y 37.0 lb., respectivamente. Hubo significativamente ( $P < 0.10$ ) más leche produce cuando alimentado cuatro o siete veces al día que cuando se alimentan dos veces al día. Alimentar 7 x como en comparación con el 4 x mostraron ninguna ventaja apreciable en el total de libras de leche producido.

Según Krause, M. (18) La alimentación de vacas lecheras para la producción máxima de leche aumenta el riesgo de acidosis, lo que puede reducir la eficiencia de la producción de leche y poner en peligro la salud de la vaca. Acidosis ruminal se produce cuando la tasa de producción de AGV en el rumen supera la velocidad a la que el medio ambiente rumen puede neutralizar o absorber los ácidos. Adaptar cuidadosamente el rumen a los cambios en la dieta, el suministro de concentración adecuada TNDF, y la reducción de la fermentación de la fracción de carbohidratos no fibrosos son los principales factores a tener en cuenta en la prevención de la acidosis ruminal.

El uso de forrajes de alta calidad ayuda a amortiguar contra el riesgo de acidosis ruminal debido a una mayor proporción de forraje se puede incluir en la dieta sin disminuir su contenido de energía digestible, (18).

La mayoría de las dietas se formulan para la vaca normal y no incluyen un margen de error de dar cuenta de la variabilidad entre las vacas. Como las dietas se formulan más cerca del nivel mínimo de fibra detergente neutra y con mayores concentraciones de carbohidratos no fibrosos, una mayor porción de las vacas experimentará acidosis ruminal. La formulación de dietas para la vaca promedio puede ser aceptable para las vacas en lactancia media y tardía, pero las dietas para vacas en lactancia temprana necesaria tener en cuenta el mayor riesgo de estas vacas a experimentar acidosis (18).

Bava (7) estudio los efectos de la frecuencia de alimentación y condiciones ambientales de dos épocas de año (frio y caliente) en el consumo de materia seca, producción de leche y el comportamiento de las vacas lecheras. El estudio lo realizaron en dos haciendas diferentes, una hacienda con sistema de ordeño

convencional (frecuencia de alimentación 2 y 3 veces/día) y otra con sistema de ordeño automático (frecuencia de alimentación 1 y 2 veces/día).

Los investigadores observaron que la frecuencia de alimentación no afectó significativamente la producción de leche en los dos sistemas de ordeño (convencional y automatizado). En la hacienda convencional, la producción promedio de leche en el ambiente frío fue 26.9 y 27.1 kg por vaca por día, en la frecuencia de alimentación 2 y 3 veces/día respectivamente y en ambiente cálido la producción promedio de leche fue de 26.8 y 27.7 kg por vaca por día, en la frecuencia de alimentación 2 y 3 veces/día respectivamente (7).

En la hacienda automatizada, con un ambiente frío la producción promedio fue 32.5 y 33.1 kg de leche por vaca por día, en la frecuencia de alimentación 1 y 2 veces/día respectivamente y en el ambiente cálido obtuvieron producción promedio de 26.3 y 28.2 kg por vaca por día en la frecuencia de alimentación 1 y 2 veces/día respectivamente. La producción promedio en la hacienda convencional fue 26.85 y 27.4 kg de leche para las frecuencias 2 y 3, respectivamente. Por otra parte la hacienda automatizada dichos promedios de producción fueron 29.4 y 30.65 kg de leche para 1 y 2 frecuencia de alimentación diaria; sin importar la época del año.

En el sistema automatizado, tanto el ingesta de materia seca (DMI) y la producción de leche se vieron afectados significativamente por las condiciones ambientales, la producción promedio en período caliente fue 27.25<sup>b</sup> kg de leche, en comparación con el periodo frío 29.9<sup>a</sup> kg de leche; sin importar el sistema de ordeño (7).

Perez y Carvajal (27). Evaluaron, cuatro frecuencias de alimentación con una ración totalmente mezclada (RTM) en cuatro grupos de 90 vacas cada uno, ofreciendo descargas de la dieta de 100% (R-100%), dos descargas de 50% (R-50%), tres descargas de 33% (R-33%) y cuatro descargas de 25% (R-25%) respectivamente. Estos investigadores observaron que las frecuencias de alimentación durante el día no afectaron la producción de leche, obteniendo los siguientes promedios; 26.84, 28.10, 28.3 y 26.96 litros, para los tratamientos R-100%, R-50%, R-33% y R-25%; respectivamente. Con estos resultados se observaron no haber diferencias estadísticas entre los tratamientos. En este estudio de Perez y Carvajal, no existe diferencia

estadística significativa entre las frecuencias probablemente, por una mala aleatorización de las unidades experimentales para cada tratamiento previo al experimento, debido a que no existe información del promedio de días lactando, número de partos y producción ajustada a los 305 días.

Yun y Han (35) ofrecieron dietas de alimentación con ración totalmente mezclada en frecuencia de 2, 4, y 6 veces diaria. Los autores estudiaron el pH ruminal, concentración de ácidos grasos volátiles en los fluidos ruminales y la relación con la producción de leche. Los investigadores obtuvieron resultados estadísticamente significativos  $p < 0.05$ . A medida aumentó la frecuencia de alimentación, la producción de leche diaria incrementó.

Los autores obtuvieron los siguientes resultados 23.7<sup>b</sup>, 24.8<sup>ab</sup> y 25.69<sup>a</sup> kg/vaca/día para las frecuencias 2, 4 y 6 veces por día respectivamente. La producción de leche de las vacas alimentadas 4 y 6 veces al día se incrementó en 5 y 8% en comparación con las vacas alimentadas 2 veces por día. Esta diferencia fue significativa solo entre la frecuencia 2 y 6 veces por día.

El promedio del pH en los fluidos ruminales en las frecuencia 2, 4 y 6 fue 6.08, 6.18 y 6.31 respectivamente. El valor de pH mínimo y máximo en las frecuencias de alimentación 2, 4 y 6 fue; 5.56 – 6.4, 5.9 – 6.35 y 6.1 – 6.55 respectivamente, con diferencias aritméticas del valor de pH máximo y mínimo de 0.84, 0.45 y 0.45; para la frecuencia 2, 4 y 6 veces al día. Los autores observaron, que a mayor frecuencia de alimentación por día se observa poca variación del valor de pH ruminal. La frecuencia de alimentación aumenta la relación de acetato y propionato en los ácidos grasos volátiles del rumen, de tal forma que la relación fue; 1.8, 2.5 y 3.4 para la frecuencia 2, 4 y 6 veces al respectivamente (35).

Dhiman (12) investigaron, la Influencia del procesamiento de maíz y frecuencia de la alimentación en el rendimiento de la vaca. Estos investigadores observaron, que las vacas alimentadas maíz grano fino molido (FGC) o maíz procesado tipo hojuela (SFC) produjeron 4% más leche que las vacas alimentadas con maíz grano grueso molido (CGC).

El contenido de grasa en la leche fue mayor en las vacas alimentadas, con maíz grano grueso molido (CGC), que las vacas que fueron alimentadas con maíz grano fino molido (FGC) o maíz procesado (SFC) tomando en cuenta los cuatro tratamientos del estudio, maíz grano grueso molido CG-1x (una vez al día), maíz grano fino molido FG-1x (una vez al día). Maíz molido (FGC) o maíz procesado tipo hojuela (SFC) produjeron 4% más leche que las vacas alimentadas con maíz grano grueso molido (CGC). El contenido de grasa en la leche fue mayor en las vacas alimentadas, con maíz grano grueso molido (CGC), que las vacas que fueron alimentadas con maíz grano fino molido (FGC) o maíz procesado (SFC) tomando en cuenta los cuatro tratamientos del estudio, maíz grano grueso molido CG-1x (una vez al día), maíz grano fino molido FG-1x (una vez al día), maíz (12).

Rodríguez (28), evaluaron la influencia de dos frecuencias de suministro de concentrado (A= 1 vez por día y B= 2 veces por día) como suplemento en el comportamiento productivo de animales mestizos Holstein x Cebú, con un peso promedio inicial 315 kg. Consumo de esta valoración el consumo de materia seca promedio por tratamiento fue de 9.31 y 9.12 kg por día, para los tratamientos A y B respectivamente. Al concluir el experimento el peso vivo fue; 368 y 376 kg de peso vivo, para los tratamientos A (1 vez/día) y B (2 veces/día), respectivamente. No se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos para los indicadores de ganancia promedio de peso por día (840 y 950 g). La conversión alimenticia resultó con diferencia estadística significativa ( $P < 0.01$ ) cuando se ofreció el concentrado dos veces al día, siendo esta de; 9.6 kg para ganar 1 kg de peso vivo, con respecto a lo obtenido al suministrarlo una sola vez al día; 11.06 kg para ganar un 1kg de peso vivo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Generalidades.

##### 3.1.1. Localización del ensayo.

El ensayo se realizó en la Campo Experimental y de Practicas Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. 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 playa El Cuco. Las coordenadas geográficas del lugar son: 13° 26.3' Latitud Norte y 88°09.5' Longitud Oeste y una altitud de 117 m.s.n.m.

##### 3.1.2. Características climáticas.

La temperatura promedio anual es de 27.8°C. Caracterizado por 2 épocas bien marcadas que son: La época seca que comprende los meses de noviembre a mayo y la época lluviosa comprendida en los meses de junio a octubre.

La precipitación anual reciente, en dicho lugar es de 788.4 mm, la humedad relativa promedio anual es de 72.2 % y la velocidad anual promedio del viento es de 9.2 km/h.

##### 3.1.3. Fase de campo.

- Fase experimental.

Esta fase duró 71 días, dividida en cinco periodos de 14 días en los cuales se tomaron mediciones de peso vivo, condición corporal y producción promedio de leche por vaca.

Cabe mencionar que previo a la fase experimental, las unidades experimentales fueron seleccionadas y aleatorizadas para formar grupos homogéneos en cuanto a: Promedio de producción de leche ajustada (305 días y EM), producción diaria, promedio de días lactantes y promedios de partos. De igual forma previo a este

periodo las vacas fueron tratadas contra parásitos internos y externos con Dectomax, luego se aplicó vitamina del complejo B más ADE a cada unidad experimental para que estas iniciaran el experimento en iguales condiciones y que dicho factor no afectara los resultados del estudio.

Días antes de comenzar la fase experimental las unidades experimentales fueron pesadas para poder balancear la dieta diaria, de igual forma fue evaluada su condición física y la producción de leche, posteriormente se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables de tal modo que no existiera significancia entre los tratamientos. Al inicio de la 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, así mismo se evaluó la condición corporal de cada unidad experimental esta actividad se repitió cinco veces con un intervalo de 14 días, hasta finalizar el experimento.

La dieta fue balanceada según las tablas de balanceo de National Research Council (NCR), en base al promedio general del peso vivo de las unidades experimentales en estudios y el promedio de la producción de leche diaria, y luego la cantidad de la ración en la dieta fue calculada en base al peso promedio del tratamiento en estudio. Ofreciendo la dieta a cada tratamiento diariamente de la siguiente manera:

T1= 250.24 lbs de ensilaje, 5.54 lbs de bagazo de caña, 23.25 lbs de pollinaza, 27.92 lbs de concentrado, 9.85 lbs de melaza, 0.66 libras de sal común; T2= 230.54 lbs de ensilaje, 5.1 lbs de bagazo de caña, 21.42 lbs de pollinaza, 25.72 lbs de concentrado, 9.07 lbs de melaza, 0.66 libras de sal común; T3= 228.55 lbs de ensilaje, 5.06 lbs de bagazo de caña, 21.23 lbs de pollinaza, 25.5 lbs de concentrado, 8.99 lbs de melaza, 0.66 libras de sal común. La suplementación de concentrado tenía un aporte de (17.2 %PT).

#### 3.1.4. Instalaciones.

##### 3.1.4.1. Comederos.

Se utilizaron tres comederos de concreto, con espacio para 8 vacas en cada uno, siendo las siguientes dimensiones: ancho 65 cm, alto 30 cm, largo 8 mt; de

espacio utilizable, los cuales se construyeron para realizar el trabajo de investigación y futuros trabajos de investigación.

#### 3.1.4.2. Bebederos.

Se utilizaron dos abrevaderos los cuales se encontraban en el centro del corral, y un abrevadero en la sala de espera 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.

#### 3.1.4.3. 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 concreto armado. Con techo de dos aguas, 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 báscula para pesar la leche y una pizarra para las anotaciones de la producción de leche diaria que luego pasan al registro.

#### 3.1.4.4. Manejo.

La ganadería en general se maneja de una forma semi-estabulada aprovechando el pastoreo en las horas de la mañana y la tarde; la estabulación se realiza el segundo ordeño al medio día y por la tarde esperando el primer ordeño.

Pero en la investigación en estudio las unidades experimentales se manejaron estabuladas completamente ya que estas no iban a pastoreo la alimentación se les proporcionaba en el comedero.

- 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 finalizando a las 5:00 am y el segundo a partir de las 11:30 am finalizando a las 1:30 pm.

- Alimentación.

El suministro de alimentación de la dieta diaria fue ofrecida en diferentes raciones (1, 3, 5 veces por día) para los tratamientos T1, T2, T3, respectivamente; ofreciendo la ración de alimento en los horarios siguientes: T1= 8 am; T2= 5 am, 11 am, 5 pm; T3= 5 am, 8 am, 11 am, 2 pm, 5 pm.

### 3.2. Unidades experimentales.

Para este trabajo de investigación se utilizaron: 15 vacas encastadas (Holstein, Brown Swiss, y Brahman), con una edad promedio de 89 meses, peso promedio de 491.8 kg y el promedio de lactancia de 119 días; distribuidos aleatoriamente en 3 tratamientos. 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 producción de leche diaria.

### 3.3. Metodología estadística.

#### 3.3.1. Diseño estadístico.

Para la realización del experimento se utilizó el diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, utilizándose 3 tratamientos con cinco repeticiones para los tratamientos: 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.

$\mu$  = media global.

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = error experimental.

### 3.3.2. Descripción de los tratamientos.

	$\bar{x}$ DE PESO EN KG	INSUMOS	CANTIDAD LIBRA/ UNIDAD/DIA	TOTAL LIBRAS/ DIA	LIBRAS/ FRECUENCIA
T1	427.23	Enzilaje	50.05	250.24	250.24
		Pollinaza	4.65	23.25	23.25
		Melaza	1.97	9.85	9.85
		Bagaso	1.11	5.54	5.54
		Concentrado	5.58	27.92	27.92
T2	393.59	Enzilaje	46.11	230.54	76.85
		Pollinaza	4.28	21.42	7.14
		Melaza	1.81	9.07	3.02
		Bagaso	1.02	5.10	1.70
		Concentrado	5.14	25.72	8.57
T3	390.18	Enzilaje	45.71	228.55	45.71
		Pollinaza	4.25	21.23	4.25
		Melaza	1.80	8.99	1.80
		Bagaso	1.01	5.06	1.01
		Concentrado	5.10	25.50	5.10

Los tratamientos que se evaluaron se basaron en la inclusión de diferentes frecuencias de alimentación, donde la inclusión en la dietas fueron las siguientes proporciones.

Cantidad de alimento diario ofrecido por cada frecuencia de alimentación en cada tratamiento.

#### 3.4. Variables en estudio.

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

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

#### 3.5. Toma de datos.

Para poder tomar los datos de los parámetros anteriormente mencionados se realizaron cada 2 semanas (14 días), a la misma hora para todos los tratamientos (9:30 am), con el objetivo de evitar variaciones y error sistemático en las variables que se analizaron.

#### 3.6. Descripción de la ración alimenticia.

La ración alimenticia estuvo compuesta por ensilaje de sorgo, bagazo de caña, pollinaza, melaza, concentrado, sal común y bicarbonato de sodio; descrita detalladamente de la siguiente manera: T1= 250.24 lb de ensilaje, 5.54 lb de bagazo de caña, 23.25 lb de pollinaza, 27.92 lb de concentrado, 9.85 lb de melaza, 0.66 libras de sal común; T2= 230.54 lb de ensilaje, 5.1 lb de bagazo de caña, 21.42 lb de pollinaza, 25.72 lb de concentrado, 9.07 lb de melaza, 0.66 libras de sal común; T3= 228.55 lb de ensilaje, 5.06 lb de bagazo de caña, 21.23 lb de pollinaza, 25.5 lb de concentrado, 8.99 lb de melaza, 0.66 libras de sal común. La suplementación de concentrado tenía un aporte de (17.2 %PT).

Esta dieta fue proporcionada al comienzo del experimento, en la medida de que aumento el peso corporal y la producción de leche se hicieron cambios en las cantidades de ingredientes en la dieta.

#### 3.7. Suministro de la ración.

Las raciones alimenticias fueron proporcionadas en diferentes horas en los diferentes tratamientos ya que en esto consistía el experimento, evaluación de 3

frecuencias de alimentación, iniciando la primera ración a las cinco de la mañana y finalizando a las cinco de la tarde. Como puede observarse en la siguiente tabla. Para obtener una ración totalmente mezclada (RTM) se utilizó la mezcladora eléctrica.

Horario de la descarga de la ración de la dieta diaria por tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>5 am</b>	<b>8 am</b>	<b>11 am</b>	<b>2 pm</b>	<b>5 pm</b>
<b>T1</b>		X			
<b>T2</b>	X		X		X
<b>T3</b>	X	X	X	X	X

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Producción de leche (libras/vaca/día).

En los cuadros anexos A-9, A-12, A-15, A-18 y A-21 se presenta la producción promedio (libras/vaca/día) por tratamiento, proveniente de las mediciones de cada uno de los cinco periodo de 14 días durante toda la etapa experimental. Cada observación se obtuvo de acuerdo al factor en estudio (frecuencia de alimentación por día). A cada una de estas mediciones se les efectuó su respectivo análisis de varianza (ANVA; cuadros anexos A-10, A-13, A-16, A-19 y A-22). En los ANVA generales que resultaron con diferencias estadísticas significativas se les realizó pruebas de Duncan que se encuentran en los cuadros anexos A-11, A-14, A-17, A-20 y A-23.

En el cuadro 1 y figura 1 se muestran en forma detallada el resumen de los rendimientos promedio diarios de leche (libras/vaca/día) por tratamiento, efectuado en 5 periodos; cada uno de 14 días, durante la fase de campo. Los tratamientos comparados fueron relacionados con la frecuencia de alimentación diaria que se ofreció a cada grupo de cinco vacas en ordeño.

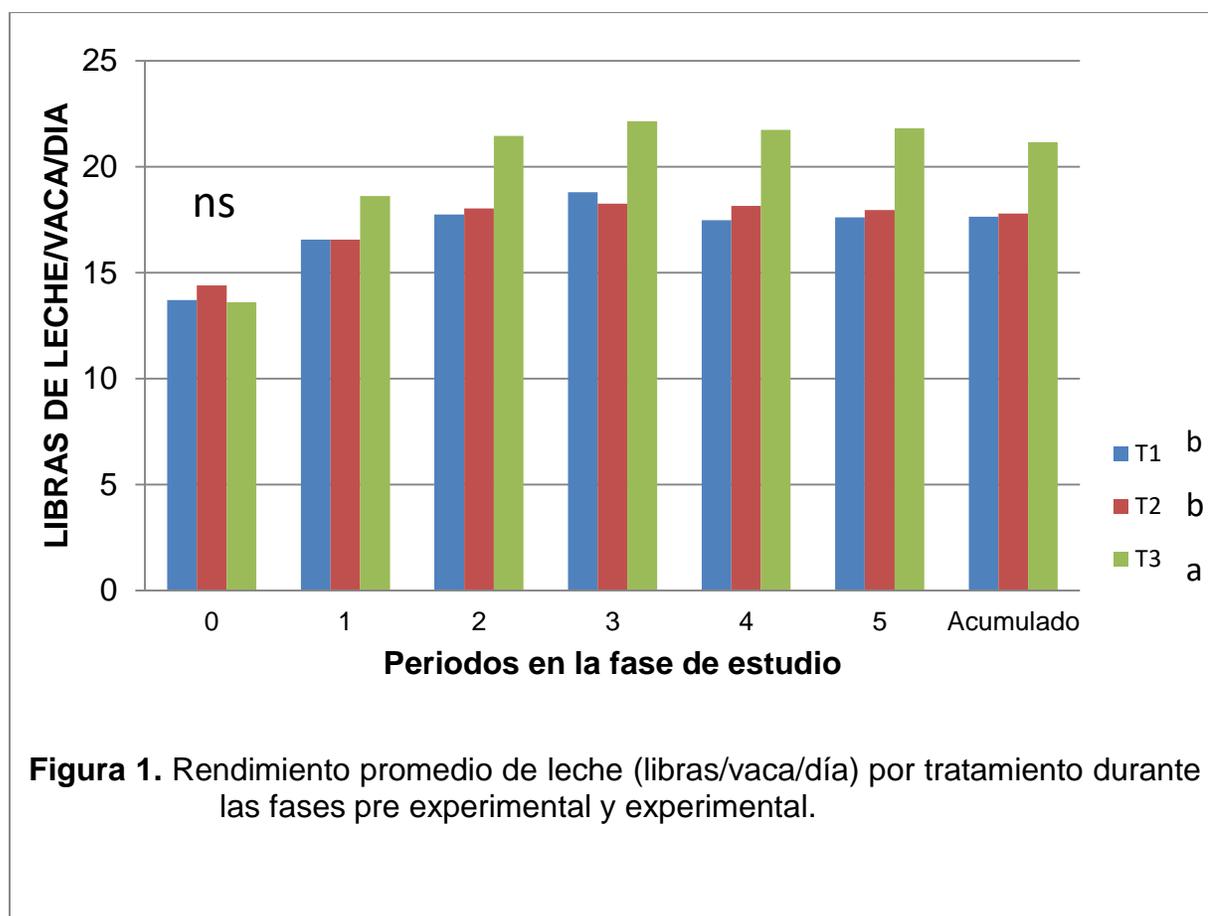
**Cuadro 1.** Rendimiento promedio de leche (libras/vaca/día) por tratamiento durante las fases pre experimental y experimental.

Trata. --/	PERIODOS						Promedio acumulado
	0 (Inicio)	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	
<b>T1</b>	13.7 <sup>ns</sup>	16.56 <sup>b</sup>	17.75 <sup>b</sup>	18.8 <sup>b</sup>	17.47 <sup>b</sup>	17.61 <sup>b</sup>	<b>17.49<sup>b</sup></b>
<b>T2</b>	14.40 <sup>ns</sup>	16.55 <sup>b</sup>	18.03 <sup>b</sup>	18.25 <sup>b</sup>	18.15 <sup>b</sup>	17.95 <sup>b</sup>	<b>17.79<sup>b</sup></b>
<b>T3</b>	13.6 <sup>ns</sup>	18.62 <sup>a</sup>	21.45 <sup>a</sup>	22.14 <sup>a</sup>	21.74 <sup>a</sup>	21.82 <sup>a</sup>	<b>21.18<sup>a</sup></b>
<b>X periodos</b>	<b>13.9</b>	<b>17.24<sup>b</sup></b>	<b>19.08<sup>a</sup></b>	<b>19.73<sup>a</sup></b>	<b>19.12<sup>a</sup></b>	<b>19.13<sup>a</sup></b>	<b>18.81</b>

--/ : T1= frecuencia 1 vez/día; T2= frecuencia 3 veces/día; T3= frecuencia 5 veces/día.

<sup>a b</sup>: medias con diferencia estadística.

<sup>ns</sup>: no significativo



En el periodo cero (0), o fase pre experimental de 15 días, antes de dar inicio a la fase experimental, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (anexos A-1 hasta A-8). El promedio diario de leche fue; 13.7, 14.4 y 13.6 lb/vaca/día, para los tratamientos T1 (frecuencia de alimentación= 1 vez al día), T2 (frecuencia= 3 veces al día) y T3 (frecuencia= 5 veces al día) respectivamente. Experimentalmente, este resultado era necesario obtenerlo para determinar la homogeneidad de producción entre las unidades experimentales antes de dar inicio con el estudio. Para promediar este resultado se hizo necesaria la aleatorización de las unidades experimentales considerando la producción real de leche lb/vaca/día, producción de leche libras/vaca/día ajustada a los 305 días, días lactando y número de partos por vaca.

En el primer periodo, de 14 días después de iniciado el experimento, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas al nivel de  $p < 0.001$ , (anexos A-10 y A-11). El promedio diario de leche fue; 16.56, 16.55 y 18.62 lb/vaca/día, para los tratamientos T1,

T2 y T3 respectivamente, resultando ser estadísticamente mejor el tratamiento T3 por encima de los tratamientos T1 y T2; además, se observa que entre los tratamientos T1 y T2 no existió diferencia estadística significativa.

En el segundo periodo, establecido desde el día 15 hasta el 29 del experimento, al igual que en el primer periodo, se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas, (anexos A-13 y A-14). El promedio diario de leche fue; 17.75, 18.03 y 21.45 (lb/vaca/día), para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Después de haber realizado la prueba de Duncan, el tratamiento T3 fue estadísticamente significativo sobre los tratamientos T1 y T2; y según este análisis estadístico entre los tratamientos T1 y T2 no existió diferencia estadística.

En el periodo tres, comprendido desde el día 30 al 43 del experimento, se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas, (anexos A-16 y A-17), de la misma forma en que se obtuvieron en el periodo 1 y 2. La producción promedio de leche para este periodo fue; 18.00, 18.25 y 22.14 (lb/vaca/día), para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Las diferencias anteriores resultaron ser estadísticamente significativas; el tratamiento T3 fue superior en comparación con los tratamientos T1 y T2, además se observa que en la comparación entre los tratamientos T1 y T2 no existió diferencia estadística.

En el cuarto periodo, establecido desde el día 44 hasta el 57 del experimento, el tratamiento T3 resultó con diferencias estadísticas altamente significativas, (anexos A-19 y A-20) sobre los tratamientos T1 y T2; entre estos dos últimos tratamientos no se observó diferencia estadística. El promedio de producción de leche fue; 17.47, 18.15 y 21.74 (lb/vaca/día), para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, observándose que se mantiene el mismo comportamiento estadístico como en los periodos 1, 2 y 3.

En el quinto periodo, comprendido desde el día 58 al 71 del experimento, basados en los análisis de varianza y pruebas de Duncan, se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas, (anexos A-22 y A-23). El promedio de leche fue; 17.61, 17.95 y 21.82 (lb/vaca/día), para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, como se observó en toda la fase experimental, el tratamiento T3 fue estadísticamente significativo y superior en comparación a los tratamientos T1 y T2; y cuando los

tratamiento T1 y T2 se analizaron no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

Se pudo observar, que el tratamiento T3 (21.18 libras/vaca/día), obtuvo mejores resultados en toda la fase experimental, produciendo un mayor promedio de libras de leche por vaca por día, comparado con los tratamientos T1 (17.49 libras/vaca/día) y T2 (17.79 libras/vaca/día). De esta manera, se puede observar que los promedios acumulados de producción de leche en (libras/vaca/día), por tratamiento fueron muy similares para los tratamientos T1 (17.49) y T2 (17.79); y existió diferencia estadística altamente significativa; en el tratamiento T3 (21.18) (libras/vaca/día), comparado a T1 y T2 durante el experimento.

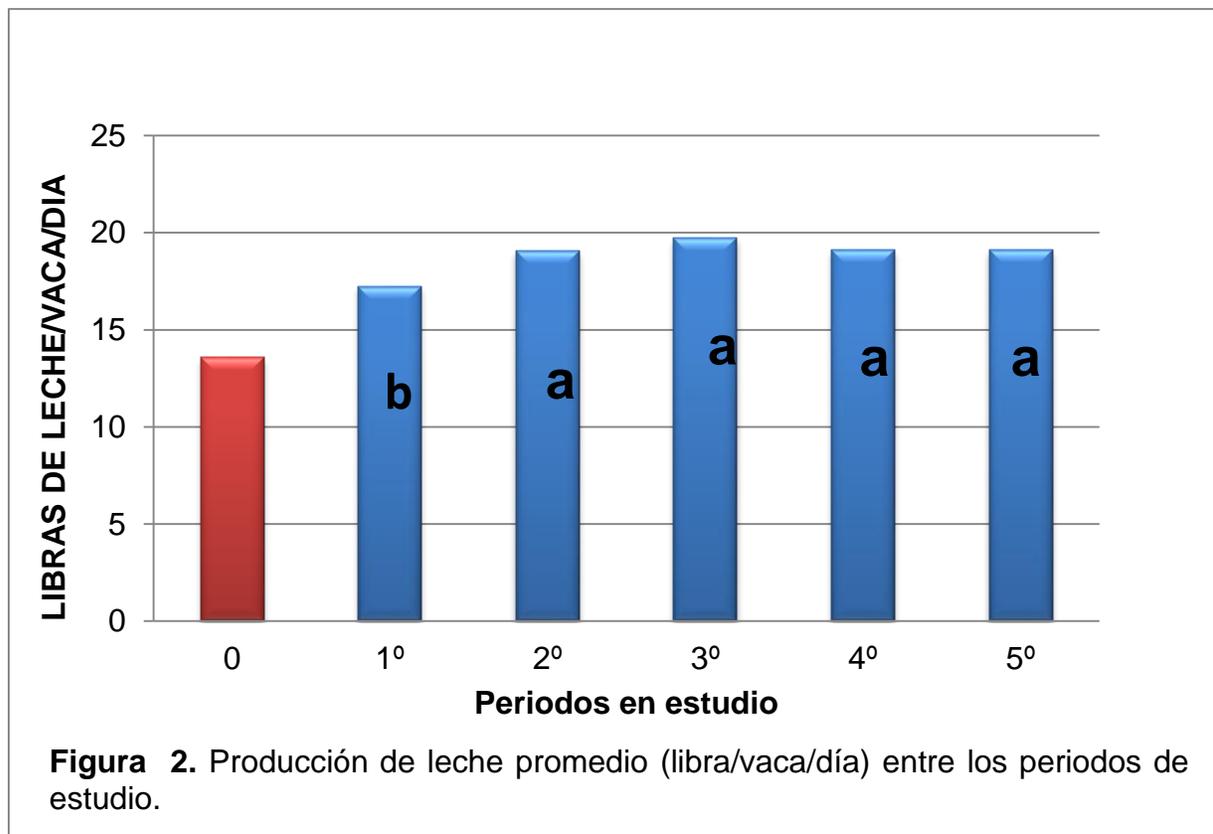
Cabe hacer notar que hubo un ascenso en la producción de leche comparando todas las frecuencias de alimentación, desde el primer periodo 17.24 lbs/vaca/día, hasta el quinto periodo; no observándose diferencias estadísticas entre el 2º, 3º, 4º y 5º periodo cuyos promedios fueron 18.08, 19.73, 19.12 y 19.13 (lbs/vaca/día). Observándose que, durante el primer periodo hubo una menor producción de leche promedio, la cual fue estadísticamente significativa y menor al resto de los periodos hasta el final del experimento (figura 2).

En resumen, en la presente investigación, considerando la producción promedio acumulada en los cinco periodos, los totales para cada uno de los tratamiento; 17.49, 17.79 y 21.18 (libras/vaca/día), para los tratamiento T1= frecuencia 1 vez/día; T2= frecuencia 3 veces/día; T3= frecuencia 5 veces/día; respectivamente, se pudo observar que a medida se aumentaba, la frecuencia de suministro de alimento por día, mayor a tres veces por día, aumento la producción de leche (libras/vaca/día).

Cada uno de los tratamientos T1, T2 y T3; aumentaron su producción de leche promedio en 3.83, 3.55 y 8.28 (libras/vaca/día) para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente, desde el periodo cero hasta el final del experimento.

Aspecto importante de tomar en cuenta con respecto a la significación estadística de la producción promedio de leche (libras/vaca/día), es que todas las unidades experimentales obtuvieron la misma dieta durante todo el experimento, ofreciendo una

ración totalmente mezclada para cada una de las vacas de los tratamientos en estudio, por lo tanto, cada tratamiento obtuvo la misma cantidad y calidad de materia seca proporcionadas en diferentes raciones al día.



Bava (7) estudiaron los efectos de la frecuencia de alimentación y condiciones ambientales de dos épocas de año (frío y caliente) en el consumo de materia seca, producción de leche y el comportamiento de las vacas lecheras. El estudio lo realizaron en dos haciendas diferentes, una hacienda con sistema de ordeño convencional (frecuencia de alimentación 2 y 3 veces/día) y otra con sistema de ordeño automático (frecuencia de alimentación 1 y 2 veces/día). Los investigadores observaron que la frecuencia de alimentación no afectó significativamente la producción de leche en los dos sistemas de ordeño (convencional y automatizado). En la hacienda convencional, la producción promedio de leche en el ambiente frío fue 26.9 y 27.1 kg por vaca por día, en la frecuencia de alimentación 2 y 3 veces/día respectivamente y en ambiente cálido la producción promedio de leche fue de 26.8 y 27.7 kg por vaca por día, en la frecuencia de alimentación 2 y 3 veces/día respectivamente.

En la hacienda automatizada, con un ambiente frío la producción promedio fue 32.5 y 33.1 kg de leche por vaca por día, en la frecuencia de alimentación 1 y 2 veces/día respectivamente y en el ambiente cálido obtuvieron producción promedio de 26.3 y 28.2 kg por vaca por día en la frecuencia de alimentación 1 y 2 veces/día respectivamente.

La producción promedio en la hacienda convencional fue 26.85 y 27.4 kg de leche para las frecuencias 2 y 3, respectivamente. Por otra parte la hacienda automatizada dichos promedios de producción fueron 29.4 y 30.65 kg de leche para 1 y 2 frecuencia de alimentación diaria; sin importar la época del año.

En el sistema automatizado, tanto el ingesta de materia seca (DMI) y la producción de leche se vieron afectados significativamente por las condiciones ambientales, la producción promedio en período caliente fue 27.25<sup>b</sup> kg de leche, en comparación con el periodo frío 29.9<sup>a</sup> kg de leche; sin importar el sistema de ordeño.

Perez y Carvajal (27). Evaluaron, cuatro frecuencias de alimentación con una ración totalmente mezclada (RTM) en cuatro grupos de 90 vacas cada uno, ofreciendo descargas de la dieta de 100% (R-100%), dos descargas de 50% (R-50%), tres descargas de 33% (R-33%) y cuatro descargas de 25% (R-25%) respectivamente. Estos investigadores observaron que las frecuencias de alimentación durante el día no afectaron la producción de leche, obteniendo los siguientes promedios; 26.84, 28.10, 28.3 y 26.96 litros, para los tratamientos R-100%, R-50%, R-33% y R-25%; respectivamente. Con estos resultados se observaron no haber diferencias estadísticas entre los tratamientos. En este estudio de Perez y Carvajal, no existe diferencia estadística significativa entre las frecuencias probablemente, por una mala aleatorización de las unidades experimentales para cada tratamiento previo al experimento, debido a que no existe información del promedio de días lactando, número de partos y producción ajustada a los 305 días.

H. Alzahal. y col. (16). Investigaron que el cambio de la frecuencia de la alimentación de 2 y 3 veces al día, no alteró los patrones de comportamiento de las vacas lecheras, ni afectó su ingesta de alimentación y la producción de leche fue 31 kg 2 veces al día y 31 kg 3 veces al día. A demás, se mantuvo con normalidad el tiempo

que dedicaban a las distintas actividades que realizan las vacas como lo son, alimentarse, beber, rumiar y descansar.

El porcentaje de tiempo en las actividades de alimentarse, beber, rumiar etc. No fue estadísticamente significativo. Y además no existió diferencia en la producción de leche; alimentando 2 a 3 veces al día.

Yun y Han (35), ofrecieron dietas de alimentación con ración totalmente mezclada en frecuencia de 2, 4, y 6 veces diaria. Los autores estudiaron el pH ruminal, concentración de ácidos grasos volátiles en los fluidos ruminales y la relación con la producción de leche. Los investigadores obtuvieron resultados estadísticamente significativos  $p < 0.05$ . A medida aumentó la frecuencia de alimentación, la producción de leche diaria incrementó.

La producción de leche que obtuvieron los autores fue 23.7<sup>b</sup>, 24.8<sup>ab</sup> y 25.69<sup>a</sup> kg/vaca/día para las frecuencias 2, 4 y 6 veces por día respectivamente. La producción de leche de las vacas alimentadas 4 y 6 veces al día se incrementó en 5 y 8% en comparación con las vacas alimentadas 2 veces por día. Esta diferencia fue significativa solo entre la frecuencia 2 y 6 veces por día.

El promedio del pH en los fluidos ruminales en las frecuencia 2, 4 y 6 fue 6.08, 6.18 y 6.31 respectivamente. El valor de pH mínimo y máximo en las frecuencias de alimentación 2, 4 y 6 fue; 5.56 – 6.4, 5.9 – 6.35 y 6.1 – 6.55 respectivamente, con diferencias aritméticas del valor de pH máximo y mínimo de 0.84, 0.45 y 0.45; para la frecuencia 2, 4 y 6 veces al día. Los autores observaron, que a mayor frecuencia de alimentación por día se observa poca variación del valor de pH ruminal.

La frecuencia de alimentación aumenta la relación de acetato y propionato en los ácidos grasos volátiles del rumen, de tal forma que la relación fue; 1.8, 2.5 y 3.4 para la frecuencia 2, 4 y 6 veces al respectivamente.

Los resultados se pueden resumir de la siguiente manera; las vacas alimentadas con mayor frecuencia al día tienen poca variabilidad en el pH ruminal. El propionato es el principal ácido graso volátil utilizado para la producción de glucosa y cuando aumenta la cantidad de propionato, producido en el rumen en relación al acetato, aumenta la

producción de leche. La relación acetato propionato para la frecuencia de alimentación 4 y 6 fue; 2.5 y 3.4. Es decir las vacas al ser alimentadas con frecuencia de 4 y 6 veces por día, aumentaron 5 – 8% más de leche, que las que fueron alimentadas dos veces al día.

Campbell J. R (9) ofrecieron dietas de alimentación con ración totalmente mezclada en frecuencia de 2, 4, y 7 veces diaria. Las dietas diarias equivalían a 38.9 lbs 42.2lbs y 41.7 lbs para los tratamientos 2, 4 y 7 respectivamente.

La digestibilidad promedio de materia seca fue 51.59, 55.52, 55.10%, para los tratamientos 2, 4 y 7 respectivamente. Los investigadores observaron una mayor digestibilidad de materia seca en los tratamientos, 4 (3.93 %) y 7 (3.51%) veces diaria en comparación que cuando se alimenta 2 veces diaria. La producción promedio de leche fue 34.42<sup>b</sup>, 40.1<sup>a</sup> y 40.4<sup>a</sup> lbs/vaca/día para los tratamientos 2, 4 y 7; respectivamente. Se observó que existe diferencia significativas en la producción de leche, entre los tratamientos 2 (34.42 lb) y 4 (40.1 lb) al igual que se observó diferencia entre el tratamiento 2 (34.42 lb) y 7 (40.4 lb); y entre los tratamientos 4 (40.1 lb) y 7 (40.4 lb) no se observaron diferencias significativas. Las diferencias aritméticas en el promedio de producción de leche fueron; para las frecuencias de alimentación, 4 veces (+6.68 lb) y 7 veces (+6.98 lb) en comparación con las vacas que la alimentación fue de dos veces al día. Los investigadores concluyeron que alimentar las vacas 4 veces al día es lo ideal, ya que entre 4 y 7 no existió diferencia estadística significativas, pero que entre 2 y 4, si existió diferencia estadística significativa. Estos datos favorecerían alimentar al menos 4 veces diaria para una eficiencia óptima en la conversión de alimento.

La variación del pH en los fluidos ruminales puede reducir en casos de incrementar la frecuencia de alimentación. Yun y Han manifiestan que al aumentar la frecuencia de alimentación el pH ruminal es más estable. El valor de pH mínimo y máximo en las frecuencias de alimentación 2, 4 y 6 fue; 5.56–6.4, 5.9–6.35 y 6.1–6.55 respectivamente. El pH del rumen es uno de los factores más variables que pueden influir en la población microbiana y los niveles de ácidos grasos volátiles producidos.

Existen dos grupos básicos de bacterias que funcionan en diversos pH. Los digestores de fibra son más activos a un pH de 6.2 a 6.8. Las bacterias celulolíticas y metanogénicas pueden reducirse cuando el pH comienza a caer por debajo de 6.0. La gran mayoría de los ácidos grasos volátiles son absorbidos pasivamente a través de la pared ruminal. Esta continua extracción de ácidos grasos volátiles por medio de la absorción en el retículo-rumen es importante para mantener un pH ruminal estable. La absorción neta de ácidos grasos volátiles que alcanzan la sangre depende de la concentración en el rumen y la cantidad usada por la pared del rumen. El fraccionamiento de la dieta disminuye los picos de fermentación de los nutrientes en el rumen, por lo que hace su mayor eficiencia y la producción de leche puede aumentarse porque el suministro de glucosa proveniente de propionato se incrementa.

Dhiman (12) investigaron, la Influencia del procesamiento de maíz y frecuencia de la alimentación en el rendimiento de la vaca. Estos investigadores observaron, que las vacas alimentadas maíz grano fino molido (FGC) o maíz procesado tipo hojuela (SFC) produjeron 4% más leche que las vacas alimentadas con maíz grano grueso molido (CGC). El contenido de grasa en la leche fue mayor en las vacas alimentadas, con maíz grano grueso molido (CGC), que las vacas que fueron alimentadas con maíz grano fino molido (FGC) o maíz procesado (SFC) tomando en cuenta los cuatro tratamientos del estudio, maíz grano grueso molido CG-1x (una vez al día), maíz grano fino molido FG-1x (una vez al día), maíz procesado SF-1x (una vez al día), maíz grano fino molido FG-4x (cuatro veces al día) y maíz procesado SF-4x (cuatro veces al día). Se observó que existe una diferencia estadística entre los tratamientos, maíz grano grueso molido CG-1x (36.6<sup>c</sup> kg) FG-1x y maíz procesado SF-4x (38.6<sup>a</sup> kg) de leche/vaca/día, maíz grano fino molido FG-1x (38.0<sup>ab</sup> kg) y maíz procesado SF-1x (38.1<sup>ab</sup> kg).

La diferencia estadística es atribuida al incrementó la digestibilidad del almidón, ya que el maíz procesado aumento en 6% y 3% en comparación con grano grueso y maíz finamente molido, respectivamente. El aumento de la digestión del almidón en el rumen, aumenta el ácido propiónico y este es un precursor importante de la gluconeogénesis en los rumiantes, y el aumento de la proporción de propionato podría dar lugar a una mayor absorción de energía neta desde el rumen y un aumento en la síntesis de la glucosa por el hígado. A demás los investigadores observaron, que una

disminución en la digestibilidad de la fibra a menudo tenía un pH ruminal promedio por debajo de 6,0. Y el aumento de la frecuencia de alimentación generalmente mejora el pH ruminal, y esto puede ser la razón para una mejor digestibilidad de la fibra en el presente estudio.

Nocek y Braund, (24). Manifiestan que alimentar con ración totalmente mezclada, puede ser la mejor manera de proporcionar el equilibrio de nutrientes que los rumiantes necesitan para mantener una población microbiana estable y eficiente. Sin embargo, la disponibilidad de la alimentación con el tiempo y la distribución de la ingesta durante el transcurso del día contribuyen al mantenimiento de la estabilidad de la población de microorganismo ruminales, que es importante para reducir el riesgo de desarrollo de una acidosis ruminal subaguda.

Krause, M. (18). Menciona que la alimentación de vacas lecheras para la producción máxima de leche aumenta el riesgo de acidosis, lo que puede reducir la eficiencia de la producción de leche y poner en peligro la salud de la vaca. Produciéndose la acidosis, cuando la tasa de producción de Ácidos Grasos Volátiles en el rumen supera la velocidad a la que el medio ambiente del rumen puede neutralizar o absorber los ácidos. Por lo tanto, proporcionar un alimento a diferentes horas del día una ración totalmente mezclada reduce la variación en el pH ruminal.

Uno de los factores que pueden afectar a la utilización del alimento, es la frecuencia de alimentación. Debido a que el ganado bovino a mayor frecuencia aumenta la eficiencia de los piensos, utilización en el rumen, estimula el consumo de alimento, y los resultados un aumento de la producción de leche. Por lo tanto, la digestibilidad de la materia seca y la retención de nitrógeno son bajos cuando se alimenta con una ración diaria, y en la medida que se aumenta la frecuencia de alimentación mejora la digestibilidad de la materia seca. Concluyendo que al suministrar el alimento una vez al día hace que las vacas sean más susceptibles a una acidosis ruminal y por ende hay una menor digestión de fibra y menor crecimiento microbiano y menor producción.

#### 4.2. Peso vivo en Kilogramos.

En los cuadros anexos A-24, A-25, A-27, A-29, A-31 y A-33 se presenta el peso vivo promedio (kg) por tratamiento, proveniente de la fase inicial y de las mediciones de cada uno de los cinco periodo de 14 días durante toda la etapa experimental. Cada observación se obtuvo de acuerdo al factor en estudio (frecuencia de alimentación/vaca/día). A cada una de estas mediciones se les efectuó su respectivo análisis de varianza (cuadros anexos A-26, A-28, A-30, A-32 y A-34). Debido a que en el análisis ningún ANVA general resultó con diferencias estadísticas significativas no se les realizaron pruebas de Duncan.

En el cuadro 2 y figura 3 se muestra de forma detallada el peso vivo (kg.) por tratamiento, al inicio del experimento (día 1) y durante el estudio efectuado este en 5 periodos; cada uno de catorce días. Los tratamientos comparados fueron relacionados con la frecuencia de alimentación diaria a cada grupo de cinco vacas en ordeño.

**CUADRO 2.** Peso vivo (Kg.) por tratamiento durante el estudio.

Tra. /	PERIODOS						Promedio acumulado
	Inicio 0	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	
T1	446.09 <sup>ns</sup>	456.14 <sup>ns</sup>	463.23 <sup>ns</sup>	473.14 <sup>ns</sup>	471.27 <sup>ns</sup>	496.45 <sup>ns</sup>	467.72 <sup>a</sup>
T2	414.73 <sup>ns</sup>	416.73 <sup>ns</sup>	429.82 <sup>ns</sup>	436.50 <sup>ns</sup>	445.36 <sup>ns</sup>	466.05 <sup>ns</sup>	434.86 <sup>b</sup>
T3	423.45 <sup>ns</sup>	419.4 <sup>ns</sup>	424.86 <sup>ns</sup>	438.27 <sup>ns</sup>	433.95 <sup>ns</sup>	463.23 <sup>ns</sup>	433.86 <sup>b</sup>
X	428.09 <sup>b</sup>	430.76 <sup>b</sup>	439.30 <sup>ab</sup>	449.30 <sup>ab</sup>	450.20 <sup>ab</sup>	475.24 <sup>a</sup>	

/: Tratamiento; T1= frecuencia 1 vez/día; T2= frecuencia 3 vez/día; T3= frecuencia 5 vez/día.

ns: no significativo

<sup>a b</sup>: medias con diferencia estadística.

X: promedio acumulado por cada periodo del estudio.

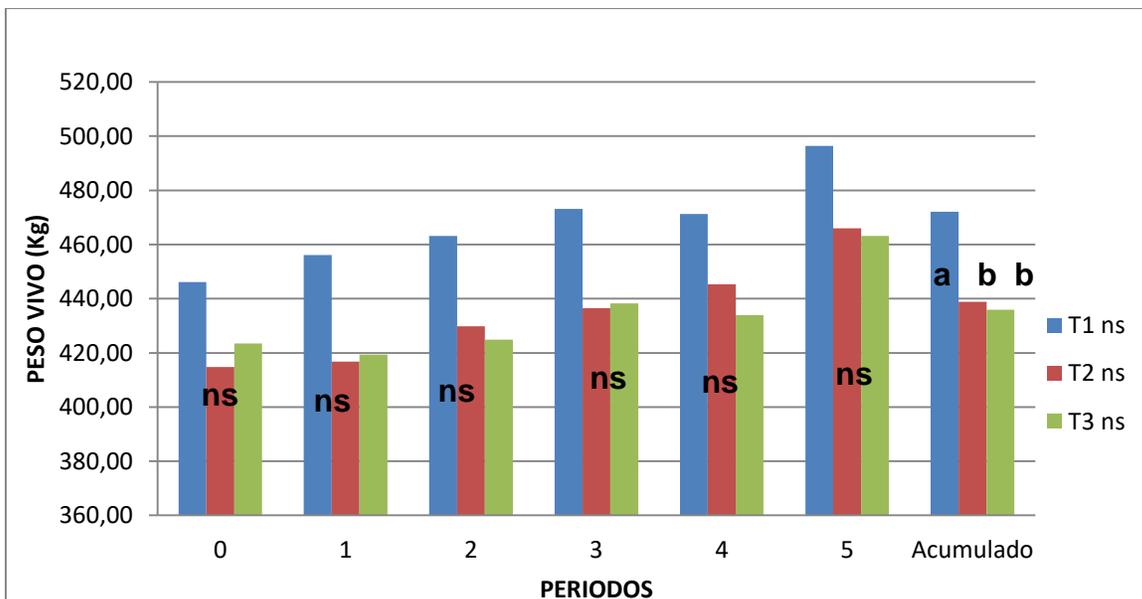


Figura 3. Peso vivo (kg.) por tratamiento durante el estudio.

Como anteriormente mencionado el estudio transcurrió desde el primer al quinto periodo del experimento, no existió diferencia estadística significativa entre el peso promedio de cada uno de los tratamientos. Obsérvese en la figura tres, que desde el inicio del experimento hasta el final del experimento se presentaron fluctuaciones en el promedio de la ganancia de peso en kg, pero que estos no son estadísticamente significativos

En el periodo cero (0), antes de dar inicio a la fase experimental, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (anexo A-24). El peso vivo promedio fue; 446.09, 414.73 y 423.45 kg/vaca, para los tratamientos T1 (frecuencia= 1 vez al día), T2 (frecuencia= 3 veces al día) y T3 (frecuencia= 5 veces al día) respectivamente. Experimentalmente, este resultado era necesario obtenerlo para determinar la homogeneidad de peso entre las unidades experimentales antes de dar inicio con el estudio.

En el primer periodo, 14 días después de iniciado el experimento, al realizar el respectivo análisis de varianza no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (anexo A-26). El peso vivo promedio fue; 456.14, 416.73 y 419.41 kg, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

En el segundo periodo, establecido desde el día 15 hasta el 29 del experimento, al igual que en el primer periodo, al realizar el respectivo ANVA no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (anexo A-28). Obsérvese que el peso vivo promedio fue; 463.23, 429.82 y 424.27 kg, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, observándose que entre el tratamiento T1 (463.23) y T3 (424.27) kg, hay una diferencia aritmética, pero a pesar de eso T1 no fue estadísticamente significativo sobre los tratamientos T2 y T3.

En el periodo tres, comprendido desde el día 30 al 43 del experimento, se obtuvieron similares resultados al primer y segundo periodo, no existiendo diferencias estadísticas significativas, (anexos A-23), el peso vivo promedio para este periodo fue; 473.14, 436,50 y 438.95 kg, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Observándose una similitud aritmética entre los tratamientos T2 (436,50 kg) y T3 (438.95 kg); y una diferencia en comparación a T1, pero esta diferencia aritmética no es estadísticamente significativa.

En el cuarto periodo, establecido desde el día 44 hasta el 57 de experimento, al igual que en los periodos anteriores no existió diferencias estadísticas significativas, (anexo A-32). El peso vivo promedio fue; 471.27, 445.36 y 433.95 kg, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, obsérvese que se mantiene el mismo comportamiento estadístico como en los periodos 1, 2 y 3.

En el quinto y último periodo comprendido desde el día 58 al 71 del experimento, basados en los análisis de varianza, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, (anexo A-34). El peso vivo promedio fue; 496.45, 466.05 y 463.86 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Como observado en toda la fase experimental, el comportamiento del peso vivo no fue estadísticamente significativo.

Al concluir el experimento se observó que no existió diferencia estadística significativa, comparando todas las frecuencias de alimentación, desde el primer periodo hasta el quinto periodo.

En resumen, se observó que hubo un ascenso en el peso vivo de las unidades experimentales, pero no hubo diferencias estadísticas significativas en los tratamientos,

en cada periodo durante toda la fase experimental. Los promedios acumulados de peso vivo; T1 (467.72), T2 (434.86) y T3 (433.86) kilogramos.

Aspecto importante de tomar en cuenta con respecto a la no significación estadística del peso vivo (kg), es que todas las unidades experimentales obtuvieron la misma dieta durante todo el experimento, ofreciendo una ración totalmente mezclada para cada una de las vacas de los tratamientos en estudio, por lo tanto cada tratamiento obtuvo la misma cantidad y calidad de materia seca proporcionadas en diferentes raciones al día.

Rodríguez (28), evaluaron la influencia de dos frecuencias de suministro de concentrado (A= 1 vez por día y B= 2 veces por día) como suplemento en el comportamiento productivo de animales mestizos Holstein x Cebú, con un peso promedio inicial 315 kg. Consumo de esta valoración el consumo de materia seca promedio por tratamiento fue de 9.31 y 9.12 kg por día, para los tratamientos A y B respectivamente. Al concluir el experimento el peso vivo fue; 368 y 376 kg de peso vivo, para los tratamientos A (1 vez/día) y B (2 veces/día), respectivamente. No se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos para los indicadores de ganancia promedio de peso por día (840 y 950 g). La conversión alimenticia resultó con diferencia estadística significativa ( $P < 0.01$ ) cuando se ofreció el concentrado dos veces al día, siendo esta de; 9.6 kg para ganar 1 kg de peso vivo, con respecto a lo obtenido al suministrarlo una sola vez al día; 11.06 kg para ganar un 1kg de peso vivo. En resumen las diferencias estadísticas de la conversión alimenticia se atribuyen, a que el fraccionamiento de la suplementación con concentrado disminuye los picos de fermentación de los nutrientes en el rumen, por lo que hace su mayor eficiencia de la utilización de los alimentos. Pero la diferencia estadística en la conversión de alimento no afectó la ganancia de peso vivo. Los autores atribuyen a que hubo un exceso en el consumo de proteína bruta, con respecto a los requerimientos para la ganancia de peso y cuando hay un desbalance en el consumo de proteína bruta y energía metabolizable, disminuye la eficiencia de la utilización de la dieta, debido a que el exceso de proteína bruta requiere un gasto energético para su excreción en forma de urea o su retorno al rumen procedente de la sangre o por excreción a la saliva. A demás grandes cantidades de la urea en sangre provoca pérdidas del preciado nitrógeno en la orina.

Carrara estudió, el efecto de diferentes frecuencias de alimentación en el rendimiento de la canal de ganado de engorda Nellore. Las unidades experimentales al inicio del estudio tenían un promedio de;  $358.2 \pm 19.4$  kg de peso vivo. Todas las unidades experimentales estaban alojadas en corrales individuales de acuerdo a los siguientes tratamientos; alimentación una vez al día (T1; 8:00), 2 veces al día (T2; 8:00 y 14:00), 3 veces al día (T3; 8:00, 11:00 y 14:00), y 4 veces al día (T4; 8:00, 11:00, 14:00 y 17:00).

El peso inicial para cada tratamiento fue; (T1= 246.9 kg; T2= 243.0 kg; T3= 263.1 kg; T4= 258.1 kg). La alimentación diaria considerando la materia seca, fue ofrecida en base al peso vivo, la ingesta de materia seca en kilos fue; T1 (7.75 kg); T2 (7.95 kg); T3 (8.44 kg); T4 (8.10 kg). Las ganancias diaria de peso obtenida por los investigadores fueron; 0.979, 0.961, 1.175 y 1.138 kg para los tratamiento T1, T2, T3, y T4 respectivamente.

Al concluir el experimento, según el análisis de varianza, la frecuencia de alimentación, no afectó significativamente la ganancia de peso. El peso corporal al concluir el experimento fue; 449.8, 445.4, 467.4, 463.6 kg para los tratamientos T1, T2, T3, y T4 respectivamente y el rendimiento de la canal para cada tratamiento alcanzó los siguientes porcentajes de peso vivo (T1= 55.0%; T2= 54.6%; T3= 56.1%; T4= 55.6%). En resumen los investigadores concluyeron que, la frecuencia de alimentación no afecta significativamente la ganancia de peso de peso vivo y el rendimiento de la canal de los bovinos.

JR Campbell (9), manifiesta que al ofrecer dieta alimenticia en frecuencia de 2x, 4x, y 7x veces al día, suministrando una dieta totalmente mezclada de; 38.9, 42.2 y 41.7 libras de alimento por día, la digestibilidad promedio de materia seca fue 51.59%, 55.52%, 55.10%, para los tratamientos 2x, 4x y 7x respectivamente, existiendo una mayor digestibilidad de materia seca en la frecuencia de alimentación 4x y 7x veces diaria que cuando se alimenta 2x veces diaria, siendo este aumento de 3.93 y 3.51% de digestibilidad de la materia seca cuando se alimenta 4x y 7x veces al día respectivamente. Había poca diferencia en el consumo de alimento cuando se alimenta cuatro o siete veces al día, pero se observó una disminución en el consumo de alimento cuando se ofrece sólo dos veces al día pero que esta diferencia no fue significativa. El

aumento de 6.71 a 8,48% de la ingesta total de alimento cuando se alimenta 7x o 4x diaria en comparación con 2x con una ganancia de peso, 0.893, 0.963 y 0.947 (libras/vaca/día) para los tratamientos 2x, 4x y 7x respectivamente. Los investigadores concluyeron que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos cuando fueron alimentados a intervalos de 2x, 4x o 7x diaria, el peso corporal promedio por vaca fue 1166, 1176, y 1172 libras respectivamente.

Cuando aumenta la frecuencia de alimentación, el pH ruminal se mantiene estable, lo que permite mayor producción de ácidos grasos volátiles en los fluidos ruminales y la relación acetato propionato se aumenta. Cuando se hace el balanceo de la dieta de alimentación diaria, considerando la materia seca en base al peso vivo, los requerimientos nutricionales de la proteína cruda y total de nutrientes digestible, están balanceados para la producción láctea, en lugar de la ganancia de peso. Por lo tanto al aumentar el propionato principal ácido graso volátil, utilizado para la producción de glucosa, la producción láctea se ve influenciada. El ácido acético es el principal precursor de la lipogénesis en el tejido adiposo, la cantidad de ácido acético en las dietas para la producción láctea puede ser limitante, por lo que no se acumula grasa en los tejidos y por ende no aumenta el peso corporal de forma significativa, debido a que la energía está siendo utilizada para la síntesis de leche.

#### 4.3. Condición corporal

En los cuadros anexos A-36, A-37, A-39, A-41, A-43 y A-45 se presenta el promedio de condición corporal (escala de 1-5) por tratamiento, proveniente de la fase inicial del estudio y de las mediciones de cada uno de los cinco periodo de 14 días durante toda la etapa experimental. Cada observación se obtuvo de acuerdo al factor en estudio (frecuencia de alimentación/vaca/día). A cada una de estas mediciones se les efectuó su respectivo análisis de varianza (cuadros anexos A-38, A-40, A-42, A-44 y A-46). Debido a que en el análisis, ninguno ANVA general resulto con diferencias estadísticas significativas no se les realizaron pruebas de Duncan.

En el cuadro 3 y figura 4 se muestra de forma detallada el promedio condición corporal (escala 1-5) por tratamiento, al inicio y durante el estudio efectuado este en 5

periodos; cada uno de catorce días. Los tratamientos comparados fueron relacionados con la frecuencia de alimentación diaria, cada grupo de cinco vacas en ordeño.

**Cuadro 3.** Condición corporal (CC) promedio por tratamiento durante el estudio.

Promedio condición corporal, escala (1-5)							
Tratamiento	Inicio	1º	2º	3º	4º	5º	X Acumulado
T1	3.12 <sup>ns</sup>	3.21 <sup>ns</sup>	3.27 <sup>ns</sup>	3.33 <sup>ns</sup>	3.05 <sup>ns</sup>	3.05 <sup>ns</sup>	3.24 <sup>a</sup>
T2	2.94 <sup>ns</sup>	2.96 <sup>ns</sup>	3.01 <sup>ns</sup>	3.1 <sup>ns</sup>	3.35 <sup>ns</sup>	3.35 <sup>ns</sup>	3.18 <sup>ab</sup>
T3	2.56 <sup>ns</sup>	2.55 <sup>ns</sup>	2.52 <sup>ns</sup>	2.62 <sup>ns</sup>	2.98 <sup>ns</sup>	2.98 <sup>ns</sup>	2.81 <sup>b</sup>
Acumulado	2.87	2.91	2.93	3.02	3.13	3.13	3.08

T1= frecuencia 1 vez/día; T2= frecuencia 3 vez/día; T3= frecuencia 5 vez/día.

ns: no significativo.

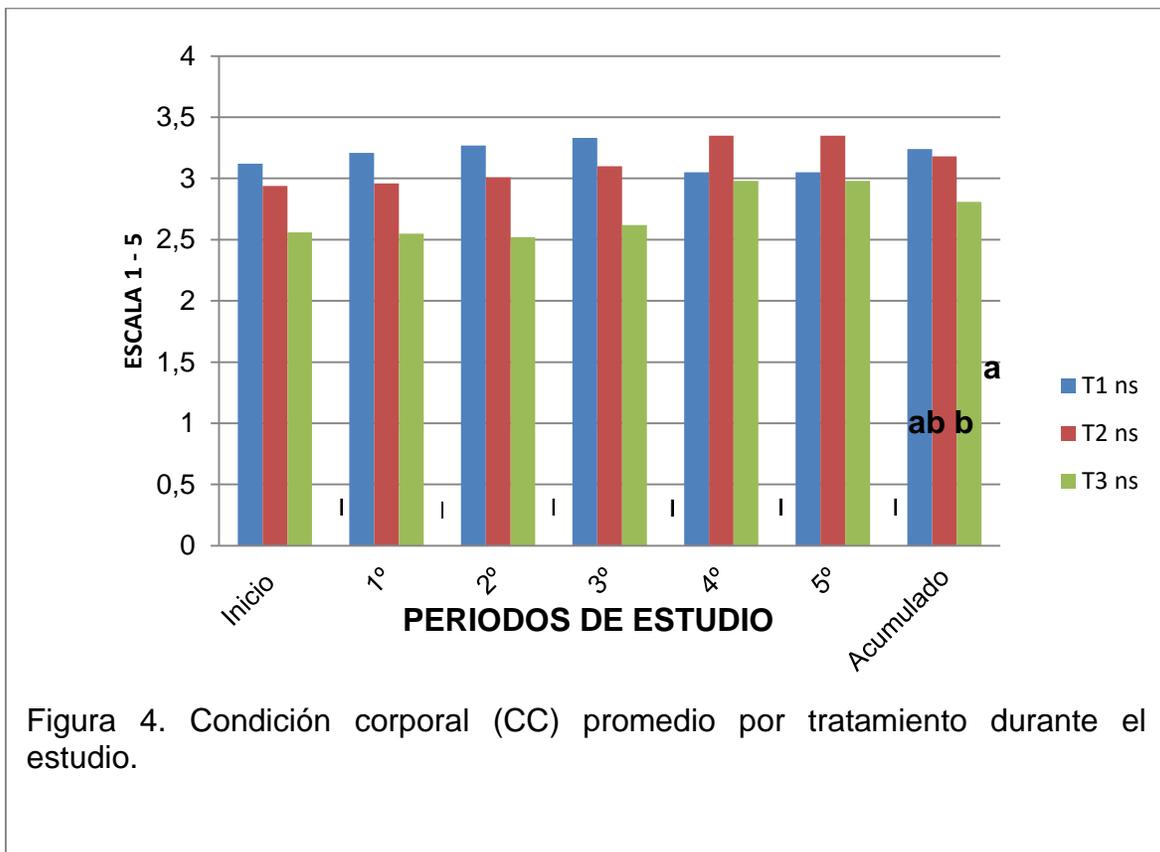


Figura 4. Condición corporal (CC) promedio por tratamiento durante el estudio.

En el cuadro 3 y figura 4, se observa que desde el inicio del experimento hasta el final del experimento se presentaron fluctuaciones en el promedio de condición corporal, de periodo a periodo pero estos no son estadísticamente significativos.

En el periodo cero (0) o fase pre experimental de 15 días, antes de dar inicio a la fase experimental, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (anexo A-36). La condición corporal promedio fue; 3.12, 2.94 y 2.56, en la escala de 1 – 5, para los tratamientos T1 (frecuencia de alimentación= 1 vez al día), T2 (frecuencia= 3 veces al día) y T3 (frecuencia= 5 veces al día) respectivamente. Experimentalmente, este resultado era necesario obtenerlo para determinar la homogeneidad de la condición corporal entre las unidades experimentales antes de dar inicio con el estudio.

En el primer periodo, de 14 días después de iniciado el experimento, al realizar el respectivo análisis de varianza no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (anexos A-38). La condición corporal promedio fue; 3.21, 2.96 y 2.55 en la escala de 1 – 5, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

En el segundo periodo, establecido desde el día 15 hasta el 29 del experimento, al igual que en el primer periodo, al realizar el respectivo ANVA no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, (anexos A-40). En donde el peso vivo promedio fue; 3.27, 3.01 y 2.52 en la escala de 1 – 5, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

En el periodo tres, comprendido desde el día 30 al 43 del experimento, se obtuvieron similares resultados al primer y segundo periodo, no existiendo diferencias estadísticas significativas, (anexos A-42), el peso vivo promedio para este periodo fue; 3.33, 3.1 y 2.62 en la escala de 1 – 5, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

En el cuarto periodo, establecido desde el día 44 hasta el 57 de experimento, al igual que en los periodos anteriores no existió diferencias estadísticas significativas, (anexos A-44). Donde el peso vivo promedio fue; 3.05, 3.35 y 2.98 en la escala de 1 –

5, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, observándose que se mantiene el mismo comportamiento estadístico como en los periodos 1, 2 y 3.

En el quinto y último periodo comprendido desde el día 58 al 71 del experimento, basados en los análisis de varianza, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, (anexos A-46). El peso vivo promedio fue; 3.05, 3.35 y 2.98 en la escala de 1 – 5, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, como se observó en toda la fase experimental, el comportamiento del peso vivo no fue estadísticamente significativo.

Se observó que hubo un ascenso en la condición corporal en todos los tratamientos, pero no existió diferencia estadística significativa comparando todas las frecuencias de alimentación, desde el primer periodo hasta el quinto periodo.

En resumen, todos los tratamientos fueron similares durante toda la fase experimental. De esta manera, se puede observar que los promedios acumulados de condición corporal fueron; T1 (3.24), T2 (3.18) y T3 (2.81) (escala de 1 – 5), siendo estos muy similares para todos los tratamientos

Aspecto importante de tomar en cuenta con respecto a la no significación estadística de la condición corporal (escala de 1 – 5), es que todas las unidades experimentales obtuvieron la misma dieta durante todo el experimento, ofreciendo una ración totalmente mezclada para cada una de las vacas de los tratamiento en estudio, por lo tanto cada tratamiento obtuvo la misma cantidad y calidad de materia seca proporcionadas en diferentes raciones al día.

#### 4.4. Análisis económico

Para realizar la evaluación económica se tomaron en consideración los costos de producción y los beneficios obtenidos en cada frecuencia de alimentación, efectuados durante la fase experimental del presente estudio. En el cuadro 4, se muestran los costos (resumidos), ingresos y utilidad, de cada una de las frecuencias de alimentación.

**Cuadro 4.** Análisis financiero por vaca por día en cada una de las frecuencias de alimentación

CONCEPTO	FRECUENCIA DE ALIMENTACION POR VACA		
	T1	T2	T3
<b>INGRESO</b>			
$\bar{x}$ de leche/vaca/día (lb)	17.49	17.79	21.18
<u>*</u> / Ingreso por venta de leche/vaca/día	\$4.11	\$4.18	\$4.98
<b>COSTOS</b>			
Ensilaje de sorgo	\$0.59	\$0.56	\$0.56
Bagazo	\$0.03	\$0.03	\$0.03
Pollinaza	\$0.32	\$0.30	\$0.30
Concentrado	\$0.95	\$0.89	\$0.88
Sal común	\$0.01	\$0.01	\$0.01
Bicarbonato	\$0.06	\$0.06	\$0.06
Melaza	\$0.12	\$0.11	\$0.11
<b>Costo de Alimentación</b>	<b>\$2.08</b>	<b>\$1.97</b>	<b>\$1.96</b>
<u>**</u> / Mano de obra	\$0.69	\$0.75	\$0.82
Agua	\$0.04	\$0.04	\$0.04
Energía eléctrica	\$0.08	\$0.08	\$0.08
<b>Total de costos</b>	<b>\$2.89</b>	<b>\$2.84</b>	<b>\$2.89</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>\$1.22</b>	<b>\$1.35</b>	<b>\$2.08</b>
Costo por libra de leche producida	\$0.17	\$0.16	\$0.14
B/C	\$1.42	\$1.47	\$1.72

\*/ Precio de venta por libra de leche \$ 0.235.

\*\*/ Mano de obra (corralero, alimentación y ordeñador).

T1= frecuencia de alimentación 1 vez/día; T2= frecuencia 3 veces/día; T3= frecuencia 5 veces/día.

Para realizar la evaluación económica se tomaron en consideración los costos de producción y los beneficios obtenidos en cada frecuencia de alimentación, efectuados durante la fase experimental del presente estudio. En el cuadro 4, se muestran los costos (resumidos), ingresos y utilidad, de cada una de las frecuencias de alimentación.

Al analizar estos resultados, se determinó que existen diferencias económicas entre cada una de las frecuencias de alimentación. Estas diferencias se deben al incremento en la producción de leche; 21.18 lb, 17.79 lb y 17.49 lb, para los grupos de vacas alimentadas 5 veces por día, 3 veces y finalmente las alimentadas 1 vez por día, respectivamente.

En relación a los ingresos por venta de leche diaria (\$ 0.235 por libra), el ordenamiento de los grupos fue igual a la producción. Específicamente, el grupo de mayor ingreso diario fue el alimentado 5 veces por día (\$ 4.98) seguido por los grupos alimentados 3 y 1 vez diaria; \$ 4.18 y \$ 2.89, respectivamente.

En concordancia a los costos de producción, el ordenamiento de los grupos fue diferente con respecto los ingresos. En su orden estos costos de producción, para el grupo de vacas alimentadas 1 vez por día (\$ 2.89), 3 veces por día (\$2.84) y el grupo de vacas alimentadas 5 veces diarias (\$ 2.89).

Los datos anteriores provocan que la utilidad diaria fuese mejor en el tratamiento de 5 frecuencias de alimentación al día (\$ 2.08), seguido de la frecuencia 3 veces al día (\$ 1.35) y una vez al día (\$1.22).

#### 4.4.1. Relación Beneficio/Costo

La determinación de la relación beneficio-costo (B/C); es muy importante en todo proyecto pues nos indica la rentabilidad así como los beneficios de este.

El análisis antes expuesto en el cuadro 4, fue realizado considerando los ingresos y costos en el presente estudio. Se pudo observar, que específicamente el grupo de vacas con mayor ingreso (frecuencia de alimentación 5 veces por día) obtuvo una mejor

relación beneficio-costo (\$ 1.72) sobre el beneficio-costo obtenidos en las frecuencias de alimentación 3 y 1 vez al día; \$1.47 y \$ 1.42, respectivamente.

Los datos analizados generaron un incremento en las utilidades en cada uno de los tratamientos en estudio. Los beneficios obtenidos fueron; \$ 0.72, \$ 0.47 y \$ 0.42, para las frecuencias de alimentación 5, 3 y 1 vez por día, respectivamente.

Los beneficios obtenidos son alentadores pues nos representan un incremento de 72%, 47% y 42% de utilidad para las frecuencias de alimentación 5, 3 y 1 vez por día, respectivamente.

Dicha ventaja económica del T3 sobre T1 y T2 fue provocada en el presente estudio, por el aumento de la producción diaria de leche obtenido en el T3 (21.18) sobre los T1 y T2; 17.49 y 17.79 libras de leche por vaca por día, respectivamente.

## 5. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos bajo las condiciones ambientales, del Campo Experimental y de Practicas Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador, se presentan las conclusiones siguientes:

1. Cuando se aumenta la frecuencia de alimentación a cinco veces por día, se obtiene significativamente mayor producción de leche (T3= 21.18 libras/vaca/día) comparada al ofrecimiento de la misma dieta tres veces (T2= 17.79 libras/vaca/día) y una vez diaria (T1= 17.49 libras/vaca/día). Además, no hay diferencias significativas entre la producción de vacas con dieta ofrecidas una y tres veces por día.
2. La frecuencia de alimentación no mejora el peso vivo de las vacas encastadas. El promedio obtenido fue; 467.72, 434.86 y 433.86 Kg para las frecuencias de alimentación 1, 3 y 5 veces al día, respectivamente.
3. La condición corporal (en escala 1-5) se ve afectada por el aumento de la frecuencia de alimentación diaria. El promedio de dicha evaluación fue; 3.24, 3.18 y 2.81, para las frecuencias de alimentación 1, 3 y 5 veces al día, respectivamente.
4. El análisis económico efectuado para las frecuencias de alimentación bajo las condiciones de este estudio presentó una mejor relación de beneficio/costo para la frecuencia de alimentación 5 veces/día (\$ 1.72) seguido de la frecuencia 3 veces/día (\$ 1.47) y 1 vez/día (\$ 1.42).

## **6. RECOMENDACIONES**

Finalizado y concluidos los resultados obtenidos en el estudio, se recomienda:

1. Ofrecer a las vacas su dieta en 5 raciones diarias de alimentación para mejorar la producción de leche.
2. Mejorar la dieta alimenticia y tratar de balancear la dieta diaria para todas las categorías de ganado en el hato UNIAGRO- FMO- UES.
3. Coordinar estratégicamente los horarios de descarga del alimento para las vacas con el propósito de minimizar las fluctuaciones del pH ruminal.
4. Evaluar la frecuencia de alimentación en el crecimiento y desarrollo de terneras de reemplazo.
5. Realizar otros estudios utilizando, mayores frecuencias de alimentación; para conocer su efecto sobre la producción de leche, peso vivo, condición corporal y rentabilidad.

## 7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. Araujo Febres Omar. 2005. factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX. Seminario de pastos y forrajes. Departamento de zootecnia, Universidad de Zulia. Maracaibo Venezuela. Pág. 12
2. Arriaza G. Joselin María; Castro C. José Alexander Y Hernandez Q. Marvin Jose. 2007. Análisis comparativo en el rendimiento lechero de vacas ordeñadas 2, 3 y 4 veces por día de la raza holstein y brown swiss encastadas durante los primeros 100 días lactando. Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental.
3. Astibia, O.R; Cangiano, C.A.; Cocimano, M.R. Y Santini, F.J.1982. Producción de Carne: Utilización del nitrógeno por el rumiante. Revista Argentina Producción animal. Rev. 4: pag.373-384.
4. Avelar, D. Alexander Y Guevara G, J. De La Cruz. 2012. 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. Universidad de El Salvador. Departamento de ciencias agronómicas. El Salvador. Pág. 6.
5. Ayanz Miguel Y San A. 2006. Alimentación y Nutrición del ganado. Fundamentos de Alimentación y Nutrición del ganado. Madrid. España. Pág. 9.
6. Bargo Fernando, Payadino Alejandro Y W. Marisa. 2006. Fisiología digestiva y manejo del alimento. La fibra. Departamento de producción animal. Facultad de agronomía. Buenos Aires, Argentina. Pág. 3
7. Bava L. 2012. Efectos de la frecuencia de alimentación y condiciones ambientales sobre la ingesta de materia seca, producción de leche y comportamiento de las vacas lecheras. En un sistema de ordeño convencional y automático. Departamento de ciencias agrarias y ambientales. Universidad de Milano. Ítala.
8. Bavera G. A. Y Peñafort, C. 2005. Cursos de Producción Bovina de Carne. Condición corporal. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.

9. Campbell J.R. Efectos de la frecuencia de alimentación en la producción, característica y utilización de alimentación en vacas lecheras. AD CP Merilan Departamento de Ganadería Lechera de la Universidad de Missouri, Columbia.
10. Castaldo, Ariel Osvaldo. 2003. Caracterización de los sistemas de producción bovina (invernada) en el nordeste de la provincia de la pampa (argentina). Modelos de gestión. Universidad de Córdoba, departamento de producción animal. Pag 249.
11. Cortés, H., C. Aguilar Y R. Vera. 2003. Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. Modelo de simulación. Universidad Católica de Chile. Departamento de Zootecnia. Archivos de zootecnia vol. 52, núm. 197, p. 34.
12. Dhiman R. 2002. Influencia del procesamiento del maíz y la frecuencia de alimentación en el rendimiento de la vaca. Departamento de Ciencias de Animales, Lechería y Veterinaria. American Dairy Science Association. Volumen N. 85 pág. 217 – 226.
13. Espejo Marin, Cayetano. 1996. Sistema de explotación ganadera. Universidad de Murcia. Departamento de Geografía. Pág. 89 – 104.
14. Frandson, Roween D. 1985. Anatomía y fisiología de los animales domésticos, anatomía del aparato digestivo. Tercera ed. Nueva editorial interamericana. México, D. F. Pág. 288.
15. Gasques Gómez Ramón. 2008. Enciclopedia bovina UMAN. Alimentación de bovinos. Primera edición. México DF. Pág. 9.
16. H. Alzahal, JI Benford, T. Widowski, Jp Walton, Jc Plaizier, T. Duffield, Ne Odongo Y Bw McBride. 2006. Efecto de la frecuencia de suministro de alimento en el comportamiento del ganado lechero. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Manitoba, Winnipeg, MB, Canadá. Volumen 22. Número 1. Pág. 80

17. INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC). 2016. Manual del protagonista. Nutrición animal. Generalidades de la nutrición animal. Nicaragua. Pág. 6.
18. Krause, M. 2006. Comprensión y prevención de la acidosis ruminal subaguda en la lechería.
19. Kudrna V. 2003. Efecto de la frecuencia de alimentación ofreciendo una ración totalmente mezclada.
20. Madhav, V; Komaragiri, S. Y Erdman, R, E. 1997. Journal of Dairy Science. 80: pág. 929 – 937.
21. Mantysaari, H. 2006. Efecto de la frecuencia de alimentación de una ración mixta total en el rendimiento de alto rendimiento de las vacas lecheras. Programa Agroalimentario. Investigación en Finlandia, Producción Animal, Jokioinen, Finlandia.
22. Mora Brautigán, Ileana. 2007. Nutrición animal. Vitaminas. Primera ed. Tercer reimpresión. Costa Rica. Pág. 120.
23. NATIONAL RESEARCH CONCIL (NRC). 1989. Nutrient requirements of Dairy cattle. Washington. National Academy Press.
24. Nocek, J, Braund D. 1985. Efecto de la frecuencia de la alimentación en la materia y el consumo de agua seca diurna, la tasa de dilución líquida, y la producción de leche en la primera lactancia. J. Dairy Sci. 68: 2238 - 2.247.
25. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA (FAO). 2007. Buenas prácticas agropecuarias en la producción del ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta de alimentación animal. Pág. 46.
26. Orskov, E.R. 1976. Producción Animal: Factores que influyen la utilización del nitrógeno proteico y el no proteico (NNP) en rumiantes jóvenes. En línea. Revista.

Tropical. 3: 95-102. Consultado el 27 de mayo de 2015. Disponible en: [www.agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf](http://www.agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf).

27. Perez P. Y Carbajal N. 2007. Evaluación de cuatro frecuencias de alimentación en ganado Holstein, en la comarca Lagunera, Las Lomas, Durango, México. Pág. 17.
28. Rodríguez. 2013. Evaluación del suministro de concentrado.
29. Sandoval, C.A; Belmor, R. 2003. Principios para la alimentación de rumiantes. Yucatán MEX. LIMUSA. pág. 15.
30. Stritzler, C.L. 1983. Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. Revista. Argentina. Producción Animal. Volumen. 3, pág. 14-16.
31. Vélez De Villa, Edward Eliseo. 2013. factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Efectos de las condiciones climáticas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria. Argentina pág. 11.
32. Vélez Hincapié Y Matamoros Santillán. 2002. Producción de ganado lechero en el trópico. Anatomía y Fisiología. Aparato digestivo, Nutrición del ganado vacuno. Escuela Agrícola Panamericana Carrera de ciencias y producción agropecuaria, zamorano. Honduras. Pág. 293.
33. Vieira De Sá, F. 1965. Lechería tropical. Explotación del ganado lechero en el trópico. Sistema de explotación. Traducido por, Carlos Luis de Cuenca. UTEHA. Mexico, D. F. Pág. 335.
34. Wattiaux, M. 1998. Nutrición y alimentación. Universidad de Wisconsin madison. Rev. Nutrición Animal. USA. 11, 34 p [www.boviplas/infocarne.com](http://www.boviplas/infocarne.com).
35. Yun K. Y Han J. 1989. Efecto de la frecuencia de alimentación de la vaca en lactancia temprana sobre la concentración del pH y ácidos grasos volátiles en los fluidos ruminales. AJAS volumen 2. Suweon, Korea. Pag 418 – 420.

# 8. ANEXOS

**Cuadro A-1.** Resumen de la producción de leche por vaca por día, en el periodo pre experimental.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\Sigma x$	$\bar{x}$
499	T1	1	12	68.5	13.7
388		2	9		
265		3	14.5		
416		4	22		
508		5	11		
514	T2	1	17	72	14.4
420		2	16		
262		3	14		
562		4	13.5		
583		5	11.5		
392	T3	1	11	68	13.6
438		2	11.5		
385		3	17		
451		4	15.5		
424		5	13		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidad experimenta por tratamiento.

**Yij:** Producción de leche promedio (lb/vaca/día)

**$\Sigma x$ :** Sumatoria de las observaciones.

**$\bar{x}$ :** Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-2.** Análisis de varianza de producción de leche por vaca por día, en el periodo pre experimental.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia.
Tratamiento	1.200	2	.600	.020	.980
Error experimental	361.200	12	30.100		
Total	362.400	14			

**Cuadro A-3.** Resumen de la producción de leche por vaca por día, ajustada a los 305 días, en el periodo pre experimental.

Nº ID	Tratamiento	r	Y <sub>ij</sub>	Σx	$\bar{x}$
499	T1	1	4376	21716	4343
388		2	5095		
265		3	6870		
416		4	2698		
508		5	2677		
514	T2	1	4601	20235	4047
420		2	3703		
262		3	4562		
562		4	4236		
583		5	3133		
392	T3	1	4829	20930	4186
438		2	4172		
385		3	4856		
451		4	4583		
424		5	2490		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidad experimental por tratamiento.

**Y<sub>ij</sub>:** Producción de leche ajustada a 305 días (lb/vaca/día)

**Σx:** Sumatoria de las observaciones.

**$\bar{x}$ :** Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-4.** Análisis de varianza de la producción de leche por vaca por día, ajustada a los 305 días, en el periodo pre experimental.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia.
Tratamiento	220820.133	2	110410.067	.074	.929
Error experimental	17896626.800	12	1491385.567		
Total	18117446.933	14			

**Cuadro A-5.** Resumen de días lactando, en el periodo pre experimental.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\sum x$	$\bar{x}$
499	T1	1	130	595	119
388		2	202		
265		3	74		
416		4	50		
508		5	139		
514	T2	1	76	615	123
420		2	49		
262		3	193		
562		4	152		
583		5	145		
392	T3	1	137	584	117
438		2	177		
385		3	121		
451		4	71		
424		5	78		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidad experimental por tratamiento.

**Yij:** Días lactando

$\sum x$ : Sumatoria de las observaciones.

$\bar{x}$ : Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-6.** Análisis de varianza de días lactando, en el periodo pre experimental.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia.
Tratamiento	59.200	2	29.600	.010	.990
Error experimental	35899.200	12	2991.600		
Total	35958.400	14			

**Cuadro A-7.** Resumen de números de partos por vaca, en el periodo pre experimental.

Nº ID	Tratamiento	r	Y <sub>ij</sub>	$\sum x$	$\bar{x}$
499	T1	1	2	14	3
388		2	3		
265		3	5		
416		4	2		
508		5	2		
514	T2	1	2	14	3
420		2	4		
262		3	5		
562		4	2		
583		5	1		
392	T3	1	4	14	3
438		2	2		
385		3	4		
451		4	2		
424		5	2		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidad experimental por tratamiento.

**Y<sub>ij</sub>:** Número de partos

**$\sum x$ :** Sumatoria de las observaciones.

**$\bar{x}$ :** Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-8.** Análisis de varianza de números de partos, en el periodo pre experimental.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia.
Tratamiento	.400	2	.200	.109	.898
Error experimental	22.000	12	1.833		
Total	22.400	14			

**Cuadro A-9.** Producción real de leche promedio (lbs/vaca/día) para el primer periodo (15 días) de estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\Sigma x$	$\bar{x}$
499	T1	1	16.83	82.84	16.57
388		2	11.94		
265		3	15.71		
416		4	24.91		
508		5	13.45		
514	T2	1	19.54	82.76	16.55
420		2	17.91		
262		3	16.66		
562		4	15.95		
583		5	12.69		
392	T3	1	18.95	93.14	18.62
438		2	17.34		
385		3	23.02		
451		4	19.36		
424		5	14.47		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Producción de leche promedio (lb/vaca/día)

$\Sigma x$ : Sumatoria de las observaciones.

$\bar{x}$ : Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-10.** Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el primer periodo (15 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia.
Tratamiento	213.911	2	106.955	7.562	.001
Error experimental	3140.062	222	14.144		
Total	3353.972	224			

**Cuadro A-11.** Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el primer periodo (15 días) del estudio.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	75	16.5520	18.6287*
T1	75	16.5687	
T3	75		
Sig.		.978	1.000

**Cuadro A-12.** Producción real de leche promedio lbs/vaca/día para el segundo periodo (29 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Y <sub>ij</sub>	$\sum x$	$\bar{x}$
499	T1	1	19.27	88.51	17.70
388		2	12.88		
265		3	15.75		
416		4	26.05		
508		5	14.56		
514	T2	1	21.24	90.01	18.00
420		2	18.17		
262		3	16.69		
562		4	19.19		
583		5	14.73		
392	T3	1	20.49	107.17	21.43
438		2	20.88		
385		3	26.70		
451		4	23.13		
424		5	15.97		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Y<sub>ij</sub>:** Producción de leche promedio (lb/vaca/día)

**$\sum x$ :** Sumatoria de las observaciones.

**$\bar{x}$ :** Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-13.** Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el segundo periodo (29 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	635.136	2	317.568	22.315	.000
Error experimental	3159.264	222	14.231		
Total	3794.400	224			

**Cuadro A-14.** Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre producción real de leche promedio lb/vaca/día para el segundo periodo (29 días) del estudio.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	75	17.7587	*21.4507
T2	75	18.0300	
T3	75		
Sig.		.660	1.000

**Cuadro A-15.** Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el tercer periodo (43 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\Sigma x$	$\bar{x}$
499	T1	1	20.09	90.19	18.04
388		2	12.84		
265		3	16.18		
416		4	25.81		
508		5	15.27		
514	T2	1	20.12	91.92	18.38
420		2	18.18		
262		3	17.44		
562		4	20.58		
583		5	15.60		
392	T3	1	22.71	111.68	22.34
438		2	22.39		
385		3	26.15		
451		4	24.51		
424		5	15.91		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Producción de leche promedio (lb/vaca/día)

**$\Sigma x$ :** Sumatoria de las observaciones.

**$\bar{x}$ :** Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-16.** Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el tercer periodo (43 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	864.145	2	432.073	32.543	.000
Error experimental	3146.636	237	13.277		
Total	4010.781	239			

**Cuadro A-17.** Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre producción real de leche promedio lb/vaca/día para el tercer periodo (43 días) del estudio.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	75	18.0019	
T2	75	18.2531	
T3	75		*22.1469
Sig.		.663	1.000

**Cuadro A-18.** Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el cuarto periodo (57 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\Sigma r$	$\bar{x}$
499	T1	1	16.45	87.81	17.56
388		2	14.04		
265		3	16.16		
416		4	26.38		
508		5	14.78		
514	T2	1	20.30	89.98	18.00
420		2	16.92		
262		3	18.13		
562		4	19.24		
583		5	15.40		
392	T3	1	22.77	108.66	21.73
438		2	21.24		
385		3	25.13		
451		4	23.01		
424		5	16.53		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Producción de leche promedio (lb/vaca/día)

$\Sigma x$ : Sumatoria de las observaciones.

$\bar{x}$ : Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-19.** Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el cuarto periodo (57 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	739.798	2	369.899	32.514	.000
Error experimental	2354.921	207	11.376		
Total	3094.719	209			

**Cuadro A-20.** Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre la Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el cuarto periodo (57 días) del estudio.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	75	17.4709	*21.7486
T2	75	18.1507	
T3	75		
Sig.		.234	1.000

**Cuadro A-21.** Producción real de leche promedio lb/vaca/día para el quinto periodo (71 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\Sigma x$	$\bar{x}$
499	T1	1	15.60	87.99	17.60
388		2	13.72		
265		3	16.03		
416		4	26.87		
508		5	15.78		
514	T2	1	20.20	90.11	18.02
420		2	17.13		
262		3	17.69		
562		4	18.89		
583		5	16.20		
392	T3	1	23.21	108.79	21.76
438		2	21.81		
385		3	24.93		
451		4	22.50		
424		5	16.34		

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Producción de leche promedio (lb/vaca/día)

$\Sigma x$ : Sumatoria de las observaciones.

$\bar{x}$ : Promedio de las observaciones por tratamiento.

**Cuadro A-22.** Análisis de varianza de la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el quinto periodo (71 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	655.457	2	327.728	26.737	.000
Error experimental	2169.606	177	12.258		
Total	2825.062	179			

**Cuadro A-23.** Prueba de Duncan de subconjuntos homogéneos sobre la producción real de leche promedio lb/vaca/día para el quinto periodo (71 días) del estudio.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	75	17.6183	21.8242
2	75	17.9550	
3	75		
Sig.		.599	1.000

**Cuadro A-24.** Peso vivo (Kg) antes del inicio del experimento.

<b>Nº ID</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>r</b>	<b>Yij</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
499	T1	1	360.00	446.09
388		2	328.18	
265		3	600.91	
416		4	461.36	
508		5	480.00	
514	T2	1	383.64	414.72
420		2	490.91	
262		3	493.64	
562		4	323.64	
583		5	381.82	
392	T3	1	402.27	423.45
438		2	455.91	
385		3	473.18	
451		4	397.27	
424		5	388.64	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Peso vivo de cada unidad experimental (kg)

**$\bar{X}$ :** Promedio de peso vivo (Kg) por tratamiento.

**Cuadro A-25.** Peso vivo (Kg) primer periodo (15 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	365.91	456.13
388		2	361.36	
265		3	597.05	
416		4	488.41	
508		5	467.95	
514	T2	1	376.14	416.72
420		2	486.14	
262		3	485.23	
562		4	320.23	
583		5	415.91	
392	T3	1	391.82	419.40
438		2	455.45	
385		3	466.14	
451		4	396.14	
424		5	387.50	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Peso vivo de cada unidad experimental (kg)

**$\bar{X}$ :** Promedio de peso vivo (Kg) por tratamiento.

**Cuadro A- 26.** Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el primer periodo (15 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	23467.233	2	11733.617	.451	.647
Error experimental	311858.600	12	25988.217		
Total	335325.833	14			

**Cuadro A-27.** Peso vivo (Kg) segundo periodo (29 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	373.41	463.22
388		2	366.82	
265		3	598.41	
416		4	496.14	
508		5	481.36	
514	T2	1	360.00	429.81
420		2	512.73	
262		3	507.73	
562		4	341.36	
583		5	427.27	
392	T3	1	404.77	424.86
438		2	457.50	
385		3	474.09	
451		4	404.55	
424		5	383.41	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Peso vivo de cada unidad experimental (kg)

$\bar{X}$ : Promedio de peso vivo (Kg) por tratamiento.

**Cuadro A-28.** Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el segundo periodo (29 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	21074.033	2	10537.017	.380	.692
Error experimental	332607.200	12	27717.267		
Total	353681.233	14			

**Cuadro A-29.** Peso vivo (Kg) tercer periodo (43 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	392.95	473.13
388		2	366.59	
265		3	622.05	
416		4	503.41	
508		5	480.68	
514	T2	1	374.77	436.5
420		2	509.55	
262		3	511.82	
562		4	344.55	
583		5	441.82	
392	T3	1	407.73	438.27
438		2	495.00	
385		3	491.59	
451		4	409.32	
424		5	387.73	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Peso vivo de cada unidad experimental (kg) .

$\bar{X}$ : Promedio de peso vivo (Kg) por tratamiento

**Cuadro A-30.** Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el tercer periodo (43 días) del estudio

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	20657.433	2	10328.717	.343	.716
Error experimental	361151.300	12	30095.942		
Total	381808.733	14			

**Cuadro A- 31.** Peso vivo (Kg) cuarto periodo (57 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	371.59	471.27
388		2	365.45	
265		3	615.91	
416		4	508.86	
508		5	494.55	
514	T2	1	376.82	445.36
420		2	515.68	
262		3	516.36	
562		4	361.14	
583		5	456.82	
392	T3	1	407.73	433.95
438		2	495.45	
385		3	482.73	
451		4	402.73	
424		5	381.14	

**Nº ID:**Identificación de la unidad experimental.

**r:**Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:**Peso vivo de cada unidad experimental (kg) .

**$\bar{X}$ :** Promedio de peso vivo (Kg) por tratamiento.

**Cuadro A-32.** Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el cuarto periodo (57 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	17699.033	2	8849.517	.287	.756
Error experimental	370413.400	12	30867.783		
Total	388112.433	14			

**Cuadro A-33.** Peso vivo (Kg) quinto periodo (71 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	397.27	496.45
388		2	395.45	
265		3	635.68	
416		4	532.73	
508		5	521.14	
514	T2	1	390.00	466.04
420		2	550.91	
262		3	554.77	
562		4	375.00	
583		5	459.55	
392	T3	1	417.27	463.22
438		2	538.18	
385		3	510.00	
451		4	433.64	
424		5	417.05	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** Peso vivo de cada unidad experimental (kg) .

**$\bar{X}$ :** Promedio de peso vivo (Kg) por tratamiento

**Cuadro A-34.** Análisis de varianza de peso vivo (Kg) para el quinto periodo (71 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	16429.433	2	8214.717	.244	.787
Error experimental	403956.300	12	33663.025		
Total	420385.733	14			

**Cuadro A-35.** Promedio de peso vivo (Kg) desde el inicio hasta el final del estudio.

Tratamiento	Inicio	1º	2º	3º	4º	5º	Ganancia de peso vivo (Kg/día)
T1	981.4	1003.5	1019.1	1040.9	1036.8	1092.2	1.56
T2	912.4	916.8	945.6	960.3	979.8	1025.3	1.59
T3	931.6	922.7	934.7	964.2	954.7	1019.1	1.23

**Cuadro A-36.** Condición corporal (escala de 1 - 5) antes del inicio del experimento.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	1.7	3.12
388		2	3.2	
265		3	3.7	
416		4	3.4	
508		5	3.6	
514	T2	1	3.7	2.94
420		2	3.7	
262		3	2.5	
562		4	1.5	
583		5	3.3	
392	T3	1	2.8	2.56
438		2	2.4	
385		3	2.3	
451		4	2.5	
424		5	2.8	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** condición corporal de cada unidad experimental.

$\bar{X}$  : promedio de condición corporal por tratamiento.

**Cuadro A-37.** Condición corporal (escala de 1-5) para el primer periodo (15 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	1.7	3.12
388		2	3.2	
265		3	3.7	
416		4	3.4	
508		5	3.6	
514	T2	1	3.7	2.94
420		2	3.7	
262		3	2.5	
562		4	1.5	
583		5	3.3	
392	T3	1	2.8	2.56
438		2	2.4	
385		3	2.3	
451		4	2.5	
424		5	2.8	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** condición corporal de cada unidad experimental.

$\bar{X}$  : promedio de condición corporal por tratamiento.

**Cuadro A-38.** Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el primer periodo (15 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	1.110	2	.555	1.021	.389
Error expe.	6.524	12	.544		
Total	7.634	14			

**Cuadro A-39.** Condición corporal (escala de 1-5) para el segundo periodo (29 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	1.8	3.27
388		2	3.6	
265		3	3.6	
416		4	3.75	
508		5	3.6	
514	T2	1	3.3	2.01
420		2	3.7	
262		3	2.7	
562		4	1.75	
583		5	3.6	
392	T3	1	2.9	2.52
438		2	2.4	
385		3	2.3	
451		4	2.5	
424		5	2.5	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** condición corporal de cada unidad experimental.

$\bar{X}$  : promedio de condición corporal por tratamiento.

**Cuadro A-40.** Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el segundo periodo (29 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	1.450	2	.725	1.577	.247
Error expe.	5.518	12	.460		
Total	6.968	14			

**Cuadro A-41.** Condición corporal (escala de 1-5) para el tercer periodo (43 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	1.9	3.33
388		2	3.6	
265		3	3.8	
416		4	3.75	
508		5	3.6	
514	T2	1	3.5	3.1
420		2	3.7	
262		3	2.75	
562		4	1.8	
583		5	3.75	
392	T3	1	2.9	2.62
438		2	2.7	
385		3	2.5	
451		4	2.5	
424		5	2.5	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** condición corporal de cada unidad experimental.

$\bar{X}$  : promedio de condición corporal por tratamiento.

**Cuadro A-42.** Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el tercer periodo (43 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	1.312	2	.656	1.439	.275
Error expe.	5.471	12	.456		
Total	6.783	14			

**Cuadro A-43.** Condición corporal (escala de 1-5) para el cuarto periodo (57 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	1.9	3.05
388		2	3.5	
265		3	3.3	
416		4	2.75	
508		5	3.8	
514	T2	1	3.6	3.35
420		2	3.9	
262		3	2.8	
562		4	2.6	
583		5	3.85	
392	T3	1	2.7	2.98
438		2	3.3	
385		3	2.8	
451		4	2.75	
424		5	3.35	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** condición corporal de cada unidad experimental.

$\bar{X}$  : promedio de condición corporal por tratamiento.

**Cuadro A-44.** Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el cuarto periodo (57 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	.386	2	.193	.562	.584
Error expe.	4.123	12	.344		
Total	4.509	14			

**Cuadro A-45.** Condición corporal (escala de 1-5) para el quinto periodo (71 días) del estudio.

Nº ID	Tratamiento	r	Yij	$\bar{X}$
499	T1	1	1.9	3.05
388		2	3.5	
265		3	3.3	
416		4	2.75	
508		5	3.8	
514	T2	1	3.6	3.35
420		2	3.9	
262		3	2.8	
562		4	2.6	
583		5	3.85	
392	T3	1	2.7	2.98
438		2	3.3	
385		3	2.8	
451		4	2.75	
424		5	3.35	

**Nº ID:** Identificación de la unidad experimental.

**r:** Unidades experimentales por tratamiento.

**Yij:** condición corporal de cada unidad experimental.

$\bar{X}$  : promedio de condición corporal por tratamiento.

**Cuadro A-46.** Análisis de varianza de la condición corporal (escala de 1-5) para el quinto periodo (71 días) del estudio.

Relación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia
Tratamiento	.082	2	.041	.082	.921
Error expe.	5.992	12	.499		
Total	6.074	14			