

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**SUPLEMENTACIÓN CON HENO DE FORRAJERAS ACUÁTICAS LLACHO  
(*Elodea potamogeton*) Y TOTORA (*Shoenoplectus tatora*) EN LA PRODUCCIÓN  
DE LECHE EN VACUNOS TIPO HOLSTEIN EN DOS MÓDULOS EN EL  
MUNICIPIO DE ACHACACHI**

**BETTY BEATRIZ MAMANI PLATA**

**LA PAZ - BOLIVIA**

**2006**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**SUPLEMENTACIÓN CON HENO DE FORRAJERAS ACUÁTICAS LLACHO  
(*Elodea potamogeton*) Y TOTORA (*Shoenoplectus tatora*) EN LA PRODUCCIÓN  
DE LECHE EN VACUNOS TIPO HOLSTEIN EN DOS MÓDULOS EN EL  
MUNICIPIO DE ACHACACHI**

*Tesis de Grado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero en Agronomía*

**BETTY BEATRIZ MAMANI PLATA**

**TUTOR:**

Ing. Mg.Sc. Martín Morales Navía

**ASESORES:**

Ing. Ramiro Ochoa Torrez

**TRIBUNAL REVISOR:**

Ing. Hugo Mendieta Pedraza

Ing. Zenón Martínez Flores

M.V.Z. Santiago Copa Quispe

**APROBADA**

**Decano:**

Ing. Ph.D. Rene Chipana Rivera

## DEDICATORIA

A Dios Padre, altísimo por su amor y misericordia infinita.

A mis Papas Cipriano y Natalia por el apoyo incondicional que me brindaron en toda mi vida y a mis Hermanos Maria Ximena Mirko Lucia.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés y a los docentes, por ser partícipes de mi formación académica.

Al Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano (PDLA), por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de tesis, al Ing. José Antonio Gallo Torrico Asesor Local PDLA – FEDELPAZ, a la Asociación de Productores de Leche de la Provincia Omasuyos (APLEPO), por el apoyo brindado en el trabajo de campo, y la amistad ofrecida.

Al Proyecto CIGAC – ENRECA, por el apoyo financiero brindado a mi persona por el Ing. Moisés Quiroga Sossa Coordinador del Proyecto CIGAC - ENRECA.

A mi Tutor y guía Ing. Martín Morales Navia, por su comprensión y ayuda en la ejecución y culminación del presente trabajo de tesis.

A mi Asesor Ing. Ramiro Ochoa Torrez, por su apoyo, ayuda en las correcciones y puntualizaciones realizadas en el presente trabajo de tesis.

A mis tribunales, M.V.Z. Santiago Copa, Ing. Hugo Mendieta Pedraza, Ing. Zenón Martines, por las revisiones, observaciones, correcciones y aclaraciones que permitieron mejorar el presente trabajo de tesis.

A los productores lecheros de los módulos de Quenaquetara e Irama Belén, por abrirme las puertas de sus casas y ofrecerme su ayuda incondicional en el trabajo de tesis.

A mis amigos y compañeros de la Facultad quienes me apoyaron y me animaron en todo momento, al grupo Así Somos, a mis amigas Ana Maria, Valeria, Silbia, Maday, Jacqueline, Sandra, Irene, Maria Elena, Sonia de APLEPO y a mis amigos, German, Freddy (chinito) y a todos quienes me acompañaron en toda la carrera de la universidad y compartir cada momento de mi vida.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

Mil Gracias.

# CONTENIDO

<a href="#">INDICE GENERAL</a> .....	i
<a href="#">INDICE DE CUADROS</a> .....	v
<a href="#">INDICE DE FIGURAS</a> .....	vi
<a href="#">INDICE DE ANEXOS</a> .....	vii
<a href="#">RESUMEN</a> .....	viii

## INDICE GENERAL

<a href="#">1. INTRODUCCION</a> .....	1
<a href="#">1.1 Objetivo General</a> .....	2
<a href="#">1.2 Objetivos Específicos</a> .....	3
<a href="#">1.3 Hipótesis</a> .....	3
<a href="#">2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</a> .....	4
<a href="#">2.1 Importancia del ganado vacuno lechero y la producción lechera</a> .....	4
<a href="#">2.2 Producción de leche en América Latina, el Caribe y Bolivia</a> .....	4
<a href="#">2.2.1 La producción de leche a nivel departamental</a> .....	6
<a href="#">2.3 La actividad lechera en el Altiplano pazeño</a> .....	7
<a href="#">2.3.1 Módulo Quenaquetara Belén</a> .....	8
<a href="#">2.3.2 Módulo Irama Belén</a> .....	8
<a href="#">2.4 Importancia de las especies forrajeras acuáticas (llacho y totora)</a> .....	8
<a href="#">2.5 Descripción botánica</a> .....	10
<a href="#">2.3.1 Descripción botánica del llacho (Elodea potamogeton)</a> .....	10
<a href="#">2.6 Alimentación de las vacas lecheras</a> .....	11
<a href="#">2.6.1 Periodos de lactancia</a> .....	12
<a href="#">2.6.2.1 Funciones de las sustancias nutritivas</a> .....	13
<a href="#">2.6.2.1.1 Necesidades de mantenimiento</a> .....	13

<u>2.6.2.1.2</u>	<u>Crecimiento de los animales</u> .....	14
<u>2.6.2.1.3</u>	<u>Reproducción</u> .....	14
<u>2.6.2.1.4</u>	<u>Producción de leche</u> .....	15
<u>2.6.3</u>	<u>Clasificación de los alimentos</u> .....	17
<u>2.6.3.1</u>	<u>Alimentos forrajeros</u> .....	18
<u>2.6.3.2</u>	<u>Alimentos Concentrados</u> .....	18
<u>2.6.3.3</u>	<u>Alimentos suplementarios</u> .....	18
<u>2.6.3.4</u>	<u>Aditivos</u> .....	19
<u>2.6.4</u>	<u>Consideraciones especiales</u> .....	19
<u>2.7</u>	<u>Importancia del heno en la producción lechera</u> .....	21
<u>2.7.1</u>	<u>Henificación de forrajes</u> .....	22
<u>2.7.2</u>	<u>Conservación y almacenamiento del heno</u> .....	23
<u>3.</u>	<u>LOCALIZACIÓN</u> .....	25
<u>3.1</u>	<u>Ubicación geográfica</u> .....	25
<u>3.2</u>	<u>Características climáticas</u> .....	25
<u>3.3</u>	<u>Flora</u> .....	27
<u>3.4</u>	<u>Fauna</u> .....	27
<u>3.5</u>	<u>Suelo</u> .....	28
<u>3.6</u>	<u>Sistema productivo</u> .....	28
<u>3.6.1</u>	<u>Producción agrícola</u> .....	28
<u>3.6.2</u>	<u>Producción pecuaria</u> .....	28
<u>4.</u>	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	30
<u>4.1</u>	<u>Materiales</u> .....	30
<u>4.1.1</u>	<u>Materiales de campo</u> .....	30
<u>4.1.2</u>	<u>Materiales de gabinete</u> .....	30
<u>4.2</u>	<u>Metodología</u> .....	30
<u>4.2.1</u>	<u>Elección y delimitación del área de estudio</u> .....	30
<u>4.2.2</u>	<u>Diagnóstico de las comunidades en relación a la producción de leche</u> ...	31

4.2.3	<u>Criterios de selección del ganado lechero</u>	31
4.2.3.1	<u>Etapas de lactancia</u>	32
4.2.4	<u>Manejo y control de salud animal</u>	33
4.2.5	<u>Preparación del heno en base a llacho y totora</u>	33
4.2.6	<u>Contenido nutricional de los suplementos</u>	34
4.2.7	<u>Formulación de los requerimiento nutricional y aplicación del suplemento al ganado vacuno lechero</u>	36
4.2.7.1	<u>Sistema de Suplementación</u>	38
4.3	<u>Diseño experimental</u>	38
4.3.1	<u>Modelo Aditivo Lineal</u>	39
4.3.2	<u>Factores de estudio</u>	39
4.4.2	<u>Determinación del contenido graso en la leche (%)</u>	40
4.4.3	<u>Peso vivo de los animales</u>	41
4.4.3.1	<u>Peso Inicial y peso final (kg)</u>	41
4.4.3.2	<u>Ganancia de peso vivo</u>	42
4.4.4	<u>Cálculo de Beneficio costo</u>	42
5.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	44
5.1	<u>Producción de leche</u>	44
5.1.1	<u>Producción de leche por módulo</u>	44
5.1.2	<u>Producción de leche de los suplementos en cada módulo</u>	45
5.1.3	<u>Producción de leche en cada etapa</u>	47
5.1.4	<u>Producción de leche por etapas en cada módulo</u>	49
5.2	<u>Peso de los animales</u>	50
5.2.1	<u>Peso Final</u>	50
5.2.2.1	<u>Prueba de medias de pesos finales en cada módulo</u>	51
5.2.2.2	<u>Pesos Final para cada suplemento en cada módulo</u>	52
5.2.2.3	<u>Prueba de medias de peso final en cada etapa</u>	53
5.2.2.4	<u>Pesos finales en cada etapa para cada módulo</u>	54
5.2.2	<u>Ganancia de peso vivo</u>	55
5.2.2.5	<u>Ganancia de peso vivo en cada suplemento</u>	55



5.2.2.6	<u>Comparación de pesos por etapas y ganancia de peso vivo</u>	56
5.3	<u>Porcentaje de materia grasa</u>	57
5.3.1	<u>Prueba de medias de materia grasa en cada módulo</u>	58
5.3.2	<u>Porcentaje de grasa, para cada suplemento</u>	59
5.3.3	<u>Porcentaje de grasa en cada etapa</u>	60
5.3.4	<u>Porcentaje de grasa en cada etapa para cada módulo</u>	61
5.4	<u>Análisis Económico</u>	62
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	64
7.	<u>RECOMENDACIONES</u>	66
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	67
9.	<u>ANEXOS</u>	71

## INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro 1. Producción de leche en América Latina y el Caribe en millones de litro ...</u>	5
<u>Cuadro 2. Producción de leche por departamentos en litros.....</u>	6
<u>Cuadro 3. Nutrientes requeridos para mantenimiento de una vaca de 450 kg de peso vivo.....</u>	14
<u>Cuadro 4. Nutrientes requeridos para producción de leche, con una producción de 10 litros/día.....</u>	15
<u>Cuadro 5. Consumo de forrajes en kg de materia seca/100 kg de peso corporal de acuerdo a su calidad .....</u>	20
<u>Cuadro 6. Consumo de materia seca (en % del peso corporal) de acuerdo a la etapa de lactancia .....</u>	21
<u>Cuadro 7. Animales seleccionados por etapas de lactancia de los módulos .....</u>	32
<u>Cuadro 8. Tratamiento Sanitario .....</u>	33
<u>Cuadro 9. Contenido nutricional de los suplementos, heno de totora y heno de llacho.....</u>	35
<u>Cuadro 10. Datos de los animales empleados en el estudio.....</u>	36
<u>Cuadro 11. Requerimientos nutricionales de una vaca .....</u>	37
<u>Cuadro 12. Alimento ofrecido por el productor.....</u>	37
<u>Cuadro 13. Análisis de Varianza para la producción de leche total .....</u>	44
<u>Cuadro 14. Producción de leche por etapa en cada módulo.....</u>	50
<u>Cuadro 15. Análisis de varianza de Peso Final .....</u>	51
<u>Cuadro 16. Pesos finales en cada etapa para cada módulo .....</u>	55
<u>Cuadro 17. Ganancia de peso vivo logrado con cada suplemento .....</u>	56
<u>Cuadro 18. Análisis de varianza de porcentaje de grasa .....</u>	58
<u>Cuadro 19. Porcentaje de grasa, para cada suplemento .....</u>	60
<u>Cuadro 20. Porcentaje de grasa en etapas en cada módulo .....</u>	61
<u>Cuadro 21. Análisis económico de la producción de leche suplementados con llacho y totora como henos durante la evaluación.....</u>	63

## INDICE DE FIGURAS

<a href="#">Figura 1. Evolución de la producción de leche en Bolivia, MACA 2004.</a>	6
<a href="#">Figura 2. Localización del Municipio de Achacchi, INE 2002.</a>	26
<a href="#">Figura 3. Curva de lactancia</a>	32
<a href="#">Figura 4. Producción de leche para cada módulo kg/día.</a>	45
<a href="#">Figura 5. Producción de leche, suplementados con heno de totora y llacho módulo Quenaquetara</a>	46
<a href="#">Figura 6. Producción de leche, suplementados con heno de totora módulo Irama Belén.</a>	47
<a href="#">Figura 7. Producción promedio de leche por etapas en kg/día.</a>	49
<a href="#">Figura 8. Prueba de Duncan de los pesos finales de cada módulo.</a>	52
<a href="#">Figura 9. Peso final, en cada suplemento para el módulo Quenaquetara</a>	52
<a href="#">Figura 10. Peso final, en cada suplemento para el módulo Irama Belén.</a>	53
<a href="#">Figura 11. Peso final (kg) en cada etapa de producción de leche.</a>	54
<a href="#">Figura 12. Comparación de pesos por etapas y la ganancia de peso vivo.</a>	57
<a href="#">Figura 13. Porcentaje de materia grasa de cada módulo.</a>	59
<a href="#">Figura 14. Promedio de porcentaje de grasa en cada etapa.</a>	61
<a href="#">Figura 15. Comparación de porcentaje de grasa en etapas para cada módulo</a>	62

## INDICE DE ANEXOS

<a href="#">Anexo 1. <u>Curvas de Lactancia y balance energético de las vacas lecheras en el comienzo de la lactancia</u></a> .....	72
<a href="#">Anexo 2. <u>Datos meteorológicos obtenidos durante el ensayo, zona de Achacachi</u></a> ...	73
<a href="#">Anexo 3. <u>Planilla de registro de control lechero de las vacas del ensayo</u></a> .....	74
<a href="#">Anexo 4. <u>Análisis Bromatológico</u></a> .....	75
<a href="#">Anexo 5. <u>Tabla de algunos alimentos forrajeros destinados a vacunos</u></a> .....	76
<a href="#">Anexo 6. <u>Procedimiento para suplementar a cada vaca</u></a> .....	77
<a href="#">Anexo 6. <u>Procedimiento para suplementar a cada vaca (continuación)</u></a> .....	78
<a href="#">Anexo 7. <u>Requerimientos calculados para cada vaca</u></a> .....	79
<a href="#">Anexo 8. <u>Consumo de alfalfa en (kg)</u></a> .....	80
<a href="#">Anexo 9. <u>Suplemento de heno de totora y heno de llacho</u></a> .....	81
<a href="#">Anexo 10. <u>Representación gráfica de la distribución de factores en el estudio</u></a> .....	82
<a href="#">Anexo 11. <u>Tabla de Registro lechero</u></a> .....	83
<a href="#">Anexo 12. <u>Producción promedio de leche por vaca en diferentes etapas (kg)</u></a> .....	84
<a href="#">Anexo 13. <u>Datos de porcentaje grasa de las vacas del ensayo</u></a> .....	85
<a href="#">Anexo 14. <u>Peso inicial, peso final y ganancia de peso vivo</u></a> .....	86
<a href="#">Anexo 15. <u>Costos de Producción e Ingresos en bolivianos</u></a> .....	87
<a href="#">Anexo 16. <u>Tablas de Análisis de Varianza para las variables de respuesta</u></a> .....	88
<a href="#">Anexo 17. <u>Prueba de Duncan de pesos iniciales, para cada suplemento (kg)</u></a> .....	89
<a href="#">Anexo 18. <u>Traslado del Llancho y Totora en botes</u></a> .....	90
<a href="#">Anexo 19. <u>Traslado del Llancho y Totora en botes</u></a> .....	90
<a href="#">Anexo 20. <u>Almacenamiento de Llancho en heniles</u></a> .....	91
<a href="#">Anexo 21. <u>Vaca comiendo heno de Totora</u></a> .....	91
<a href="#">Anexo 22. <u>Prueba de Duncan medias de peso inicial para cada módulo (kg)</u></a> .....	92
<a href="#">Anexo 23. <u>Prueba de Duncan Peso Inicial en cada Etapa (kg)</u></a> .....	92
<a href="#">Anexo 24. <u>Pesos iniciales por etapas en cada módulo</u></a> .....	92

## RESUMEN

Con el objetivo de suplementar con Heno de Llacho y Totora de especies forrajeras acuáticas, en ganado vacuno lechero en dos módulos de la primera sección Municipal de Achacachi, la cría de ganado lechero es una de las actividades más importantes ya que los productores persiguen incrementar la producción y sus ingresos. Sobre la base del alimento que ofrece el productor al ganado, se emplearon diferentes porcentajes de suplementos, para el módulo de Quenaquetara la combinación de heno de llacho y heno de totora y para el módulo de Irama Belén heno de totora. Se hallaron diferencias estadísticas con los suplementos empleados, con una producción de 9.9 kg/día para módulo Irama Belén, para suplemento 6, compuesto de 20 % heno de totora y para el módulo de Quenaquetara que registra una producción 9.0 kg/día, con el suplemento 3, corresponde a la combinación de 5 % heno de llacho y 15 % heno de totora. Referente al % de grasa se registro que el módulo de Quenaquetara Belén obtuvo el porcentaje mas alto con 3.5 % siendo el suplemento 4 que corresponde a 10 % heno de totora y 10 % heno de llacho y para el módulo de Irama Belén se registra 3.4 % para el suplemento 7 compuesto de 15 % heno de totora. Así mismo se encontró que la ganancia de peso vivo alcanzado fue para el módulo de Quenaquetara con 414.5 kg de peso promedio y una ganancia de peso vivo, para el suplemento 8 con 0.52 kg GPV, este suplemento esta compuesto de 10 % heno de totora. Respecto al análisis Bromatológico indica que tiene similitud con otros henos que son destinados para la ración diaria de las vacas lecheras con un porcentaje de Materia Seca, para el heno de llacho de 83.4 % para el heno de totora 96.91 %, con un contenido de Energía Metabolizable para el heno de llacho 1.55 Mcal/kg y heno de totora 2.13 Mcal/kg y un contenido de proteína de 8.3% para heno de llacho y 8.4% para el heno de totora, y por último el análisis económico de Benéfico/Costo y Beneficio Neto de los suplementos el que  $B/C > 1$  obtuvo fue, para el suplemento 6 que pertenece al módulo de Irama Belén con heno de totora, es la que tiene mas rentabilidad.

## 1. INTRODUCCION

La comunidad de Achacachi, presenta como una de sus principales características la cría de ganado bovino lechero, la que es considerada como una de las actividades más importantes por su aporte significativo dentro de cada unidad familiar, donde el propósito inmediato que persigue el productor es el de aumentar sus ingresos familiares, (PDLA 2004).

A partir de 1960, se introdujo ganado especializado en la zona principalmente de la raza Holstein de regiones como: Cochabamba, Suiza y Perú, ganado que desde sus inicios en la zona solo fue alimentado con insumos y alimentos principalmente nativos como: forrajes acuáticos, por su fácil disponibilidad y consumo para el ganado lechero, acompañado de un manejo realizado en base a conocimientos ancestrales.

En la actualidad la producción lechera de la zona va dirigida en su mayor parte a: plantas industriales como, la Planta Industrializadora de Leche “PIL ANDINA” y “DELIZIA”; ferias locales, y una mínima parte para el autoconsumo. Estas plantas comercializan su producción en mercados como La Paz, El Alto y otros; dada la importancia de este rubro para la zona requiere de innumerables esfuerzos para su desarrollo, además de resaltar sus ventajas traducidas como capital en fuerza de trabajo y capital fácilmente cambiable para la venta como carne en comparación al rubro agrícola, lo que le convierte en el sustento principal para las familias.

No obstante a caracterizarse como una zona con alto potencial para la producción lechera, presenta bajos índices en producción, sin embargo esfuerzos realizados por Instituciones como; el Programa de Fomento Lechero (PFL), la ex Estación Experimental de Belén, en la actualidad con el Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano (PDLA) y de la Agencia Internacional de Cooperación Japonesa (JICA), ayudaron a fomentar el crecimiento de estos índices, sin embargo una de las grandes limitantes para la mejora de esta producción recae en la poca disponibilidad

de forraje seco para la alimentación del ganado, esta problemática responde a factores como el minifundio acentuado que predomina en la zona, lo que ocasiona una reducción en los ingresos del productor, obligándolo a emplear insumos que no se encuentran fácilmente, los mismos que son subvencionados por él.

Una de las fuentes de recursos forrajeros que aún no están siendo bien aprovechados se encuentra representadas por las macrófitas acuáticas del Lago Titicaca, entre estas destacan la totora "*Elodea potamogeton*" y el llacho "*Shoenoplectus tatora*", las que favorecen a la producción de leche en esta parte del Altiplano boliviano. Estivariz (1995) destaca la alta calidad nutricional de los forrajes acuáticos para su empleo en la producción lechera, donde recomienda la combinación de estos, con forrajes secos como cebada y avena a fin de elevar su contenido de materia seca y nutricional, estos forrajes son importantes por su alto contenido de Energía Metabolizable proteína cruda y el contenido de vitaminas y minerales.

Por todo lo mencionado, el presente trabajo va dirigido a la utilización de forraje acuático (llacho y totora) como suplemento en forma de heno que serán implementados en alimentación al ganado lechero, con la finalidad de incrementar los rendimientos en la producción de leche e incentivar la utilización de recursos naturales en mezclas como una alternativa en la alimentación del ganado lechero.

## **1.1 Objetivo General**

- Evaluar el efecto del suplemento con heno de forrajeras acuáticas llacho y totora, en la producción de leche en ganado vacuno tipo holstein en dos módulos de la primera sección Municipal de Achacachi.

## **1.2 Objetivos Específicos**

- Comparar el efecto que tienen los suplementos de llacho y totora como heno en la producción de leche.
- Determinar la relación Beneficio/Costo en la producción de leche a partir de los tratamientos en estudio.

## **1.3 Hipótesis**

**Ho:** No existen diferencias en la producción de leche en ganado vacuno tipo holstein, suplementado con heno de especies forrajeras acuáticas llacho y totora.



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Importancia del ganado vacuno lechero y la producción lechera**

Miller (1987), menciona que a lo largo de la historia, las vacas lecheras han participado de forma manifiesta en la sanidad y la alimentación de la humanidad, así el valor del ganado vacuno y de la industria lechera pueden efectuarse desde distintos puntos de vista, entre estos resalta el económico como el componente mas importante, el cual unido a los otros favorecerán el entendimiento de la enorme importancia de estos animales y su industria.

### **2.2 Producción de leche en América Latina, el Caribe y Bolivia**

MACA (2004), resalta el alza de la producción de leche en América Latina y el Caribe en los últimos diez años, con Brasil como país sudamericano líderizando la producción. Asimismo se establece que factores como: la cantidad de animales, la producción de forraje y la calidad genética del ganado, son fundamentales para acrecentar el volumen de producción de leche en estos países.

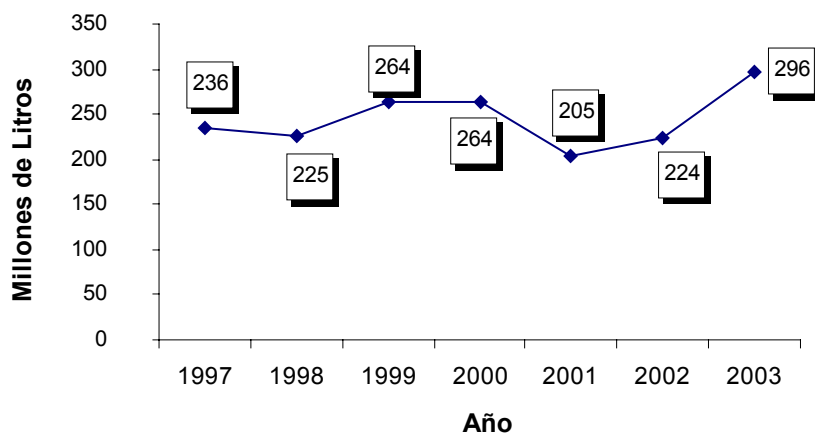
El mismo autor indica en el Cuadro 1, a Brasil como el país con mayor producción en los últimos siete años, alcanzando un total de 23453000 millones de litros para el año 2003 lo que le convierte en el país líder con un crecimiento constante, le siguen en orden de importancia México, Argentina, Colombia y Ecuador. Bolivia con 304280 millones de litros de producción para el año 2003, se encuentra compartiendo los últimos lugares, con Paraguay y Puerto Rico y por delante de Nicaragua.

**Cuadro 1. Producción de leche en América Latina y el Caribe en millones de litro**

PAISES	Producción de leche en años						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Brasil	19385656	19414424	19802220	20520988	21283800	22773000	23453000
México	8211928	7443455	9008120	9442621	9612163	9744843	9990027
Argentina	9371928	9841926	10649200	10121330	9865640	8200000	7900000
Colombia	5492034	5711637	5733840	5629025	5742005	5750000	6050000
Ecuador	1936778	1990968	1942458	2015891	2439710	2441860	2291609
Chile	2020000	2090000	2060050	2000200	2200350	2180500	2180500
Uruguay	1339681	1479382	1479382	1421749	1495000	1490000	1495000
Venezuela	1431072	1484877	1351851	1414605	1400000	1450000	1238470
Perú	967045	1017083	1033060	1086760	1134445	1214340	1220200
Costa Rica	614476	674274	728917	744176	754898	790468	788569
Cuba	850800	855300	617800	614100	620700	620700	607500
Honduras	524000	604882	562671	571111	593766	595500	597000
Granada	520000	520000	520000	520000	520000	520000	520000
Rep. Dom.	390198	358352	411077	397750	420303	517690	520000
Antillas	375000	375000	400000	410000	410000	410000	410000
El Salvador	367448	341745	360221	391204	387873	408038	397486
Paraguay	444206	445000	445000	329800	331000	332000	380000
Puerto Rico	357115	377560	377000	377000	377000	377000	377000
Bolivia	242437	231281	270943	271654	210600	230650	304285
Nicaragua	209136	218127	223991	231997	247076	263473	281064
Guatemala	320000	290000	258337	259628	270000	270000	270000
G. Francesa	250000	268000	268000	268000	268000	268000	270000
Panamá	160861	166753	171225	170613	170646	146782	180000
<b>Total</b>	<b>55621661</b>	<b>55988273</b>	<b>58675555</b>	<b>59210202</b>	<b>60754975</b>	<b>60994834</b>	<b>61721799</b>

Fuente: FAOSTAD 2004.

MACA (2004), justifica la caída brusca en la producción de leche en la gestión 2001 en el caso boliviano, a partir de la crisis sufrida en el país la que se profundiza en esta última gestión, esta crisis se inicia en los años 98 y 99, debido a varios factores entre ellos: la disminución considerable en la producción nacional a causa de las sequías y de igual manera un incremento en las exportaciones, atravesando la etapa más dura, que se refleja en todos los sectores de la economía nacional, aunque en los siguientes años el sector experimenta una expansión principalmente por el crecimiento vegetativo y a la concientización del consumo de productos nutritivos y saludables. Para tener una idea más clara de lo manifestado, se presenta en la figura 1 un resumen del comportamiento reflejando la evolución de la producción de leche en Bolivia, donde los peores años corresponden a: 1998, 1999 y 2001, siendo el año 2003 la gestión con el mayor incremento en producción.



**Figura 1. Evolución de la producción de leche en Bolivia, MACA 2004.**

### 2.2.1 La producción de leche a nivel departamental

El Cuadro 2, presenta el volumen de la producción total de leche por departamentos, para el año 2003, donde Santa Cruz es el mayor productor con 61.94 % de la producción total nacional, seguido de Cochabamba con 22.57 %, La Paz solo alcanza al 6 % y el restante 9 % corresponde a la unión de los departamentos de: Oruro, Tarija, Chuquisaca y Beni, (MACA 2004).

**Cuadro 2. Producción de leche por departamentos en litros**

DEPARTAMENTO	litros	%
Santa Cruz	183336580	61.94
Cochabamba	6681521618	22.57
La Paz	17679870	5.97
Oruro	9484889.30	3.20
Chuquisaca	7003444.80	2.37
Tarija	6209157.35	2.10
Beni	5467700	1.85
<b>TOTAL</b>	<b>295996857.63</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: MACA 2004.

La explotación lechera a nivel departamental tiene la peculiaridad de ser más concentrada y zonificada, existiendo zonas netamente lecheras, las cuales muestran índices pecuarios significativamente mas altos que el resto de las explotaciones

dispersas en el país, que son de carácter familiar, o de explotación mixta (leche y carne) cuya producción destinan a la fabricación de queso criollo (Andersen 2002).

López (1999), señala que en Septiembre de 1960 se introdujo a Belén, la raza Holstein proveniente de Cochabamba, con dificultad de aclimatación por la susceptibilidad de esta especie al mal de altura. Es así que de este hato inicial el 55 % de bajas fue debido a este mal.

El mismo autor, añade que por el año 1969 se hizo una nueva introducción con ganado lechero Pardo Suizo que se importó de Suiza y del Altiplano peruano. Parte de este hato, al igual que el ganado Holstein, presentó los efectos al mal de altura. Los animales introducidos directamente de Suiza sufrieron en forma aguda el mal. Pero aquellos introducidos del Perú, tuvieron una adaptación que registró dichos efectos.

### **2.3 La actividad lechera en el Altiplano paceño**

La Federación Departamental de Productores de Leche de La Paz (FEDELPAZ) fue creada en 1997, en sustitución de la Asociación de Productores de Leche del departamento de La Paz (APLEPAZ), hasta la fecha esta conformada por cinco asociaciones provinciales, APLEPO, APLEPI, ASPROLPA, APLEPLAN Y APLEPROM, organizaciones comunitarias denominadas “Módulos de Servicios” en las provincias, Omasuyos, Ingavi, Aroma, Los Andes, y Murillo respectivamente, (MACA 2004).

Así mismo, la sociedad accionista de PIL ANDINA en el año 2002, registró 1846 productores activos. También existen productores independientes que usualmente se dedican a la elaboración de queso fresco comercializado por cuenta propia. El PDLA y FEDELPAZ formaron asociaciones en la provincia de La Paz, una de ellas es la Asociación de Productores de Leche de la provincia Omasuyos (APLEPO), la que

representa a sus familias afiliadas productoras de leche agrupadas en 16 Módulos y/o centros de acopio en la zona de Achacachi.

### **2.3.1 Módulo Quenaquetara Belén**

APLEPO (2004), indica que los productores que conforman este módulo llegan a 20, siendo la producción por día de 275 Litros, en la época seca y de 425 litros en la época húmeda, presentando como promedio 375 litros por día, donde la mayor producción se la vende a PIL Andina, también en la comunidad existen productores que comercializan la leche a la planta DELIZIA con volúmenes aproximados que llegan a los 175 litros/día, de la leche recogida por los productores en los tanques familiares el 85% es destinado para la venta, un 10% para derivados lácteos y solo el 5% para el consumo del hogar.

### **2.3.2 Módulo Irama Belén**

Según APLEPO (2004), este módulo cuenta con la participación de 50 productores, y donde la producción por día alcanza a 649.9 litros en la época seca y a 794 litros en la época húmeda, con un promedio de 650 litros/día. Esta producción es vendida a la planta PIL Andina, sin embargo también existen productores de la misma comunidad que no son socios y son quienes comercializan la leche a la planta DELIZIA, con un volumen aproximado de 629 litros/día en la época seca y 800 litros/día en la época húmeda. Del total de producción del módulo el 85% es destinado para la venta, un 10% a la quesería y el restante 5% es para el consumo familiar.

## **2.4 Importancia de las especies forrajeras acuáticas (llacho y totora)**

Quiroz et al. (1991), menciona que las plantas vasculares acuáticas como el llacho, la totora entre otras, son especies ampliamente difundidas que se encuentran en agua dulce como salada. Estas plantas pueden proporcionar una fuente barata de proteína, pero debido a la amplia variedad que existe, hay mucha variación en la

composición nutritiva. Además, debe considerarse la variabilidad provocada por los cambios de estaciones. Las algas tienen un contenido de proteína que fluctúa entre 2.5 y 15%, sin embargo, contienen cantidades significativas de minerales, ya que el porcentaje de cenizas varía entre 15 y 50 %; esta situación se debe al alto nivel de arena que presentan las plantas acuáticas, por lo tanto para ser tratadas deben ser previamente lavadas.

Leviel et al. (1988), señalan que las cualidades nutritivas del llacho, es usado como uno de los mejores alimentos para el ganado teniendo una preferencia marcada por este forraje, respecto a las propiedades nutritivas de la totora mencionan, que los productores lecheros consideran que la totora tiene menor valor nutritivo que el llacho pero que a volúmenes comparables la extracción de totora requiere mucho menos tiempo y esfuerzo que la del llacho y que además es mas fácil de transportar tanto por tierra como por agua. También indican que a fin de maximizar el consumo alimenticio de la totora y el llacho para engorde de sus animales los productores tratan de mezclarla con llacho y paja.

Quiroz et al. (1991), aclaran que las plantas acuáticas tienen un contenido alto de humedad, pero pueden ser utilizadas en forma natural siempre que se haga un presecado, tal es el caso del llacho y la totora utilizadas comúnmente en la zona lacustre del lago Titicaca. Cuando se someten a un secado al sol, este debe ser rápido para evitar pérdidas por fermentación. Es así que cuando no se realiza el presecado, las ganancias de peso de los animales resultan muy inferiores a las obtenidas con presecado, esto se debe al mayor consumo voluntario de la ración presecada. La adición de harina de algas de mar resulta en una disminución de la digestibilidad de la proteína, fibra, materia orgánica, extracto no nitrogenado y de la materia seca, además de reducir la retención de nitrógeno.

Al respecto Leviel et al. (1988), indica que los moradores de las riveras del lago titicaca usan las macrófitas acuáticas como la totora el llacho y otras especies, como

alimento para su ganado y en cantidades menores, asimismo utilizan como material de construcción y como fuente de materia orgánica (abono para la agricultura).

Simbaña (2001), complementa que existen diferentes usos de la totora, es usada para alimentación animal, confeccionar artesanías varias, entre ellas la elaboración de artesanías como sombreros, paneras, carteras, figuras de animales típicas de la serranía del altiplano y esteras destinada como cama. Otro producto son los aventadores, tejidos que son abanicos empleados para avivar el fuego, se construye embarcaciones para navegar en los lagos, además sirve como combustible y como cuerda en ciertos casos.

## **2.5 Descripción botánica**

### **2.3.1 Descripción botánica del llacho (*Elodea potamogeton*)**

Lebiel et al. (1988), señala que es una planta perenne acuática dioica, con yemas de renuevo, de tallos delgados y ramificados anclados por sus raíces, Hojas céviles con limbo plano y entero, presenta una coloración verde lila vivo translucido, hojas verticiladas de 20 mm de longitud y 4mm de ancho, las flores son pequeñas (5 mm de diámetro), unisexuales, de color blanco rosadas, flotantes en la superficie a la extremidad de un largo pedicelo capilar y flexible, fruto en cápsula fusiforme y cilíndrico que contiene de 1 – 5 semillas.

### **2.3.2 Descripción botánica de la totora (*Schoenoplectus tatora*)**

Lebiel et al. (1988), menciona que es una planta rizomatosa, con tallos altos, cilíndricos, salidos con un grueso rizoma firme que corre sumergido en el suelo, son firmes y esponjosos en el interior, con longitud que pueden superar fácilmente los tres metros de altura desde el fondo. La parte emergida se eleva de 1 a 2 metros por encima de la superficie del agua. No tiene hojas desarrolladas salvo algunas pequeñas brácteas firmes en la punta del tallo. Los tallos floríferos terminan en un

ramo de espigas ovoides cortas pediceladas alabeadas en un lado por la primera bráctea erguida en la prolongación del tallo.

## **2.6 Alimentación de las vacas lecheras**

Los informes del PDLA (1999), indican que la alimentación es uno de los factores más importantes para alcanzar una buena producción de leche, animales mal alimentados pierden rápidamente peso se enferman cada vez, la producción de leche baja notoriamente, la vaca no entra en celo, por lo cual no se reproducen y los animales jóvenes detienen su crecimiento.

Miller (1989), menciona que más de las dos terceras partes de los alimentos empleados en las explotaciones lecheras se destinan a los animales productores de leche. En algunos aspectos la alimentación de las vacas lecheras en producción es diferente a la de los demás animales domésticos, para que las explotaciones lecheras sean rentables, es parte indispensable la perfecta nutrición del ganado en producción, al tiempo que resulta muy importante establecer un plan general para cubrir sus necesidades apetecibles como para obtener la ingestión suficiente. Todos los días del año se precisan alimentos, cuyo costo debe ser razonable. Además como los forrajes suelen ser deficientes en uno o más nutrientes necesarios, la mezcla de concentrados debe formularse para equilibrar esta deficiencia.

El PDLA (2003), aclara que una buena producción de leche, se consigue suministrando alimentos ricos y nutritivos durante todo el año, este alimento varía con los:

- Periodos de lactancia
- Contenido de sustancias nutritivas
- Clase de alimentos que se entrega



### **2.6.1 Periodos de lactancia**

PDLA (2003), indica que, el consumo de alimentos varía con los periodos de lactancia de las vacas, de la siguiente manera. Las primeras semanas después del parto, el consumo de alimento es bajo, esto se debe a que el rumen se esta acomodándose, después de haber sido desplazado por el ternero en la matriz. Dos a tres meses después del parto la vaca alcanzara nuevamente su capacidad de consumo alimenticio, es el momento cuando la vaca estará alcanzando el pico de lactancia, aparte de producir leche en estos meses, la vaca tiene que presentar celos para quedar preñada.

### **2.6.2 Sustancias nutritivas**

Carrizo (2004), indica que cuando las vaca no cubre sus necesidades, le falta energía y tiene su capacidad de consumo limitado, el único camino que queda es suministrar algún alimento concentrado que en poco volumen provea de mucha energía, para cubrir ese déficit y no afectar el sistema productivo ni reproductivo del animal. Hoy día la posibilidad de usar concentrados es muy amplia. Estos pueden ser los tradicionales granos forrajeros, balanceados comerciales, subproductos industriales que suelen tener buenas relaciones de precio con la leche.

PDLA (2003), expresa que, la energía, proteína, minerales, vitaminas, y agua son nutrientes contenidos en el alimento, utilizados por los animales para cumplir diferentes funciones fisiológicas como ser: mantenimiento, producción, crecimiento y reproducción. Los mayores requerimientos nutricionales del ganado son de agua, seguido por la energía y proteína, en cambio los minerales y las vitaminas son requeridos en pequeñas cantidades.

### **2.6.2.1 Funciones de las sustancias nutritivas**

Según el PDLA (2003), las sustancias nutritivas en los vacunos cumplen diferentes funciones siendo las más importantes:

- Mantenimiento
- Crecimiento
- Reproducción y
- Producción de leche

#### **2.6.2.1.1 Necesidades de mantenimiento**

Carrizo (2004), menciona que gran parte de lo que consume una vaca lo gasta para mantenerse, esto depende de cuanto camina por día, cuantas horas pastorea, tamaño del potrero, distancia a las aguadas. Las altas o muy bajas temperaturas o la intensidad de los vientos aceleran las necesidades de mantenimiento. La vaca lechera es un animal que requiere un ambiente óptimo para producir leche, entre 13 a 18 °C.

PDLA (2003), Indica que mantenimiento es la combinación de nutrientes, que el animal necesita para mantener su cuerpo, sin aumentar ni disminuir de peso. Los requerimientos nutricionales para mantenimiento son menores en comparación a los destinados a la producción de leche que se trata de reponer tejidos y pérdidas de energía relacionadas al metabolismo.

El Cuadro 3, presenta los requerimientos nutritivos para el mantenimiento de vacas en producción.

**Cuadro 3. Nutrientes requeridos para mantenimiento de una vaca de 450 kg de peso vivo**

Peso vivo (kg)	Energía Mcal	Proteína Cruda (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
450	13.12	341.0	18.0	13.0

Fuente: PDLA 2003.

### **2.6.2.1.2 Crecimiento de los animales**

Según el PDLA (2003), las necesidades nutritivas aumentan más a medida que los animales van creciendo entre los factores que afectan a las necesidades nutritivas para crecimiento se encuentran: La edad de los animales, la raza, sexo (macho y hembra), ritmo de crecimiento y salud de los animales.

### **2.6.2.1.3 Reproducción**

El PDLA (2003), informa que la reproducción es un proceso natural, en el cual las vacas tiene sus crías cada año, es necesario que las crías nazcan vivas, para que la producción de leche sea continua, la mayoría de los fracasos ocurre por la falta de uno o mas nutrientes, meses antes o después del parto. Las causas nutricionales más importantes son:

- La subalimentación, en este caso las vacas mal alimentadas carentes de nutrientes (Energía, proteína, fósforo, yodo y vitaminas) no pueden quedar preñadas.
- La sobrealimentación, en este caso las vacas gordas muchas veces no quedan preñadas o presentan problemas durante el parto.

#### 2.6.2.1.4 Producción de leche

Carrizo (2004), indica una vez que el animal ha cubierto sus necesidades de mantenimiento, recién destina lo consumido para la producción de leche. Las necesidades del animal para producir leche, dependen de la cantidad y calidad del alimento consumido, la vaca lechera tiene su pico de producción entre el primero y segundo mes de lactancia (lactancia normal: 305 días al año), disminuyendo después, de acuerdo al nivel de alimentación recibida. Su máximo consumo ocurre entre el sexto y séptimo mes de lactancia. El primer tercio de la lactancia es la fase más crítica, por que no solo tiene su máxima demanda nutricional sino que también durante este periodo debe recibir servicio y quedar preñada si se quiere tener un intervalo entre partos de 12.5 meses. Cuantos más litros produce una vaca, mas energía necesita consumir por día.

Al respecto el PDLA (2003), expresa que la mayoría de las vacas en producción, necesita nutrientes para la producción de leche, manifestándose después del parto cuando la vaca ha iniciado la lactancia, si la vaca no a recibido una alimentación balanceada, en esta fase reproductiva a los requerimientos de producción, la vaca utilizara las reservas de su cuerpo para la producción de leche. Esta deficiencia nutritiva, no solamente afecta al volumen de leche producida, sino a la persistencia de la lactancia, porque una vez agotadas las reservas de su cuerpo, la vaca dejara de producir leche. El Cuadro 4, muestra el cálculo realizado en base a la tabla de requerimientos nutritivos para vacas de 450 kg en producción de leche, de 10 litros /día.

**Cuadro 4. Nutrientes requeridos para producción de leche, con una producción de 10 litros/día**

Peso vivo (kg)	Energía Mcal	Proteína Cruda (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
450	11.5	840.0	180.0	130.0

Fuente: PDLA 2003.

Cañas (1998), señala que la alimentación de la vaca lechera en producción representa un alto porcentaje del costo, por lo tanto incide de manera importante en los ingresos del productor. De allí, que es necesario proporcionar una alimentación adecuada adoptando una estrategia o sistema alimenticio acorde con los requerimientos del hato, para poder hacerlo se necesita contar con una serie de antecedentes entre los que se encuentran:

- El requerimiento nutritivo de los alimentos disponibles
- Las limitaciones de los nutrientes aportados
- La facilidad física del predio
- El precio de la leche y la disponibilidad
- El precio de los insumos alimenticios.

Wattiaux (1990), señala que la alimentación de las vacas lecheras debe estar en estrecha relación con la curva normal de lactancia de los animales y la condición corporal implicando que la cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto, tiene una influencia muy fuerte, complicándose al momento de parto o inmediatamente después del mismo, en la producción de leche y en la eficacia reproductiva para la próxima lactancia (Anexo 1).

El mismo autor indica que, las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen, una producción de leche reducida debido a una falta de reservas corporales adecuadas para ser utilizadas en el comienzo de la lactancia. Por otro lado, las vacas que se encuentran demasiado gordas poseen: Un mayor número de complicaciones al parto, una depresión del consumo voluntario de materia seca en el comienzo de la lactancia lo que predispone a la vaca para una reducción en la producción de leche. La meta es la de tener vacas en "buena" condición al momento del parto, ni demasiado flacas ni demasiado gordas.

Alcázar (2002), resalta la importancia de la relación forraje concentrado (F/C) pero afirma que esta no es estricta y pueden variar así por ejemplo, en el caso de la

segunda etapa de lactancia donde la producción es alta y la formulación de raciones no acepta la cantidad de forraje concentrado que se muestra en el (Anexo 1), por lo que se deberá mantener esta relación al igual que en la primera etapa.

Wheeler (1999), menciona que los rendimientos de producción de leche dependen de cuatro factores principales:

- Capacidad genética
- Programa de alimentación
- Manejo de hato lechero
- Salud del hato lechero

Para Verastegui (1988), la producción de leche no representa realmente el ultimo uso de los nutrientes, sino simplemente la conversión o el cambio de dirección de una porción de los nutrientes, los cuales el animal ha consumido, digerido y secretado como leche, toda vez que la leche tiene casi todos los nutrientes esenciales, verdaderamente todas las funciones de los varios nutrientes participan en su preservación. Proteínas, carbohidratos, grasas, minerales, vitaminas y agua.

### **2.6.3 Clasificación de los alimentos**

El PDLA (2003), menciona que los alimentos utilizados para el ganado lechero, se clasifican en:

- Forrajeros
- Concentrados
- Suplementos y
- Aditivos

### **2.6.3.1 Alimentos forrajeros**

El PDLA (2003), aclara que los forrajes en nuestro medio constituyen la base de la alimentación de los animales, para sacar el máximo beneficio, debemos aprender a combinar dos elementos muy importantes como son la calidad y la cantidad de los forrajes, esto quiere decir que la vaca consuma volúmenes de forraje de alta calidad.

### **2.6.3.2 Alimentos Concentrados**

El PDLA (2003), señala que los alimentos concentrados son ricos en elementos nutritivos y pobre en fibra, pueden ser energéticos y/o proteicos dependiendo de la proporción del nutriente en volúmenes reducidos de alimento, estos alimentos adquieren importancia para la suplementación en la época seca, donde los alimentos forrajeros verdes desaparecen por completo.

Miller (1989), indica que por lo general, los concentrados, incluyen a los granos de cereales, suplementos proteicos y ciertos subproductos con menos fibra y más energía digestible.

### **2.6.3.3 Alimentos suplementarios**

El PDLA (2003), explica que son sustancias utilizadas para mejorar el valor alimenticio de los forrajes y los concentrados, entre los principales suplementos tenemos a los minerales agrupados en dos categorías, macrominerales (Calcio, fósforo Sodio, magnesio, cloro, potasio y azufre) y microminerales (Cobalto, yodo, hierro, selenio y zinc) requeridos en pequeñas cantidades y las vitaminas (A, D, E). Los alimentos forrajeros y concentrados no siempre aportan todos los nutrientes requeridos en la ración, como es el caso de minerales y vitaminas.

Por su parte, Alcázar (2002), indica que los suplemento son productos que se utilizan a un nivel inferior del 5 % de la ración total en la que se incluyen, están diseñadas

para suministrar determinadas cantidades de vitaminas, minerales traza y aditivos farmacéuticos o nutrientes, son alimentos que sustituyen total o parcialmente a otro.

El PDLA (2003), sostiene que en el altiplano los alimentos suplementarios para el ganado son demandados por los pequeños productores lecheros, en la medida en que tienen información sobre la conveniencia de su empleo. El alimento suplementario de mayor demanda es el afrechillo, también se demanda borra de cerveza, sal común y en ocasiones sales minerales y vitaminas.

Al respecto Miller (1989), aclara que, la mayoría de los suplementos son ricos en proteínas y presentan un nivel relativamente alto de energía. Sin embargo, no son económicos el uso de cantidades altas de estos suplementos, cuando son superiores a las necesarias, para cubrir las necesidades nutritivas, alguno de los suplementos proteicos aportan algunos de los elementos minerales esenciales.

#### **2.6.3.4 Aditivos**

PDLA (2003), se refiere a los aditivos como el conjunto de ingredientes o sustancias que se agregan al alimento básico en pequeñas cantidades, sin tener necesariamente propiedades alimenticias, son útiles e indispensables, estimulantes y/o medicamentos, en el mercado existen una serie de aditivos como los antioxidantes, antibióticos, melaza, hormonas y otros. La salud humana y animal puede verse afectada por el mal uso de los aditivos, sobre todo cuando se utiliza en cantidades exageradas.

#### **2.6.4 Consideraciones especiales**

Patterson et al. citado por Hameleers (2002), manifiesta que hoy en día las vacas especializadas en producción de leche requieren altos niveles de consumo de materia seca. Se ha demostrado que en pastoreo estas vacas no llegan a consumir lo suficiente para sostener su producción. Para prevenir este problema se tiene la



opción de suplementar a estos animales con forrajes conservados y otra opción es con alimentos balanceados.

Alcázar (1997), considera que el consumo de materia seca (MS) por parte de las vacas lecheras, es un factor importante en las formulaciones de raciones destinadas a estos animales. Muchos autores concuerdan que las vacas lecheras consumen entre 1.7 a 3.6 kg de MS por 100 kg de peso corporal, estando la media entre 2.5 kg MS/100 kg de su peso corporal.

El mismo autor aclara que, la ingesta de materia seca proveniente de alimentos voluminosos como los forrajes, se encuentra relacionada con la calidad de estos, la que a su vez esta relacionada con el estado vegetativo y valor nutritivo del forraje, así el Cuadro 5, presenta el consumo de forrajes en kg de materia seca/100 kg de peso corporal, confirmando que la calidad así como el valor nutritivo guardan relación con el consumo de materia seca.

**Cuadro 5. Consumo de forrajes en kg de materia seca/100 kg de peso corporal de acuerdo a su calidad**

TIPO DE FORRAJE	CALIDAD	kg de MS/100 Kg PV
Paja de cereal	Muy Pobre	Menos de 1.0
	Pobre	1.5
Forraje verde	Regular	2.5
	Buena	3.0
	Muy bueno	más de 3.0
	Malo	Menos de 1.0
Heno	Pobre	1.5
	Regular	2.5
	Buena	3.0
Ensilage	Pobre	2.0
	Regular	2.5
	Buena	3.0

Fuente: Soares Texeira citado por Alcazar 1997.

Según Wheeler (1999), la ingestión de materia seca induce a que la vaca coma grandes cantidades de alimentos, es la clave para obtener una producción de leche eficiente y productiva. Todos los alimentos que la vaca requiere para la producción de leche excepto el agua se encuentran en la materia seca de los alimentos una alta ingestión de materia seca da como resultado a una ingestión alta de nutrientes y un rendimiento alto de la producción de leche, otra forma de apreciar el consumo de materia seca es en función a la etapa de lactación, como se muestra en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Consumo de materia seca (en % del peso corporal) de acuerdo a la etapa de lactancia**

ETAPA DE LACTANCIA	CONSUMO DE % M. S.	MEDIA
1°(0-100 días post parto)	3.0 - 3.6	3.30
2°(100-200 días post parto)	2.5 - 3.0	2.75
3°(200-300 días post parto)	2.5 - 2.8	2.65
Vacas secas	1.8 - 2.2	2.00

Fuente: Wheeler 1999.

## 2.7 Importancia del heno en la producción lechera

Cañas (1998), expresa que la tasa de crecimiento de los forrajes, en distintas zonas, está sujeta a variaciones estacionales de temperatura y humedad. Estos factores tienen alta incidencia sobre la tasa de crecimiento del forraje, como consecuencia de sus variaciones, se tiene épocas en que el crecimiento es rápido y otros como sucede en el invierno en que es casi nulo, y frente a esta situación será el productor quien tome la decisión adecuada como el de almacenar los excedentes durante los periodos de abundancia para suplir la demanda de alimento de los periodos en que se produce escasez.

Por su parte Miller (1989), señala que teniendo en cuenta que el ganado vacuno debe recibir forrajes todos los días y que el crecimiento de los forrajes es estacional, se entiende la necesidad de almacenar forrajes para los periodos en que el crecimiento es nulo o muy escaso. Tradicionalmente, los forrajes se han conservado en forma de heno, a diferencia sobre las demás formas de conservación.

### **2.7.1 Henificación de forrajes**

De acuerdo a Martínez (2002), la henificación es el proceso que consiste en someter el forraje fresco de 89 – 90 % de humedad, a una desecación hasta llegar a un porcentaje de agua que impida la actividad de los microorganismos durante su conservación 10 - 15 %.

Al respecto Cañas (1998), menciona que el heno es el producto que se obtiene de la deshidratación en el campo de un forraje verde, en el que se reduce el contenido de humedad hasta 15 % o menos. Un heno bien hecho puede proveer cantidades considerables de energía y cantidades variables de otros nutrientes.

Por su parte Cullison mencionado por Miller (1989), señala que lo primero que se necesita para obtener un buen heno, es un forraje nutritivo; en ningún caso puede el heno ser mejor que el forraje. Aunque se emplean muchas especies de leguminosas y de gramíneas para hacer heno. La desecación es el aspecto más crítico de la henificación ya que el exceso de humedad conduce al enmohecimiento o al calentamiento. Si el heno se enmohece, el valor alimenticio se reduce y en los casos graves, puede resultar carente de valor. Además de las pérdidas físicas de nutrientes durante la henificación, se produce pérdidas químicas como consecuencia de la respiración y/o fermentación de los forrajes parcialmente secos.

Miller (1989), expresa que en el caso de la hierba recién segada, la lluvia produce poco efecto, en tanto que las pérdidas pueden ser elevadas en los forrajes secos, listos para empacar.

Lizana (2000), opina que los forrajes se producen usualmente en la finca. Estos son objetos de pastoreo directo, o cosechado y preservado como ensilaje o heno. Según la etapa de lactancia, puede contribuir desde casi 100 a no menos de 30 % de materia seca en la ración.

### **2.7.2 Conservación y almacenamiento del heno**

Cañas (1998), indica que uno de los factores más importantes para tener éxito en un programa de conservación de forrajes, es que estos tengan alta calidad al momento de su almacenamiento, para lograrlo, es necesario usar las especies forrajeras mejor adaptadas a la región, cosecharlas en un estado de desarrollo apropiado y ser almacenadas en condiciones adecuadas, en heniles cubiertos de los rayos solares y de las lluvias que hacen que el valor nutritivo disminuya. Con ello se busca que el forraje conservado mantenga el valor nutritivo y palatabilidad de las plantas que le dieron origen.

Aguilar mencionado por Cañas (1999), expresa que el heno es una forma de almacenamiento de forraje para invierno en el país y existen diversas especies forrajes que se usan para henificación, pero el grado de eficiencia con que se obtiene el producto depende de las características de ellas. Es así como es factible utilizar especies gramíneas ó leguminosas, solo que al mismo estado de desarrollo las leguminosas proporcionan un heno con mayor valor nutritivo.

PDLA (1998), informa que la conservación de forrajes significa guardar los alimentos en reserva, manteniendo todas sus características nutritivas, por métodos que eviten la pérdida de valor alimenticio del forraje, durante un periodo de tiempo. El almacenamiento de henos se realiza de dos formas:

- **Heno en fardos**

Este sistema de almacenamiento es adecuado cuando se tiene grandes extensiones de forraje a henificarse y se cuenta con enfardadoras, una ventaja de esta forma de almacenamiento es la facilidad del manejo (PDLA 1998).

- **Heno almacenado en parvas**

El almacenamiento en parvas se realiza cuando no se tiene una enfardadora. Las parvas se construyen en base a un trípode, de la siguiente manera; Armar un trípode de palos, en las tres esquinas inferiores del trípode colocar el forraje secado, con estos tres puntos de apoyo cubrir con cuidado el resto del forraje seco, hasta formar la parva (PDLA 1998).

### **3. LOCALIZACIÓN**

#### **3.1 Ubicación geográfica**

El presente estudio se realizó en la cuenca lechera de la primera sección Municipal de Achacachi, ubicada en la provincia Omasuyos al norte del departamento de La Paz, con una superficie de 2.065 km<sup>2</sup>, distante a de 96 km de la ciudad de La Paz, geográficamente se encuentra a 16°01'25" Latitud Sur, y a 68°42'45" Longitud Oeste; con una altitud promedio de 3820 m.s.n.m., al rededor del río Keka (figura 2). Área influenciada por el Lago Titicaca, lo que favorece a los cultivos de forrajes como la alfalfa, cebada, avena entre otros (PDLA 2002).

#### **3.2 Características climáticas**

Achacachi es considerada una zona de alta radiación, vientos fuertes, que originan una intensa evaporación del lago Titicaca, favoreciendo la formación de masas nubosas permitiendo la precipitación pluvial en el propio lago y en las zonas cercanas. Las áreas de la zona de Achacachi presentan sub cuencas importantes que vierten sus aguas al lago Titicaca (ZONISIG 1998).

De acuerdo a la información de JICA (1997) y tomando en cuenta los datos meteorológicos de los últimos 30 años; indica que la zona presenta una precipitación promedio anual de 481mm con una humedad relativa promedio anual del 65.8%. La distribución de lluvias es marcada registrándose los meses de Diciembre y Marzo como los más húmedos y entre Abril a Noviembre como meses de poca precipitación. La temperatura media anual es de 7.1 ° C y las heladas son frecuentes a partir del mes de Abril a Agosto teniendo un aproximado de total de 169 días con helada por año, en el (Anexo 2) se puede apreciar los diferentes datos climáticos de la zona durante el ensayo.



Figura 2. Localización del Municipio de Achacachi, INE 2002.

### 3.3 Flora

El GMA (2003), indica que esta región, esta cubierta con pastizales y gramíneas, arbustos como Thola, Quishuara, pajonales y otras especies silvestres; destinada a pastoreo interino de bovinos, ovinos y camélidos.

Bolivia (2004), menciona, a la flora que existe en el lago los cuales comprenden, la flora microscópica o fitoplancton, del lago es bastante pobre y con predominancia de especies. Las plantas superiores están presentes con 12 especies (*Hydrocotyle*, *Elodea*, *Ranúnculos*, *Myriophyllum*, *Zannichellia*, *Ruppia*, *Potamogeton*, *Schoenoplectus*, *Lilaeopsis*, *Azolla*, *Lemna*), entre otras. Los fondos tienen abundancia de algas carofíceas (*Chara*, *Lamprothamnium*, *Nitella*, *Tolupella*), que constituyen la masa vegetal más resaltante (cerca del 65% en el lago mayor).

### 3.4 Fauna

GMA (2003), aclara que tiene una regular variedad de especies silvestres y domesticas, entre ellas: camélidos, bovinos, ovinos, suri, cóndor, tapujas, perdices, liebres, patos silvestres, así como especies endémicas; el lago Titicaca representa un buen potencial para la producción y explotación piscícola. La zona de la cordillera y la vertiente oriental andina, hasta el presente han sido pocos explorados y por lo tanto el conocimiento de su composición faunística es mínimo.

Bolivia (2004), hace referencia a la fauna del lago, el cual posee 22 especies de moluscos: 18 de caracoles y 4 de conchas. Los hidrobíodos, con 14 especies, tienen una densidad en el fondo de 8 000 a 10 000 individuos/m<sup>2</sup>. El lago contiene 29 especies de peces, de las cuales 24 son del género *Orestias* (endémico), 2 de *Trichomycterus* (suches) y 3 introducidas (una de *Salmo gairdneri* = trucha arcoiris, y el pejerrey = *Basilichthys bonaris*). Ispi (*Orestias Ispi*): Carachi Gris (*Orestias agassi*) Boga (*Orestias pentladii*) Suche y mauri Pejerrey argentino (*Basilichthys bonariensis*) "Truchas" *Salmo gairdneri*, *S. trutta* y *Salvelinus fontinalis*.



### **3.5 Suelo**

EL GMA (2003), aclara que Achacachi dentro la visión panorámica del uso de la tierra y suelos tiene la siguiente característica, los suelos son las montañas altas de cimas agudas, pendientes rectilíneas largas y moderadamente disecadas, los suelos en las laderas son muy superficiales, color pardo oscuro, textura franca, con subsuelos gravoso pedregoso, presentan afloramientos rocosos y gravas piedras franco arenosos, franco limosos, franco arcillosos limosos, arcillosos arenosos de la clase IV, V, VI, VII, VIII, en muchas áreas, con reacciones suavemente ácidas a suavemente alcalinas.

### **3.6 Sistema productivo**

Según el GMA (2003), el sistema productivo en este sector se basa; en la producción agrícola y la producción pecuaria.

#### **3.6.1 Producción agrícola**

El GMA (2003), menciona que el sistema agrícola se basa principalmente en la agricultura de subsistencia. Las prácticas de cultivo, son la selección y rotación de cultivos, los insumos como semillas estiércol y alimentación de los animales se practica en forma tradicional, los principales cultivos que practican en esta zona son; papa, haba, cebolla, quinua, oca, cebada y avena, hortalizas y alfalfa.

#### **3.6.2 Producción pecuaria**

GMA (2003), indica que en la región de Achacachi, se encuentran 13 mil bovinos, se estima que aproximadamente 300 toneladas son destinadas para la producción de carne, la ganadería existente esta representada por especies criollas mejoradas y adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, la producción lechera esta destinada al autoconsumo y la venta en ferias

El mismo autor aclara que la situación pecuaria de la zona se caracteriza por: la escasez de alimentos pastos y forrajes, incidencia de heladas, presencia de enfermedades y plagas en lo que hay poco control y poca asistencia técnica. En algunas comunidades que son productoras lecheras existe asistencia técnica, pero en las demás son remedios caseros. La fuente principal de ingresos es la venta de leche a PIL ANDINA, la cantidad vendida es equivalente al 36 % de la producción el resto es procesado para queso que son comercializados en mercados de Achacachi y Batallas

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Materiales de campo**

- Semovientes
- Balanza
- Herramientas de campos: Palas, Carretillas, trinche, hoz.
- Cinta bovino métrica
- Frascos de vidrio
- Agitador de leche
- Bicicleta
- Cámara fotográfica

#### **4.1.2 Materiales de gabinete**

- Fichas y planillas de registro
- Equipo de computación
- Material de escritorio

### **4.2 Metodología**

La metodología empleada para el desarrollo del trabajo se realizó de acuerdo a las siguientes actividades:

#### **4.2.1 Elección y delimitación del área de estudio**

Se realizó la elección de las comunidades (áreas de estudio), tomando criterios de selección como: que sean zonas productoras de leche, que exista disponibilidad de forrajes acuáticos, interés por parte de los productores de estas comunidades. Al

final del recorrido por la zona y en base a estos criterios se seleccionó a dos comunidades: Irama Belén y Quenaquetara Belén.

#### **4.2.2 Diagnóstico de las comunidades en relación a la producción de leche**

Una vez seleccionadas las comunidades se procedió a realizar un recorrido por las mismas, donde se observaron características acerca de la producción lechera, además de realizar reuniones y talleres participativos para explicar la importancia del trabajo, acompañando todo el proceso con visitas y entrevistas a familias y actores inmersos en el tema como: Técnicos de Instituciones (PDLA, PIL, JICA), autoridades locales, entre otros. Los resultados del diagnóstico con productores técnicos, autoridades, etc., sirvieron de base y guía para la elaboración y posterior aplicación de la encuesta especificando la parte del ganado.

#### **4.2.3 Criterios de selección del ganado lechero**

En base al diagnóstico realizado en ambas comunidades, los talleres y reuniones donde se invitó a productores voluntarios, se eligieron cinco familias representativas por comunidad. Una vez identificadas las familias se aplicó encuestas a cada uno de estos productores, estas encuestas fueron dirigidas especificando solo la parte del ganado lechero, entre los indicadores empleados se mencionan: fecha de nacimiento del ternero, producción de leche/día, condición corporal (de acuerdo a indicadores de PDLA de 1 a 5), número de partos, estado de reproducción actual, peso vivo, etc. (Anexo 3).

De acuerdo a los resultados de esta encuesta, se seleccionaron a 3 vacas/familia con similares características en base a producción de leche, 15 por comunidad (módulos), siendo 30 vacas el total de la población con la que se trabajó. El cuadro 7, resume las características y las etapas de lactancia de los animales seleccionados.

**Cuadro 7. Animales seleccionados por etapas de lactancia de los módulos**

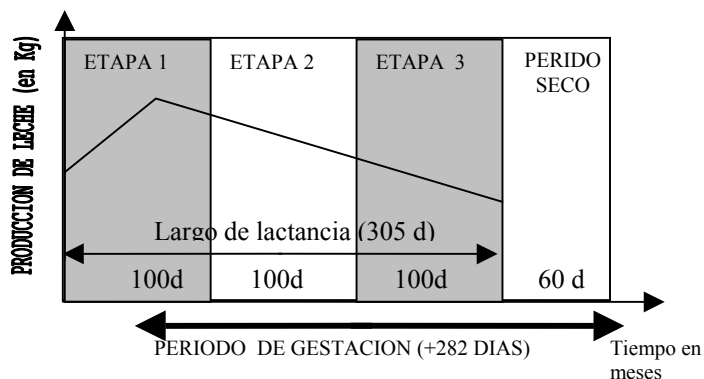
Productores módulo de Quenaquetara					
Etapa L.*	Huanca P.	Monasterios L.	Lipa F.	Romero S.	Pajsi P.
I	1. Mela	4. Mamacha	7. Laira	10. Yola	13. Petisa
II	2. Virginia	5. Martha	8. Sabina	11. Lidia	14. V.Grande
III	3. Virginia	6. Daniela	9. Julia	12. Rosa	15. Chiji Awila

Productores módulo de Irama Belén					
Etapa L.	Chachahuaina	Catalina R.	Villca B.	Villca M.	Chachahuaina
I	1. Daniela	4. Martha	7. Rosa	10. Blanca	13. Chilindrina
II	2. Chilindrina	5. Nena	8. Chapare	11. Rosa	14. Chilindrinita
III	3. Lixia	6. Bertha	9. Lucrecia	12. Clara	15. Negra
<b>Total</b>	<b>30</b>				

#### 4.2.3.1 Etapas de lactancia

Las etapas de lactancia fueron elegidas de acuerdo al nacimiento del ternero, en base a las encuestas realizadas a los productores lecheros (Anexo 3), conforme señala Alcázar (2003), las etapas de lactancia están íntimamente relacionadas con lo que es la curva de lactancia fisiológica, normalmente la lactación se inicia con el nacimiento del ternero y disminuye fisiológicamente hasta el momento de secar al animal, la siguiente figura indica que cada etapa de lactancia dura 100 días y el período seco 60 días, un total de 365 días, repitiéndose cada año y tener una producción de leche.



**Figura 3. Curva de lactancia**

#### 4.2.4 Manejo y control de salud animal

Con las recomendaciones del calendario sanitario (2003), en el marco de la prevención de enfermedades parasitarias como la *Fasciola hepática* y parásitos intestinales se debe dosificar dos veces por año, a parte de otros parásitos, pero animales que se encuentran en las riveras del lago se dosifican cuatro veces año.

Con lo mencionado anteriormente, se procedió a la dosificación de todos los animales que entraron a la evaluación. Las dosis aplicadas a cada vaca fueron, calculadas de acuerdo a recomendaciones, del producto utilizado, el cuál lleva el nombre Biobendazol al 20 %, cuyas indicaciones se muestran en el Cuadro 8. Las dosis fueron aplicadas al inicio del ensayo, para el módulo de Irama Belén se dosificó al iniciar la evaluación, entre 28 y 29 de Agosto y para el módulo de Quenaquetara Belén los días 29 y 30 de Agosto.

**Cuadro 8. Tratamiento Sanitario**

Indicaciones	Parásitos	Administración	Dosificación (kg)	Periodo de retiro
Para el tratamiento y control de infecciones parasitarias	Gastrointestinales Pulmonares, Tenias Fasciola hepática.	vía oral	5ml/100P.V.	Leche 4 días Carne 14 días

#### 4.2.5 Preparación del heno en base a llacho y totora

Cada productor dispuso del alimento que fueron extraídos del lago titicaca por ellos, la preparación fue realizada en los predios de cada productor para el módulo de Irama Belén se utilizo totora, para el módulo de Quenaquetara se utilizo totora y llacho, procediendo de la siguiente manera:

- En el módulo de Irama Belén se recolectó un promedio de 400 kg de totora por familia, esta fue secada de diferentes formas, unas fueron extendida sobre el

suelo, otras acomodadas en pilares y exponiéndolas al sol durante tres días, se obtuvo 240 kg de heno de totora como promedio, que fue almacenado en heniles y en algunos lugares de forma rudimentaria es decir en parvas o amontonados en lugares donde no le da el sol ni la lluvia.

- Similar procedimiento se realizó para el módulo de Quenaquetara, en este caso se utilizaron los forrajes de llacho y totora, donde se extrajo 380 kg de totora y 420 kg de llacho por familia, obteniendo 280 kg heno de totora y 250 kg heno de llacho como promedios por familias, que también fue almacenado en similares condiciones a Irama Belén.

#### **4.2.6 Contenido nutricional de los suplementos**

Seguidamente de realizar el henificado de los alimentos, se tomaron muestras representativas del alimento preparado como heno en cada módulo, utilizando el método por cuarteo, haciendo una cuidadosa mezcla del material a ser muestreado, se envió una cantidad adecuada recomendable de 500 gr de cada muestra, colocando en recipientes limpios para evitar contaminación (sobres Manila), etiquetándola y llenando datos de:

- Región
- Procedencia
- Municipio
- Fecha de recolección
- Clase de Análisis

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Bioquímica el 7 de Noviembre, como se puede observar en (Anexo 4), dando resultados del análisis bromatológico como se puede observar en el Cuadro 9, de los alimentos heno de llacho y heno de totora.

Para la obtención de Extracto Libre de Nitrógeno se utilizó la fórmula, limitación del análisis proximal, es la determinación de esta fracción que se realiza mediante un proceso aritmético (Alcázar, 1997).

$$ELN = 100 - (H_2O + EE + C + PC + FC)$$

Y la obtención de, Energía Metabolizable se utiliza el Análisis de Weende, cálculo realizado por el programa de Weende (Saire 2004).

Los resultados de los alimentos henificados, fueron bien manipuladas ya que los resultados en comparación a otros henos, como los que se indican en el (Anexo 5), aportan los nutrientes que al igual que el heno de alfalfa, heno de cebada y avena son forrajes aptos para el consumo de la vaca y cumplir parte de los requerimientos nutricionales.

**Cuadro 9. Contenido nutricional de los suplementos, heno de totora y heno de llacho**

Planta	Sigla	Heno de Totora	Heno de Llacho
Materia Seca (%)	MS	96.91	83.40
Proteína Cruda (%)	PC	8.40	8.30
Extracto Etero (%)	EE	0.80	1.60
Fibra Cruda (%)	FC	17.84	10.80
Ceniza (%)	C	6.87	14.43
Fósforo (%)	P	0.35	0.22
Calcio (%)	Ca	0.16	1.47
Potasio (%)	K	0.10	0.13
Extracto Libre Nitrógeno (%)	ELN	45.71	28.98
Energía Metabolizable Mcal/kg	EM	2.13	1.55

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Laboratorio de Bioquímica UMSA 2004.



#### 4.2.7 Formulación de los requerimiento nutricional y aplicación del suplemento al ganado vacuno lechero

De acuerdo Alcázar (2002), los requerimientos nutricionales, en el caso de que los productores no formulen sus propias raciones, son calculados de acuerdo a la cantidad de alimento ofrecido, esto para saber si satisfacen los requerimientos nutricionales de los animales para introducir los suplementos.

Para la obtención de los requerimientos nutricionales de los animales, se suplemento en base al alimento ofrecido por el productor (Anexo 6), donde primeramente se toma los datos generales de los animales como ser; edad del animal, etapa de lactancia, peso vivo, producción de leche, materia grasa e ingesta de Materia Seca, como se puede ver en el siguiente Cuadro.

**Cuadro 10. Datos de los animales empleados en el estudio**

Datos de los animales	
Edad del animal (Años)	4
Etapa de lactancia	2
Peso	400
Producción Kg/día	6
Materia grasa	3.8
IMS	3

IMS: Ingesta de Materia Seca

Seguidamente se realizó el cálculo de los requerimientos nutricionales para cada animal, en base a, datos de las tablas de requerimiento para vacas lactantes y preñadas, obtenidas de acuerdo al peso vivo de cada animal, y también las tablas de nutrientes de los requerimientos de los animales de acuerdo al porcentaje de materia grasa, tomadas de las tablas del National Research Council (N.R.C.).

En el Cuadro 11, se puede observar los requerimientos de una vaca de 400 kg de peso vivo, con un porcentaje de grasa de 3.5 %, obteniendo resultados de; Energía metabolizable de 19.8 Mcal y Proteína cruda de 840.4 g (Anexo 7).

**Cuadro 11. Requerimientos nutricionales de una vaca**

Estado Fisiológico	EM (Mcal)	PC(g)
Mantenimiento	12.898	336.4
Producción Kg/leche	1,15	84
Producción Total	6,9	504
<b>TOTAL REQUERIMIENTO</b>	<b>19.8</b>	<b>840.4</b>

Antes de suplementar a las vacas se calculó la cantidad de alimento que cada productor concedió a sus animales.

Entre los alimentos que los productores usaban diariamente para el consumo de sus animales estaban: la totora, alfalfa, el llacho, en ocasiones afrecho y el agua, en general todos los productores amarran a las vacas al alfalfar por las tardes, siendo el consumo promedio de 11.5 kg/día dependiendo del crecimiento de las plantas y del terreno en que alimentaban a sus vacas. (Anexo 8).

Para la obtención promedio de consumo de alfalfa, se procedió a medir el área de la pastura consumido por el animal y posteriormente se ubicó un lugar donde se midió el área parecido al del animal, para luego ser cortada manualmente a fin imitar a la vaca, inmediatamente pesarlas y obtener el consumo de alfalfa.

También se peso la cantidad de totora y llacho que fueron entregadas por los productores, siendo el promedio de totora de 25 kg y 10 kg para el llacho en los diferentes módulos. En el Cuadro 12 se puede apreciar la cantidad de alimento promedio ofrecido por el productor, datos que fueron utilizados para calcular si el alimento ofrecido por el productor satisface los requerimientos de cada animal.

**Cuadro 12. Alimento ofrecido por el productor**

Forrajes	Lo define el productor kg T.C.O.
Totora fresca	20
Llacho fresco	5
Alfalfa fresca	10
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

T.C.O. Tal Como Ofrecido

#### **4.2.7.1 Sistema de Suplementación**

Sobre la base del alimento ofrecido por el productor, se suplemento con alimentos de heno de totora para el módulo de Irama Belén, ya que para ese módulo era difícil extraer llacho del lago, esto por la disminución del agua y les era difícil pasar por el canal con sus botes cargados de forraje por el contenido de agua. Para el módulo de Quenaquetara la alimentación consistió en heno de totora, heno de llacho de esta manera contribuir parte de los requerimientos y obtener una mayor producción de leche, los pasos que se siguieron para cada módulo fueron:

- **Suplemento para el módulo Irama Belén**

Para este módulo el periodo de acostumbramiento duro 10 días, ya que las vacas consumen este alimento desde su nacimiento, su acostumbramiento no fue muy difícil, se procedió al pesaje del alimento heno de totora días antes, para que cada productor entregue el alimento seco después de haber entregado su primer alimento diario, el cual consistía en, totora fresca, luego se procedió a dar la totora heno en diferentes niveles para cada vaca (Anexo 9).

- **Suplemento para el módulo Quenaquetara Belén**

Similar procedimiento se realizo para este módulo, existiendo una diferencia, de que se entregaba llacho heno aparte de heno de totora, también pesados días antes para que sean entregados a los animales, estos alimentos también fueron calculados en diferentes niveles como se ve en (Anexo 9).

#### **4.3 Diseño experimental**

El diseño que se utilizó para esta investigación fue, Clasificación Anidada teniendo el factor suplemento anidado en módulo (Ochoa 2004), la representación gráfica para este caso se lo observa en (Anexo 10).

### 4.3.1 Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta(\alpha)_{j(i)} + \lambda_k + \alpha\lambda_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general del experimento

$\alpha_i$  = Efecto de i-ésimo módulo

$\beta(\alpha)_{j(i)}$  = Efecto de j-ésimo suplemento anidado en i-ésimo módulo

$\lambda_k$  = Efecto de k-ésimo etapa de producción de leche

$\alpha\lambda_{ik}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo módulo, con el k-ésimo etapa de producción de leche

$\varepsilon_{ijkl}$  = Error experimental

### 4.3.2 Factores de estudio

Factor A: (Módulos)

a 1. Módulo de Quenaquetara Belén

a 2. Módulo de Irama Belén

Factor B: (Suplementos)

b<sub>1</sub> = Suplemento 1 (5 % heno de totora – 15 % heno de Llacho)

b<sub>2</sub> = Suplemento 2 (5 % heno de totora – 5 % heno de Llacho)

b<sub>3</sub> = Suplemento 3 (15 % heno de totora – 5 % heno de Llacho)

b<sub>4</sub> = Suplemento 4 (10 % heno de totora – 10 % heno de Llacho)

b<sub>5</sub> = Testigo

b<sub>6</sub> = Suplemento 6 (20 % heno de totora)

- b<sub>7</sub> = Suplemento 7 (15 % heno de totora)
- b<sub>8</sub> = Suplemento 8 (10 % heno de totora)
- b<sub>9</sub> = Suplemento 9 (5 % heno de totora)
- b<sub>10</sub> = Testigo

Factor C: Etapas de producción de leche

- c<sub>1</sub> = Etapa I
- c<sub>2</sub> = Etapa II
- c<sub>3</sub> = Etapa III

#### **4.4 Variables de Respuesta**

##### **4.4.1 Producción de leche (kg)**

La producción de leche se evaluó en una tabla de registros, entregadas a los productores al inicio del ensayo (Anexo 11), que eran recogidas semanalmente donde cada productor registraba la producción de leche todos los días, para verificar la producción se peso la leche en horas de la mañana y por las tardes, cada semana con ayuda de una balanza se calculó la producción de leche de todas las familias, la producción promedio de leche en las diferentes etapas se observa en el (Anexo 12).

##### **4.4.2 Determinación del contenido graso en la leche (%)**

La determinación del contenido graso de la leche se lo realizó en el laboratorio de Bioquímica de la Universidad mayor de San Andrés. Se registraron durante el experimento 3 muestras por vaca, el primero fue tomado el 18 de Octubre al inicio, otro el 18 de Diciembre durante el ensayo y el último el 18 de Febrero al final (Anexo 13). Las muestras de leche fueron recogidas en horas de la mañana desde las 6 a.m. luego de acabar el ordeño estas fueron agitada rápidamente para homogenizarla, luego se tomaron las muestra en frascos de vidrio previamente esterilizados, enfriándolas y llevándolas en un contenedor, al laboratorio.

#### **4.4.3 Peso vivo de los animales**

Se cuantifico el peso vivo de los animales con una cinta bovinométrica, metodología, basada en características para estudios en condiciones de campo. El método de pesaje por estimación de medidas zoométricas utilizando, la segunda fórmula de Crevat, que consiste en realizar medidas corporales en los animales con una cinta bovinométrica graduada para calcular el peso, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso estimado (kg)} = \text{PT} * \text{PA} * \text{LC} * 80.2$$

Donde:

PT = Perímetro torácico en cm

PA = Perímetro abdominal en cm

LC = Longitud corporal en cm

##### **4.4.3.1 Peso Inicial y peso final (kg)**

La evaluación de los pesos inicial y final de las vacas, fue con una cinta bovinométrica previamente calibrada en la ex Estación Experimental de Belén. Se procedió a medir de la siguiente manera:

Se midió el perímetro torácico, al rededor del cuerpo de la vaca a la altura del tórax, detrás de sus patas posteriores.

Se midió el perímetro abdominal, para esto se determino la circunferencia de la cavidad abdominal, a la altura del ombligo.

Y por último la longitud corporal o longitud escápulo isquial, que es la distancia desde la espalda o escápula, a la parte sobresaliente, hasta el isquion es decir la punta de la nalga cuya base es sólida.

Similar procedimiento se realizó al terminar el experimento, para obtener los pesos finales.

#### **4.4.3.2 Ganancia de peso vivo**

Con los pesos inicial y final obtenidos, nos dan una ganancia de peso vivo que se calcula con la siguiente formula, cuyos resultados se pueden observar en el (Anexo 14).

$$GPV = \frac{PF + PI}{N^{\circ} \text{ de días}}$$

Donde:

GPV = Ganancia de Peso Vivo

PF = Peso Final

PI = Peso Inicial

#### **4.4.4 Cálculo de Beneficio costo**

Para la producción de leche, se realizaron gastos que el productor subvenciona (Anexo 15), se tomo en cuenta el Beneficio Neto y la relación Beneficio/Costo, mediante la siguiente relación:

##### **Ingreso total**

$$IT = PP \times CPO$$

Donde:

IT = Ingreso total

PPO = Precio del producto

CPO = Cantidad del producto obtenido

##### **Beneficio Neto**

$$BN = IT - CT$$

Donde:

BN = Beneficio neto

IT = Ingreso total

CT = Costo total

### **Beneficio / Costo**

$$B/C = \frac{IT}{CT}$$

Donde:

B/C = Beneficio costo

IT = Ingreso Total

CT = costo total



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio, nos muestra con detalle las características de producción de leche con los suplementos administrados, en las condiciones de cada productor.

### 5.1 Producción de leche

El Cuadro 13, hace referencia al análisis de varianza para la producción total de leche, se encontró que existe diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre módulos, entre suplementos dentro de módulos y entre etapas. En el caso de la interacción de módulo por etapa no existe diferencia significativa, con un coeficiente de variación del experimento de 24.46%

**Cuadro 13. Análisis de Varianza para la producción de leche total**

Fuentes de variación	G. L.	Fc.	Prob > F	Significación
Módulo	1	6.90	0.0098	**
Suplementos (Módulo)	8	16.81	0.0001	**
Etapas	2	4.77	0.0100	**
Módulo * Etapa	2	1.92	0.1553	NS
Error	466			
Total	479			

\*\* Altamente significativo al nivel de 1 %

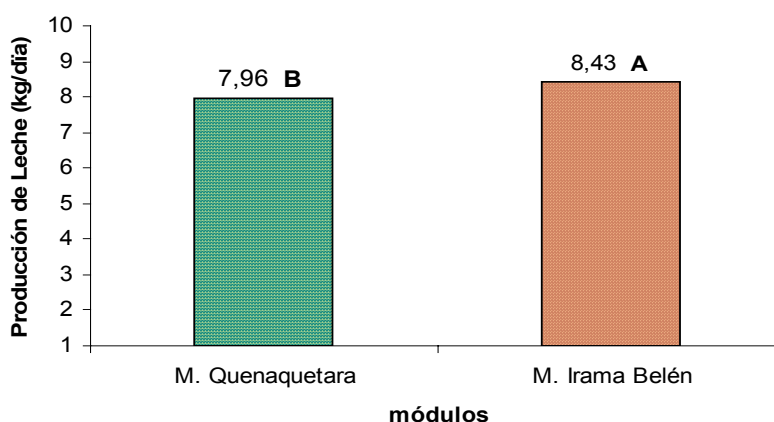
**CV = 24.46%**

#### 5.1.1 Producción de leche por módulo

De acuerdo al análisis de varianza del cuadro anterior, existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre producciones de leche, de los módulos Quenaquetara e Irama Belén. Cuyas medias fueron analizadas en la Figura 4, mediante la prueba de Duncan, obteniendo resultados estadísticos, que indican la producción de leche para el módulo de Irama Belén con un promedio de 8.43 kg/día, fue superior al módulo de Quenaquetara que registra una producción de leche promedio de 7.96 kg/día.

Las diferencias de producción de leche de los módulos pueden atribuirse a que las vacas de Irama Belén fueron alimentadas con mayor cantidades de heno de totora, que el módulo de Quenaquetara las que fueron alimentadas con la combinación de henos de totora seca y heno de llacho con alto contenido de humedad, así mismo se menciona que puede deberse a la cantidad de alimento diario que recibió cada vaca, ya que los niveles de suplementos fueron distintos en los diferentes módulos.

Al respecto Estivariz (1995), realizó un estudio sobre la determinación de la combinación óptima de totora y de llacho en Belén, obtuvo que la combinación óptima estaba constituida por las mezclas de 75 % de totora y 25 % llacho, indicando que la totora, de acuerdo al análisis bromatológico y bioenergético era un alimento rico en energía que ayuda a la producción de leche.



**Figura 4. Producción de leche para cada módulo kg/día**

### **5.1.2 Producción de leche de los suplementos en cada módulo**

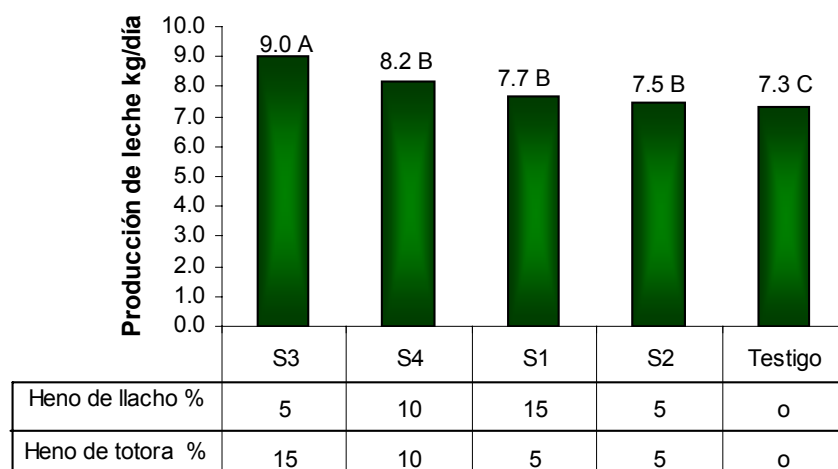
- **Modulo Quenaquetara Belén**

Según la prueba de Duncan (Figura 5) la mayor producción de leche fue de 9 kg/día que se obtuvo con el suplemento 3 (heno de totora 15 % y heno de llacho 5 %) en el módulo de Quenaquetara. Este rendimiento fue significativamente ( $P < 0.01$ ) diferente a los demás suplementos.

Esta situación puede deberse a la combinación de alimentos secos, como el heno de totora y el heno de llacho estos son retenidos más tiempo en el rumen de la vaca, provocando que aumente la rumia y exista la absorción de nutrientes, por ende la producción de leche aumente. Además del contenido de nutrientes que aportan cada suplemento.

PDLA (2003), indica que los alimentos fibrosos, obligan a una mayor producción de saliva y alargar el tiempo de la rumia, ambos contribuyen a mantener un pH favorable para el desarrollo de los microorganismos lo que permite a la vaca aprovechar mejor la celulosa del forraje.

Por su parte Miller (1987), indica que el contenido de energía del alimento, aporta a la nutrición de las vacas lecheras, el efecto de la ingestión insuficiente de energía es el descenso en la producción de leche, que va acompañado de una pérdida de peso, además da lugar a un incremento en las necesidades de mantenimiento. Puesto que la leche es un alimento altamente proteico la relación energía proteína que precisa la vaca, para sintetizar la leche es mucho mayor que para el mantenimiento, por tanto cuanto mayor sea la producción de leche mas alto debe ser el contenido de proteína en el alimento.

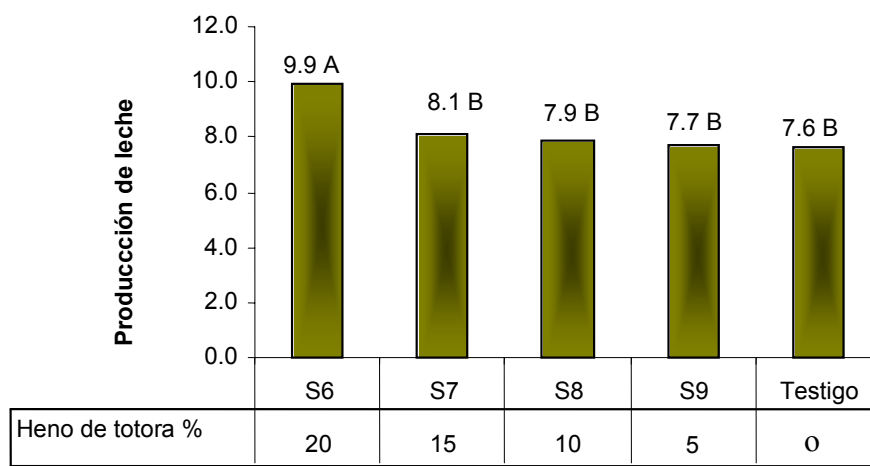


**Figura 5. Producción de leche, suplementados con heno de totora y llacho módulo Quenaquetara**

- **Modulo Irama Belén**

En el módulo de Irama Belén según la Figura 6, las pruebas de significancia de Duncan indican que con el suplemento 6 (con 20 % de heno de totora) se obtuvo mayor producción de leche con un promedio de 9.9 kg/día, este valor es significativamente diferente del resto de los suplementos ( $P < 0.05$ ).

Esto podría atribuirse, a que el suplemento 6, siendo el porcentaje mayor del resto de los suplementos, fue mantenido en el rumen por mayor tiempo, por el contenido de materia seca que favoreció a la rumia, consecuentemente el aumento en la producción de leche. Por que las vacas antes de empezar el ensayo, según los productores defecaban continuamente debido a que el alimento no era retenido en el rumen, por el alto contenido de humedad en el alimento diario que era entregado por el productor lechero.



**Figura 6. Producción de leche, suplementados con heno de totora módulo Irama Belén**

### 5.1.3 Producción de leche en cada etapa

En la Figura 7, se puede apreciar los promedios de la producción de leche de la etapa I y II que estadísticamente son iguales, corresponde el promedio mayor la etapa II con 8.48 kg/día, ambas etapas fueron significativamente superiores ( $P < 0.05$ ) a la etapa III que registró una producción de leche de 7.81 kg/día.

Esto puede deberse al suministro diario de los suplementos ayudando a la producción de leche en las diferentes etapas, para los módulos de Irama Belén y Quenaquetara, de acuerdo a los datos obtenidos durante la evaluación, la etapa II es la que más producción de leche alcanzo, también se menciona que esa etapa es acorde con la curva de lactancia de las vacas y producción como se muestra en el (Anexo 1).

PDLA (2003), indica que, dos a tres meses después del parto la vaca alcanzara nuevamente su capacidad de consumo alimenticio, es el momento cuando la vaca estará alcanzando el pico de lactancia, el consumo de alimentos varía con los periodos de lactancia de las vacas.

Alcázar (1997), sostiene que la relación forraje concentrado (F : C) depende en gran manera de la etapa de lactancia en la que se encuentra el animal, mientras más leche produzca, mayor será el requerimiento en nutrientes, estos nutrientes provienen de los concentrados y son utilizados en forma casi inmediata en el rumen, generando nutrientes para la producción lechera.

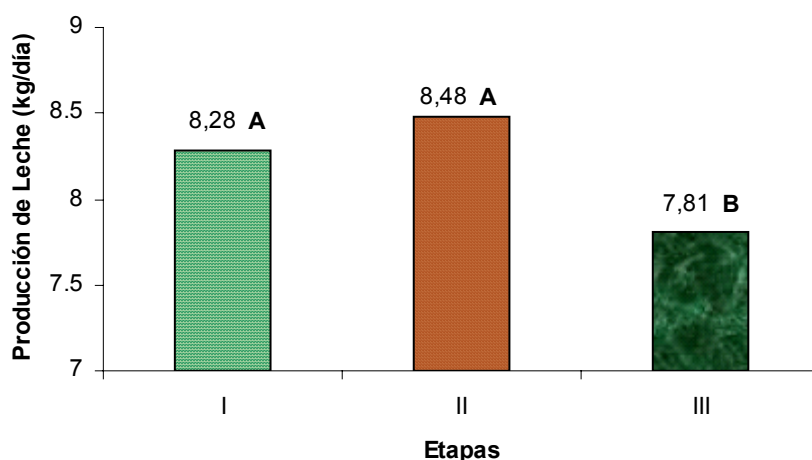
Carrizo (2004), indica que su máximo consumo ocurre entre el sexto y séptimo mes de lactancia, una vez que el animal ha cubierto sus necesidades de mantenimiento, recién destina lo consumido para la producción de leche. Las necesidades del animal para producir leche, dependen de la cantidad y calidad del alimento consumido, la vaca lechera tiene su pico de producción entre el primero y segundo mes de lactancia, disminuyendo después, de acuerdo al nivel de alimentación recibida.

La suplementación en cada etapa, registra que en la etapa II alcanzó la mayor producción de leche, agregando que este alimento suplementado contribuyo en la producción de leche, comportándose como un alimento concentrado.

Al respecto Zavala (2002), indica que si se proporciona una buena alimentación con henos de alto valor nutritivo que satisfagan los requerimientos nutricionales del

ganado decrecerá el empleo de concentrados. Los forrajes toscos empleados por el agricultor, para la alimentación del ganado bovino, no satisfacen los requerimientos nutricionales de los animales.

Estivariz (1995), hace mención que la totora se constituye en el forraje acuático de mayor conveniencia económica, siendo este forraje utilizado diariamente por los moradores de las riveras del lago, aclarando que la relación forraje concentrado no es estricta y pueden variar para cada etapa, como sucede con los suplementos adicionados para las vacas en estudio.



**Figura 7. Producción promedio de leche por etapas en kg/día**

#### **5.1.4 Producción de leche por etapas en cada módulo**

En el Cuadro 14, se observa la diferencia en producción de leche por etapa en cada módulo, donde la etapa II que pertenece al módulo de Irama Belén es la de mayor producción promedio con 8.89 kg/día de producción de leche a diferencia de las demás etapas, siendo la de menor producción la etapa III que pertenece al mismo módulo con una producción de 7.81 kg/día.

Alcázar (2003), menciona que también se toma en cuenta la etapa de lactancia que esta íntimamente relacionado con lo que se llama curva de lactancia fisiológica, que se expresa fisiológicamente, hasta el momento de secarse el animal esto se

denomina producción de leche en 305 días, para Holstein y Pardo Suizo, dependiendo la raza.

Carrizo (2004), indica que, el primer tercio de la lactancia es la fase más crítica, por que no solo tiene su máxima demanda nutricional sino que también durante este periodo debe recibir servicio y quedar preñada si se quiere tener un intervalo entre partos de 12,5 meses. Cuantos más litros produce una vaca, mas energía necesita consumir por día.

**Cuadro 14. Producción de leche por etapa en cada módulo**

<b>Módulos</b>	<b>Etapas</b>	<b>Producción kg/día</b>
1	I	7.98
1	II	8.07
1	III	7.82
2	I	8.59
2	II	8.89
2	III	7.81

Módulo 1 = Quenaquetara

Módulo 2 = Irama Belén

## **5.2 Peso de los animales**

Para la obtención de la ganancia de peso de los animales, se calculo los pesos iniciales al inicio del experimento y los pesos finales al final del experimento, al inicio se seleccionaron vacas productoras de leche, de características similares en peso, (Anexo 7).

### **5.2.1 Peso Final**

El análisis de varianza para el peso final Cuadro 15, muestra significancia ( $P < 0.05$ ) entre suplemento dentro de módulos con un coeficiente de variación de 6.5 %, señalando que los datos son confiables y no existiendo significancia entre módulos, entre etapas y la interacción de módulo por etapa.

**Cuadro 15. Análisis de varianza de Peso Final**

F. V.	G. L.	Fc.	Pr > F	Significación
Mod.	1	2.35	0.1449	NS
Sup. (Mod)	8	2.31	0.0258	*
Eta	2	0.41	0.6717	NS
Mod.*Eta	2	0.56	0.5795	NS
Error	16			
Total	29			

\* Significativo al nivel de 5 % **CV = 6.50 %**

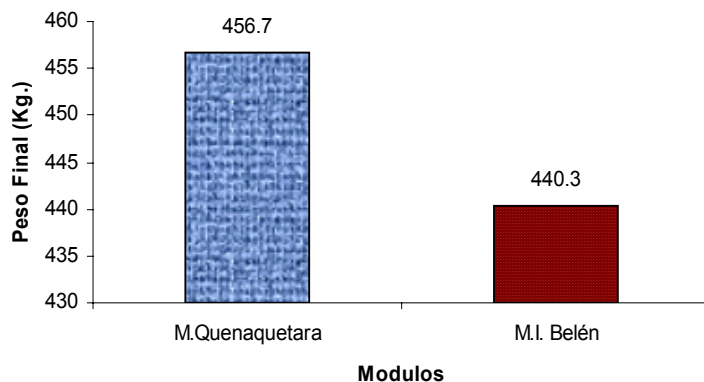
### 5.2.2.1 Prueba de medias de pesos finales en cada módulo

De acuerdo a la prueba de Duncan Figura 8, los promedios de pesos finales alcanzados fueron estadísticamente iguales, para el módulo de Quenaquetara y el módulo de Irama Belén, siendo Quenaquetara que alcanzo un promedio de 456.7 kg de peso vivo, e Irama Belén con un promedio de 440.3 kg de peso vivo como promedios, esto puede atribuirse al alimento suplementado.

Siendo el módulo de Quenaquetara alimentados con suplementos de henos de llacho y heno de totora, de acuerdo al análisis bromatológico, el contenido de nutrientes en energía metabolizable (EM) y la proteína cruda (PC), que aportan en la ganancia de peso diario y a la producción de leche y para el mantenimiento, la combinación de heno de totora y heno de llacho como suplementos, afectaron a la ganancia de peso en las vacas.

Al respecto Miller (1987), aclara que el contenido de energía metabolizable (EM), es aquella energía utilizable en los procesos fisiológicos de mantención y de producción, de igual forma que la proteína cruda (PC). Cuando la energía es insuficiente ocurre el descenso en la producción de leche que va acompañado de la pérdida de peso, de igual manera, la deficiencia de proteína provoca la pérdida de mucho peso al comienzo de la lactancia que no es recuperado al final de la misma.



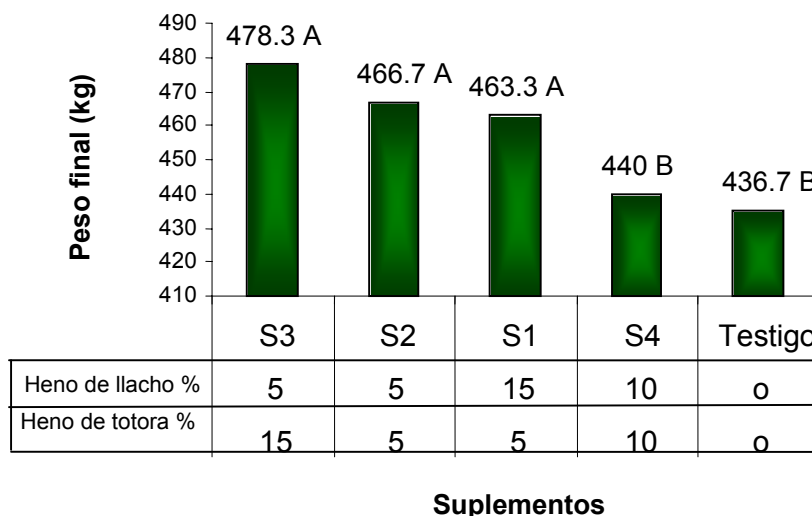


**Figura 8. Prueba de Duncan de los pesos finales de cada módulo**

**5.2.2.2 Pesos Final para cada suplemento en cada módulo**

- Módulo Quenaquetara**

La Figura 9, de las pruebas de medias de Duncan muestra que, el mayor peso alcanzado fue para el suplementos 3, 2 y 1 siendo el mayor de 478.3 kg de peso vivo como promedio y el que menor peso alcanzó fue para el suplemento 4 con 440 kg y el testigo con 436.7 kg de peso vivo como promedios. Se puede afirmar que la suplementación de heno de llacho y heno de totora influyeron en la ganancia de peso de las vacas lecheras.



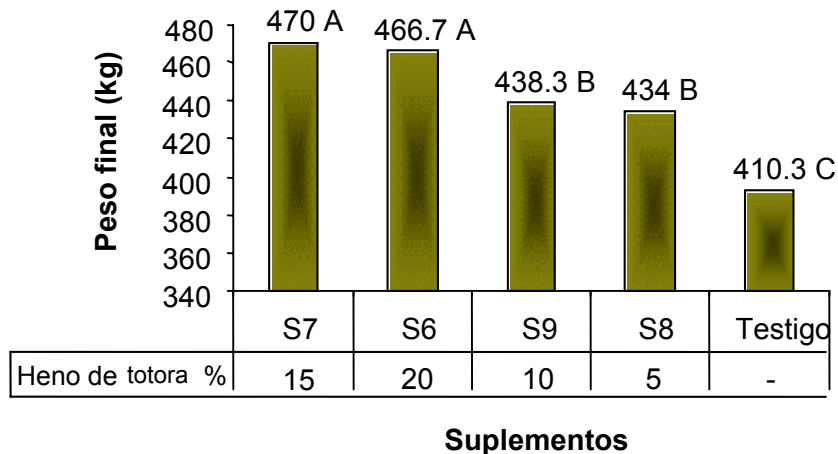
**Figura 9. Peso final, en cada suplemento para el módulo Quenaquetara**

- **Módulo Irama Belén**

Para el módulo de Irama Belén, de acuerdo a las pruebas de medias de Duncan mostradas en la Figura 9, muestran que el mayor peso vivo alcanzado fue para los suplementos 7 y 6, siendo el mayor de 470 kg de peso y el que menor peso alcanzado fue para el suplemento testigo con 410.3 kg de peso vivo promedio.

Los promedios hallados para cada suplemento para el módulo de Irama Belén, pueden deberse a los alimentos suplementados, principalmente heno de totora, siendo el suplemento 7 compuesto de 15 % de heno de totora con el que se alcanzó el peso mas alto.

Quiroz (1991), indica que las plantas acuáticas como el llacho y totora utilizadas comúnmente en la zona lacustre del lago Titicaca, al realizar un presecado o secado cuando el alimento contiene los nutrientes necesarios, influyen en la obtención de ganancias de peso y en la producción de leche.



**Figura 10. Peso final, en cada suplemento para el módulo Irama Belén**

### 5.2.2.3 Prueba de medias de peso final en cada etapa

Se encontró una diferencia de pesos siendo el mayor 453.5 kg registrado para la etapa I y para la etapa III con 442 kg que es la que obtuvo menor peso como se observa en la Figura 11.

Los promedios hallados para cada etapa se deben a los suplementos, suministrados a las vacas en producción, para las diferentes etapas.

Wattaiux (1990), indica que la cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto tiene una influencia muy fuerte en potenciales complicaciones al momento del parto o después del mismo, en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia, vacas que se encuentran con menor peso poseen, una producción de leche reducida debido a una falta de reservas corporales utilizadas en el comienzo de la lactancia, Por otro lado, las vacas que tienen mas peso poseen, un mayor número de complicaciones al parto, una depresión del consumo y una reducción en la producción de leche.

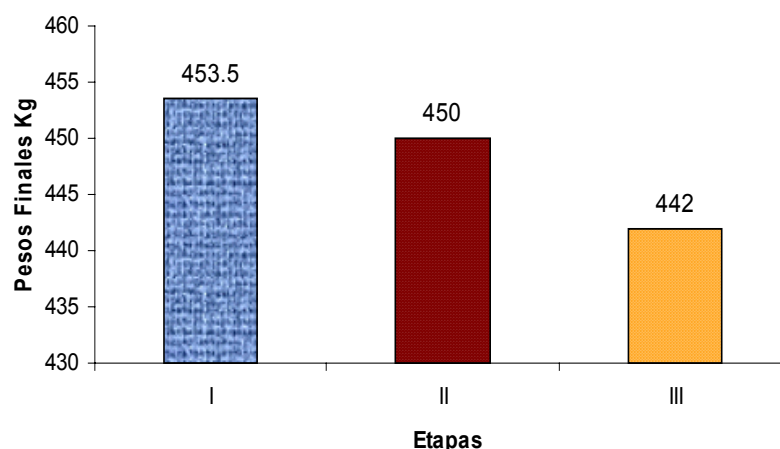


Figura 11. Peso final (kg) en cada etapa de producción de leche

#### 5.2.2.4 Pesos finales en cada etapa para cada módulo

La prueba de medias de Duncan del Cuadro 16, indica que la etapa II del módulo de Quenaquetara significativamente ( $P < 0.05$ ) obtuvo una mayor ganancia de peso siendo diferente a las demás etapas con un peso de 460 kg, la etapa I, la etapa III del módulo de Quenaquetara y la etapa I del Módulo de Irama Belén presentan no significancia entre ellos pero si del resto de las demás etapas y el que menor peso adquirió fue en la etapa III del módulo de Irama Belén con un peso vivo de 428 kg.

Los pesos obtenidos durante el experimento nos indican que la combinación de alimentos heno de llacho y totora, son los alimentos que ayudaron a lograr mayor peso, para el módulo de Quenaquetara, e indirectamente con el alimento heno se llego a evitar que los animales defequen los alimento, es decir se ayudo a la retención del alimento, en el rumen esto por el contenido de materia seca en el alimento, ayudando a la mayor absorción de nutrientes y así se alcanzó mayor ganancia de peso vivo y una buena producción de leche.

**Cuadro 16. Pesos finales en cada etapa para cada módulo**

Módulo	Etapa	Medias de pesos finales (kg)	Significancia
1	1	454	B
1	2	460	A
1	3	456	B
2	1	453	B
2	2	440	C
2	3	428	C

Módulo 1 = Quenaquetara  
Módulo 2 = Irama Belén

## 5.2.2 Ganancia de peso vivo

### 5.2.2.5 Ganancia de peso vivo en cada suplemento

De acuerdo al cuadro 17, se puede ver que el suplemento 8 que corresponde al alimento 15 % de heno de totora, fue el que mayor efecto tubo en la ganancia de peso, ya que obtuvo 0.52 kg, que corresponde al módulo de Quenaquetara y el que menor ganancia de peso logró fue para los suplementos 10 y 5 que son los testigos para cada módulo, esta ganancia de peso se obtuvo durante 180 días.

Esto se debe, al contenido de materia seca en el alimento, que es absorbido y digerido en el rumen de los animales, obteniendo ganancias de pesos con los suplemento adicionados. Así mismo se puede mencionar el clima que tubo que ver con la ganancia de peso vivo, siendo una zona altiplanicie los animales gastan

energía para protegerse del frío y las lluvias que se registraron en esa época (Anexo 2).

**Cuadro 17. Ganancia de peso vivo logrado con cada suplemento**

Suplementos	Heno de totora		Medias de GPV (kg)
	%	Heno de llacho %	
1	5	15	0.26
2	5	5	0.47
3	15	5	0.22
4	10	10	0.36
5	0	0	0.01
6	20	0	0.38
7	15	0	0.34
8	10	0	0.52
9	5	0	0.19
10	0	0	0.12

1, 2, 3, 4 = Módulo de Quenaquetara

6, 7, 8, 9 = Módulo de Irama Belén

5, 10 = Testigos

#### **5.2.2.6 Comparación de pesos por etapas y ganancia de peso vivo**

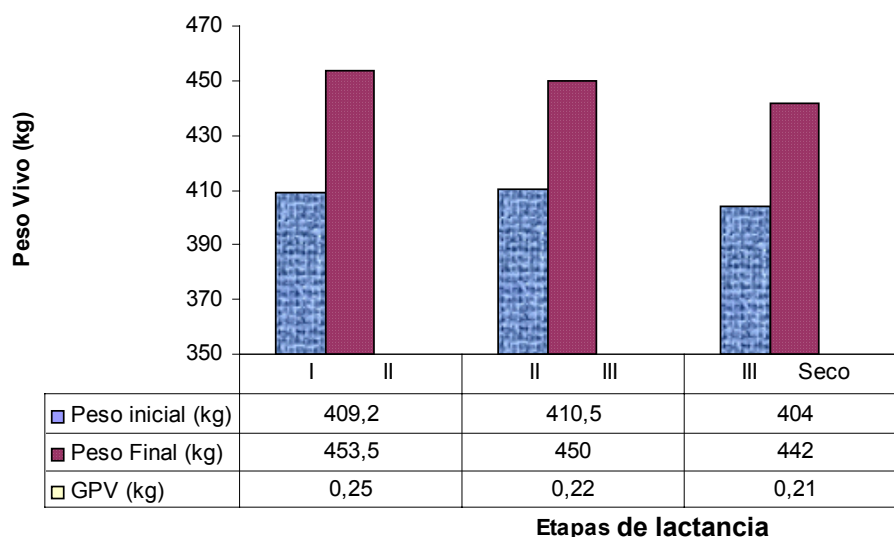
En la Figura 12, se aprecia la comparación de pesos promedios iniciales y finales promedios, de cada etapa en la ganancia de peso vivo, durante 180 días.

Con la que se empezó en la etapa I y se terminando en la etapa II se logró la que mayor ganancia de peso vivo alcanzó 0.25 kg, esto puede deberse a que en la etapa I, después del parto las vacas entraban a un proceso de recuperación y ganancia de peso vivo por esta razón en esas etapa se debe alimentar a las vacas con mas forraje y concentrado, o en el caso nuestro con alimento suplementario henos de totora y heno de llacho, que también contribuyo a la ganancia de peso vivo y producción de leche respectivamente.

En la etapa II terminando en la etapa III se obtuvo una ganancia de peso vivo de 0.22 kg y por ultimo con la que se empezó con la etapa III terminando en el periodo seco, se obtuvo una ganancia de peso vivo de 0.21 kg,

Alcázar (2003), indica que en esta etapa o periodo seco, las vacas deben ser bien alimentada para el próximo parto, es decir para cuando nazca el ternero se tenga una buena producción de leche.

PDLA (2003), aclara que los terneros, vaquillas y vaquillonas consumen cantidades adicionales de alimento para aumentar de peso diariamente, las necesidades de crecimiento, para balancear raciones, se deben considerar estos aspectos, ya que cada animal es diferente a otro y requiere una ración diferente. Vacas grandes de quinto parto con alta producción de leche, su ración debe ser diferente a vaquillonas en gestación y terneros en crecimiento.



**Figura 12. Comparación de pesos por etapas y la ganancia de peso vivo**

### 5.3 Porcentaje de materia grasa

Según el Análisis de Varianza Cuadro 18, para porcentaje de grasa no se detectó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre módulos, entre suplementos dentro de módulos, entre las etapas y en la interacción de módulos por etapas, con un coeficiente de variación de 9.0 %.

**Cuadro 18. Análisis de varianza de porcentaje de grasa**

Fuentes de variación	G. L.	Fc.	Pr > F	Significación
Mod.	1	0.85	0.36	NS
Sup(Mod.)	8	1.03	0.42	NS
Eta	2	1.47	0.24	NS
Mod.*Eta	2	0.08	0.92	NS
Error	76			
Total	89			

**CV = 9.0 %**

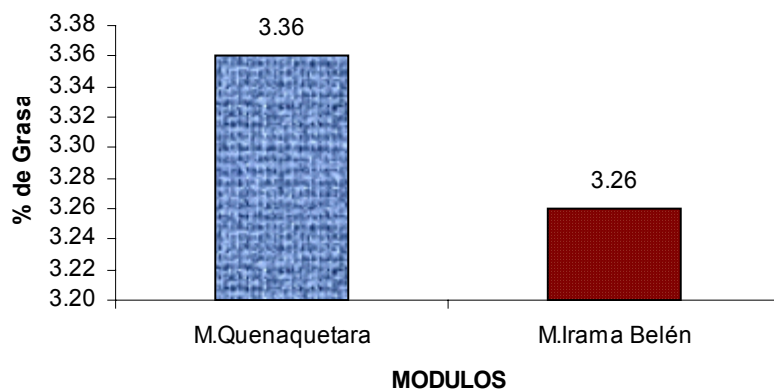
### 5.3.1 Prueba de medias de materia grasa en cada módulo

La Figura 13, indica que estadísticamente los porcentaje de grasa fueron iguales efectivamente el porcentaje de grasa, en Quenaquetara fue 3.4 % y en el módulo de Irama Belén alcanzó 3.3 % de grasa.

Sin embargo Alcázar (2003), señala que, a mayor cantidad de concentrado los animales producen menor cantidad de leche y un contenido de grasa mayor, pero en animales que son alimentados con mayor cantidad de forraje, la cantidad de grasa es menor.

Según la PIL (2004), indica que, en la planilla de registró de pago de los productores de leche de la zona de Achacachi registra que en el módulo de Quenaquetara existió un porcentaje promedio de grasa de 3.6 % y el módulo de Irama Belén presento 3.4 % de grasa como promedios en cada zona.

Las dos zonas se diferencian por el tipo de alimentos suministrados a sus animales, siendo la zona de Quenaquetara que alimenta a sus vacas con heno de totora y llacho y la zona de Irama Belén con heno de totora. De acuerdo a los análisis bromatológicos realizados en el ensayo, el contenido nutricional en los diferentes alimentos principalmente de heno de llacho, toma la función de un alimento concentrado por el contenido de materia seca (MS), que ayuda a la producción de leche y al aporte mayor de grasa en las vacas lecheras.



**Figura 13. Porcentaje de materia grasa de cada módulo**

### **5.3.2 Porcentaje de grasa, para cada suplemento**

El Cuadro 19, indican que el suplemento 4 obtuvo el mayor contenido graso con 3.5 % corresponde al módulo de Quenaquetara y el suplemento 10 que es testigo es el que menor porcentaje de grasa obtuvo con 3.2 %.

Esto puede deberse a que los animales que fueron alimentados con heno de totora y heno de llacho en el módulo de Quenaquetara, hizo que el contenido de grasa sea alto, ocurriendo todo lo contrario para el módulo de Irama Belén que fueron alimentados con heno de totora.

La combinación henos de totora y llacho como suplementos, contribuyeron al contenido de grasa aunque la producción de leche es buena el contenido de grasa es menor. Pero según la PIL (2004) se paga al productor de leche por cantidad es decir 1.50 Bs/lt.de leche.



**Cuadro 19. Porcentaje de grasa, para cada suplemento**

Suplemento	Heno de totora %	Heno de llacho %	Medias de % de grasa
1	5	15	3.3
2	5	5	3.3
3	15	5	3.2
4	10	10	3.5
5	0	0	3.3
6	20	0	3.2
7	15	0	3.4
8	10	0	3.4
9	5	0	3.2
10	0	0	3.1

1, 2, 3, 4 = Módulo de Quenaquetara

6, 7, 8, 9 = Módulo de Irama Belén

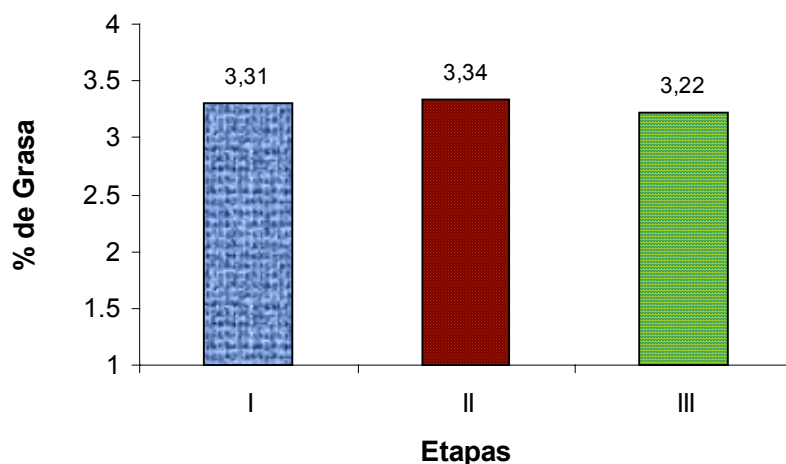
5, 10 = Testigos

### 5.3.3 Porcentaje de grasa en cada etapa

No se hallaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) en los porcentajes de grasa en las diferentes etapas de producción de leche, pero lo que se puede distinguir es que hay una diferencia de porcentajes de 3.34 % alcanzado por la etapa II siendo el máximo, y como mínima 3.22 % alcanzado por la etapa III expuestos en la Figura 14.

Un aspecto que se puede mencionar, que hace que las diferencias de contenido de grasa, se puede deber, al alimento suministrado a los animales en las diferentes etapas.

Alcázar (2002), aclara que la relación forraje concentrado no es estricta en cada etapa de producción de lechera, animales que consumen más concentrado que forraje aumenta el contenido de grasa en la leche, ocurriendo en nuestro caso que el alimento suplementado se puede considerar como concentrado.



**Figura 14.** Promedio de porcentaje de grasa en cada etapa

### 5.3.4 Porcentaje de grasa en cada etapa para cada módulo

El cuadro 20, de la prueba de medias de Duncan, indica que la etapa I y la etapa III que pertenecen al módulo de de Quenaquetara, no presentan significancia ( $P > 0.05$ ) entre ellos pero si del resto de las demás etapas, siendo el porcentaje mayor de 3.42 % de grasa para el módulo de Quenaquetara y el menor porcentaje alcanzado fue para la etapas III del módulo de Irama Belén, con 3.18 % de grasa.

**Cuadro 20.** Porcentaje de grasa en etapas en cada módulo

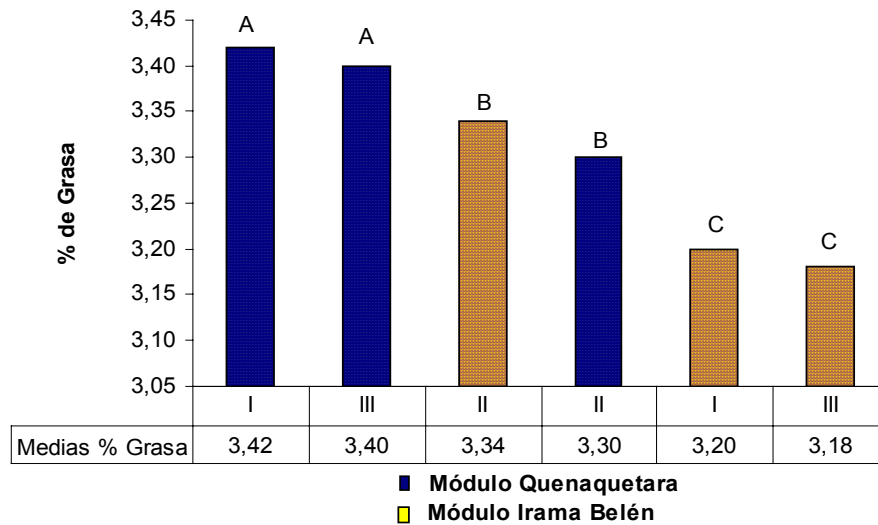
Modulo	Etapa	Medias de % de grasa	Significancia
1	1	3.42	A
1	2	3.30	B
1	3	3.40	A
2	1	3.20	C
2	2	3.34	B
2	3	3.18	C

Módulo 1 = Quenaquetara

Módulo 2 = Irama Belén

En la Figura 15, se puede observar mucho mejor las pruebas de medias de Duncan, nos indican que los módulos que alcanzaron un porcentaje mayor de grasa fueron el módulo de Quenaquetara en las etapa I y etapa II, esto se debe a que los animales fueron alimentados con la combinación de alimento de llacho y totora influyendo en el porcentaje de grasa, no tanto así para el módulo de Irama Belén, para las etapa I y etapa II que alcanzaron un porcentaje menor de grasa, ya que estos animales fueron

alimentados tan solo con totora heno, influyendo en la producción de leche y no tanto así en el porcentaje de grasa.



**Figura 15. Comparación de porcentaje de grasa en etapas para cada módulo**

#### 5.4 Análisis Económico

El análisis económico consistió en el cálculo de la relación Benéfico/Costo (B/C) y Beneficio Neto en base a los rendimientos de producción de leche obtenidos durante el experimento y costos realizados en base al material de cada productor utilizado.

De acuerdo al Cuadro 21, de la relación Beneficio Costo de los suplementos, se observa que los suplementos con  $B/C > 1$  son; todos los suplementos pero el que obtuvo mayor rentabilidad,  $B/C > 1$ , fue para el suplementos 6 que pertenece al módulo de Irama Belén, esto puede atribuirse a que utilizaron mayor cantidad de heno de totora para ese módulo y no así para Quenaquetara, quien utilizó la combinación de heno de totora y llacho,

Los suplementos 5 y 10 que son los testigos obtuvieron  $B/C > 1$  lo cual indica que presenta beneficios económicos de acuerdo rendimiento obtenido, esto se debe a que estos productores no invirtieron para la investigación.

Estivariz (1995), afirma que para el productor lechero de las comunidades, circundante al lago Titicaca debido a su mayor rentabilidad, considerando que es de fácil disponibilidad durante todo el año en la zona y es accesible a la mayoría de los productores utilizan este alimento favoreciendo la producción de leche y carne.

**Cuadro 21. Análisis económico de la producción de leche suplementados con llacho y totora como henos durante la evaluación.**

Nº se Sup.	Rendimiento Medio	Rendimiento Ajustado	Beneficio Bruto	Costo Total	Beneficio Neto	B/C
1	2150	2150	2150	602	1396	3.6
2	1818	1818	1818	602	1216	3.0
3	2439	2439	2439	557	1882	4.4
4	2232	2232	2232	557	1675	4.0
5	1500	1500	1500	422	1765	3.6
6	2952	2952	2952	512	2440	5.8
7	2077.2	2077.2	2077.2	512	1565.2	4.1
8	2016.9	2016.9	2016.9	512	1504.9	3.9
9	2183.4	2183.4	2183.4	512	1671.4	4.3
10	1420	1420	1420	422	1720	3.4

1, 2, 3, 4 = Módulo de Quenaquetara  
 6, 7, 8, 9 = Módulo de Irama Belén  
 5, 10 = Testigos

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados encontrados se llegó a la siguiente conclusión:

- La producción de leche, en comparación a los testigos, por el efecto de los alimentos suplementados, heno de totora y heno de llacho, contribuyeron a una mejor producción de leche, teniéndose mayor contenido de nutrientes y un alto contenido de materia seca.
- La combinación óptima para cada módulo sobre la base del alimento ofrecido por el productor fue, para el suplemento 6 que consistió en 20 % de heno de totora para el módulo de Irama Belén y el suplemento 3 compuesto de 5 % de heno de llacho y 15 % de heno de totora para el módulo de Quenaquetara, que fueron los que alcanzaron la mayor producción de leche.
- La combinación de alimentos heno de totora y heno de llacho influyeron en la ganancia de peso vivo siendo el módulo Quenaquetara el que mayor promedio de peso alcanzó, que pertenece al suplemento 3 y corresponde a la combinación de 5 % heno de llacho y 15 % heno de totora.
- En el caso de la ganancia de peso vivo, el que mayor ganancia de peso vivo obtuvo fue para el suplemento 8 compuesto de 10 % de heno de totora.
- Respecto al contenido de grasa, el módulo de Quenaquetara alcanzó un promedio mayor de 3.4 % en comparación al módulo de Irama Belén y 3.3 % como promedios, siendo la combinación de alimentos henos de llacho y heno de totora, que se comportaron como un alimento concentrado, influyendo en el contenido de grasa.
- El cálculo de la relación beneficio costo en la producción de leche a partir de los suplementos en estudio, se demuestra que la producción de leche tiene

rentabilidad económica con una relación  $B/C > 1$  para los suplemento 6 que utilizó alimento heno totora.

## 7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados logrados por la investigación se recomienda.

- Se recomienda alimentar a los animales con este tipo de alimento, heno de totora y llacho durante todo el año ya que el contenido de materia seca ayuda a la absorción de nutrientes para el ganado lechero.
- Respecto a la alimentación se recomienda, dar el alimento en sus comederos, ya que los alimentos en el suelo se mezclan con las heces fecales, provocando el rechazo de este.
- Realizar este tipo de investigación en otros módulos de la zona comparando la alimentación que reciben, los que se encuentran a las orillas del lago y los que no tienen acceso a el.
- Ejecutar un control de manejo de llacho, totora y especies acuáticas de la zona.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Alcázar, .J. 2002. Ecuaciones simultaneas y programación lineal como instrumento para le formulación de raciones, 1ª Ed., La Paz, BO. p. 127 – 203.

\_\_\_\_\_,1997. Base Para la alimentación animal y formulación de alimentación de Vacas lecheras. Impresión génesis. La Paz, BO. p. 7 – 73

\_\_\_\_\_, 2003. Apuntes de clase, Bovinos de leche y Alimentos alimentación. Facultad de Agronomía. La Paz, BO. s.p.

Andersen 2004. Lechería en la región Andina, Algunos Aspectos de producción, salud animal y salud pública (en línea). Consultado 21 ago. 2004. Disponible en <http://www.capra.iespana.es/capra/htm>

APLEPO (Asociación de Productores Lecheros de la Provincia Omasuyos). 2004. Informe: Provincial Achacachi. La Paz, BO.20 p.

Solobolivia. 2004. Biogeografía y ecosistemas naturales. Descripción del medio natural. Capitulo I (en línea). Consultado 12 mar. 2006. Disponible en <http://www.solobolivia.com>

Cañas, C. 1998. Alimentación y Nutrición Animal. Colección en agricultura. Facultad de Agronomía. Santiago de Chile, CH. 385 p.

Carrizo, F. 2004. El tambo bovino. Alimentación: ¿Por qué suplementar a la vaca? Escuela Aerotécnica Salesiana. Nuestra Señora de la Candelaria (en línea). Consultado 21 feb. 2006. Disponible en <http://www.misionsalesiana.est/htm>

Estivariz, C. 1995. Determinación de la combinación optima de Llacho y Totora en Vacunos Lecheros. Tesis Lic. Ing. Agr. UMSA. La Paz, BO. p. 67.



GMA (Gobierno Municipal de Achacachi). 2003. Plan de Desarrollo Municipal. La Paz, BO. p. 7 – 17, 47.

Hameleers A. 2002. Evaluación del Efecto de suplementos con Forrajes Conservados en Rumiantes en Pastoreo. XIV Reunión de ABOPA – Forrajes y Producción Animal, Tarija, BO. (2): p.119 – 121

JICA (Agencia Internacional de Cooperación Japonesa) 1997. Estudio de Factibilidad para el desarrollo Agrícola en el área de Achacachi. La Paz , BO. p 2 – 5.

Lizana, C. 2000. Incentivos para Manejo de Alimentación. Universidad de California. Extractado por el Editor de COOPR, G. Osorno Chile (en línea). Consultado 26 oct. 2005. Disponible en <http://www.7leche00.htm.com/htm>

Lebiel, D. Culipa, Q. Goyzueta, C. 1988. Importancia socioeconómica de la extracción de macrófitas en la bahía de Puno. PE. p 31.

MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios). 2004. Identificación y Mapeo y Análisis Competitivo de la Cadena Productiva de Leche de Origen Bovino y Derivados. BO. p 14 – 23, 25 – 39.

Martínez, F. y Byant, F. 2002. Dirección de investigación pecuaria programa de investigación pastos y forrajes. Manual de pastos y forrajes. Lima, PE. p. 157.

Millar, J. 1987. Nutrición y alimentación del ganado vacuno lechero Editorial Acribia. Zarasoga, ES. p. 7 – 8.

Ochoa, R. 2004. Diseño Experimental II. Métodos Estadísticos. UMSA. La Paz, BO. p. 9 – 10.

PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano) 1998. Conservación de Forrajes. Componente de capacitación La Paz – Oruro, BO. (1): p. 19.

\_\_\_\_\_ 1999. Alimentación del Ganado lechero. Componente de capacitación, La Paz – Oruro, BO. (3). p. 3.

\_\_\_\_\_ 2002. Resultados del Censo. Agropecuario. Provincia Omasuyos. BO. p. 4 – 6.

\_\_\_\_\_ 2003. Alimentación y Nutrición del Ganado Lechero. Manual de Autoinstrucción 3da ed. V.2. 128 p.

PIL (Planta Industrializadora de Leche). 2004. Planilla de registro de los productores de Leche, Zona Achacachi, Módulos de Quenaquetara e Irama Belén. La Paz, BO. s.p.

Quiroz et al. 1991. Alimentos Proteicos el sistema Internacional de Nomenclatura de Alimentos. Capitulo 12 (en línea). Tesis Lic Ing. Agr. Universidad Puno Perú Consultado 10 may. 2005. Disponible en <http://www.unicit.cl/modules.htm>

Saire, G. 2004. Cálculo de energía, programa de WENDE (programa de cómputo). 1 disco compacto.

Simbaña, A. 2001. Pontificia usos y aprovechamiento actual de la totora en Imbabura. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (en línea). Universidad Católica del Ecuador. p – 7. Consultado 2 ago. 2004. Disponible en <http://www.unicit.cl/modules.htm>

Tola, H. 2002. Valor Nutritivo de cinco especies Forrajeras Nativas Empleadas en la alimentación de Bovinos en el Altiplano. Tesis Lic. Ing. Agr. UMSA, La Paz, BO. p. 18.

Verastegui, S. 1989 Alimentos alimentación. Ed. Universitaria. UNA. Puno, PE. p. 7 – 8.

Wattiaux, A. 1990. Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin – Madison (en línea). Consultado 10 ago. 2005. Disponible en <http://www.babcockcalshp.cals.wisc.edu>

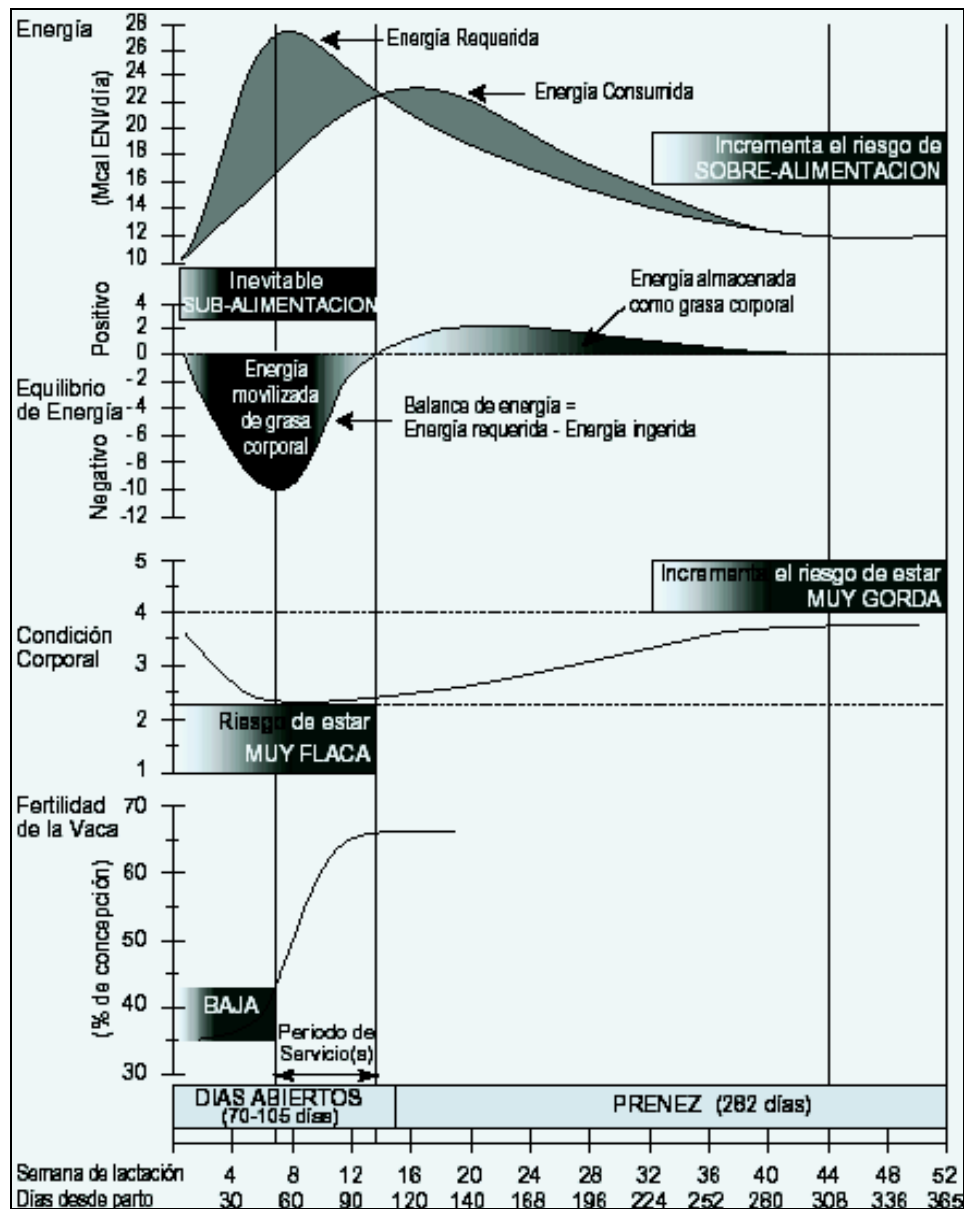
Wheeler, B. 1999. Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras. Especialista en ganado lechero. Artículo traducido por Ray Del Pino (en línea). Consultado 6 nov. 2004. Disponible en <http://www.gov.on.ca>

Zavala, R. 2002. Suplementación a vacas criollas en el último tercio del periodo de gestación y Evaluación de su producción Láctea. Tesis Lic. Ing. Agr. UMSA. La Paz, BO. p. 73 – 74.

ZONISIG (Zonificación Agroecológica y Socioeconómica de la Cuenca del Altiplano Departamento de La Paz) 1998. Dirección Departamental de Desarrollo Sostenible y Planificación. La Paz, BO. p. 80.

## **9. ANEXOS**

**Anexo 1. Curvas de Lactancia y balance energético de las vacas lecheras en el comienzo de la lactancia**



**Anexo 2. Datos meteorológicos obtenidos durante el ensayo, zona de Achacachi**

<b>Nº</b>	<b>MES</b>	<b>Tº media Mensual</b>	<b>Tº Media MAX</b>	<b>Tº Media MIN</b>	<b>HR (%)</b>	<b>PP (mm)</b>	<b>Insolación hr/sol/día</b>	<b>Nº de días con heladas</b>
1	Julio	3.5	11.8	-4.9	52	4.8	8.91	25
2	Agosto	4.9	13.2	-3.3	50	17.4	7.8	16
3	Septiembre	6.8	14.6	-1.0	63	0	9.7	18
4	Octubre	8.1	16.3	-0.1	59	8.8	8.9	4
5	Noviembre	9.7	16	8.8	65	61	7.2	-
6	Diciembre	9.8	15.3	3.7	62	37.2	7.1	-
7	Enero	9.5	14.9	4.15	77	79.6	7.0	-
8	Febrero	8.9	14.29	3.6	61	125.4	6.8	-
9	Marzo	9.2	16.46	2.02	64	15	8.3	3

Fuente: SENAMHI 2005

**Anexo 3. Planilla de registro de control lechero de las vacas del ensayo**

FECHA.....

PROVINCIA.....

MODULO.....

PROPIETARIO.....

Nombre del Productor	Nº	Nombre del animal	Nº de Partos	Estado de Prod. Actual	Producción Kilos Lit.	Estado Reproducción Actual	Ultimo Parto	Peso Vivo kg	Condición corporal
Paulino Huanca	1	Virginia	3	producción	4.5	preñada	30/08/2004	415	3
	2	Mela	3	producción	5	parida	01/10/2004	375	2
Lucio Monasterios	3	Mamacha	5	producción	8	Cubierta	14/02/2004	400	3
	4	Martha	5	producción	5	Parida	05/07/2004	420	3
	5	Daniela	3	producción	9	cubierta	01/02/2004	415	2
Francisco Lipa	6	Laira	3	producción	7	Parida	07/08/2004	450	3
	7	Sabina	3	producción	6	parida	20/04/2004	415	3
	8	Julia	4	producción	5.5	preñada	01/07/2004	380	3
Edwin Turpo	9	Virginia	4	producción	5	Parida	16/06/2004	440	3
	10	Rosa	4	producción	4	parida	01/08/2004	420	3
Sergio Romero	11	Yola	5	producción	7.5	Cubierta	02/04/2004	400	2
	12	Lidia	3	producción	8	parida	15/06/2004	360	3
Paulino Pajsi	13	Petisa	6	producción	3	Preñada	20/08/2004	477	2
	14	Vaca Grande	6	producción	7	Parida	01/04/2004	430	2
	15	Chiji Awila	4	producción	7	parida	01/02/2004	420	2
Lidia Chachahuaina	16	Chilindrina	3	producción	8	cubierta	21/09/2004	450	3
	17	Daniela	2	producción	8	parida	10/06/2004	400	3
Rosa Catalina	18	Martha	3	producción	7	Parida	28/12/2003	380	3
	19	Nena	2	producción	7	parida	28/06/2004	350	3
	20	Bertha	2	producción	5	cubierta	11/10/2004	340	3
Benedicto Villca	21	Rosa	3	producción	9	parida	01/08/2004	400	2
	22	Chapare	2	producción	9	Parida	01/09/2004	410	3
	23	Lucrecia	5	producción	8	parida	18/09/2004	420	3
Mariano Villca	24	Blanca	5	producción	9	parida	01/11/2004	420	3
	25	Rosa	2	producción	9.5	Parida	01/09/2004	400	3
	26	Clara	2	producción	7	parida	02/12/2003	410	3
Antonio Chachahuaina	27	Chilindrina	5	producción	9	Cubiertas	07/05/2004	400	3
	28	Chilindrinita	2	producción	7	Cubierta	03/05/2004	440	3
Dionisio Clares	29	Lixia	2	producción	8	Parida	02/03/2004	380	2
	30	Negra	5	producción	9	parida	14/09/2004	420	3

**Anexo 4. Análisis Bromatológico**

**Dra. Tania Paucara Vega**  
**Bioquímica**  
**MP – 340**

SOLICITANTE: PDLA – FEDELPAZ  
PROCEDENCIA: Departamento de La Paz Provincia Omasuyos  
Lago titicaca  
FECHA DE RECEPCION: 7 de Noviembre, 2004  
FECHA DE ENTREGA: 6 de Febrero, 2005  
TIPO DE MUESTRA: Muestra Vegetal forrajeras Acuáticas

- Totora
- Llacho

Resultados del Análisis solicitado: En Porcentaje

**EN BASE HUMEDA**

MUESTRA	HUMEDAD %	SÓLIDOS TOTALES
Totora	20.38	79.62
Llacho	35.89	64.11

Este análisis se realizó con las muestras secas recién llegadas al laboratorio.

**EN BASE SECA**

MUESTRA	FOSFORO %P	CALCIO % Ca	POTACIO % K	PROTEINA %	FIBRA CRUDA %	CENIZA %	EXTRACTO ETEREO %	MATERIA SECA (MOLIDO) %
Totora	0.35	0.16	0.10	8.40	17.84	6.87	0.80	96.91
Llacho	.022	1.47	0.13	8.30	10.80	14.43	1.60	83.41

  
Dra. Tania Paucara Vega  
BIOQUÍMICA  
M. P. P. - 340



**Anexo 5. Tabla de algunos alimentos forrajeros destinados a vacunos**

<b>Planta</b>	<b>Alfalfa Heno</b>	<b>Cebada Heno</b>	<b>Avena Heno</b>
M. S. (%)	90	94	88.2
P. C. (%)	14.8	7.2	7.7
Fósforo (%)	0.24	0.26	0.21
Calcio (%)	1.47	0.18	0.23
EM Mcal/Kg	1.93	2.57	0.73

Fuente: Alcázar (2002)

## Anexo 6. Procedimiento para suplementar a cada vaca

1° PASO: datos de los animales

Edada del animal	5
Peso	450
Producción Kg/día	12
Materia grasa	3.5
IMS	3

2° PASO: Cálculo de Requerimientos

Estado Fisiológico	EM (Mcal)	PC(g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Mantenimiento	13.12	341	18	13
Producción Kg/leche	1.15	84	2.97	1.83
Producción Total	16.1	1176	41.58	25.62
<b>TOTAL REQUERIMIENTO</b>	<b>29.22</b>	<b>1517</b>	<b>59.58</b>	<b>38.62</b>

3° PASO: Alimentos disponibles de lo que dispone el productor y su bromatología. Transformación de (g/kg) PC, Ca y P MS a kg/kg

FORRAJES	MS (%)	EM(Mcal/Kg)	PC (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Totora	20	1.5	2.4	0.16	0.2
Llacho	5.27	2.3	2.1	0.47	0.22
Alfalfa	20	0.6	4.5	0.45	0.07

FORRAJES	MS (kg/kg)	E.M. (Mcal/Kg)	P.C. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
Totora	0.2	1.5	24	1.6	2
Llacho	0.0527	2.3	21	4.7	2.2
Alfalfa	0.2	0.6	45	4.5	0.7

4° PASO: Calculo de la I.M.S. (kg/día) formula propuesta por Melo (N.R.C.)

IMS (kg/ía) = 0.025*PV + 0.1*kg de leche
= 0.025*450 + 0.1*12
IMS = 12.65

5° PASO: Anotar el alimento TCO diario que ofrece el productor a los animales  
% Lo define el productor

FORRAJES	kg T.C.O.	kg B.M.S	E.M. (Mcal/Kg)	P.C. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
Totora	20	4.00	30	480	32	40
Llacho	7	0.37	16.1	147	32.9	15.4
Alfalfa	9.5	1.90	5.7	427.5	42.75	6.65
Total aporte del productor	36.5	6.27	51.8	1054.5	107.65	62.05

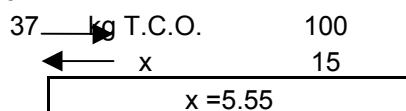
6° PASO: restar a la oferta de nutrientes del alimento, los requerimientos de los animales

	kg de M.S.	E.M. (Mcal/Kg)	P.C. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
TOTAL APORTE	6.2689	51.8	1054.5	107.65	62.05
TOTAL REQUERIMIENTO	12.65	29.22	1517	59.58	38.62
DIFERENCIA	-6.3811	22.58	-462.5	48.07	23.43

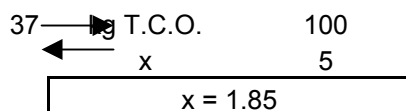
## Anexo 6. Procedimiento para suplementar a cada vaca (continuación)

7° PASO: Suplemento en diferentes niveles en base al alimento ofrecido por el productor

De la totora



Del llacho



8° PASO: alimento suplementario su bromatología y transformación a g/kg la PC, Ca, P y MS a kg/kg

FORRAJES	M.S.(%)	E.M.(Mcal/kg)	P.C. (%)	Ca (%)	P (%)
Heno de totora	96.91	2.13	8.4	0.16	0.35
Heno de llacho	83.4	1.55	8.3	1.47	0.22

FORRAJES	MS (kg/kg)	E.M. (Mcal/Kg)	P.C. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
Heno de totora	0.9691	2.13	84	1.6	3.5
Heno de llacho	0.834	1.55	83	14.7	2.2

9° PASO: alimento suplementado

FORRAJES	kg T.C.O.	kg B.M.S	E.M. (Mcal/Kg)	P.C. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
Heno de totora	5.55	5.378505	11.8215	466.2	8.88	19.425
Heno de llacho	1.85	1.5429	2.8675	153.55	27.195	4.07
sub total de los suplementos	7.4	6.921405	14.689	619.75	36.075	23.495

10° PASO: total aporte de los suplementos

	kg de M.S.	E.M. (Mcal/Kg)	P.C. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
Sub total aporte de productor	6.2689	51.8	1054.5	107.65	62.05
sub total de los suplementos	6.921405	14.689	619.75	36.075	23.495
TOTAL	13.190305	66.489	1674.25	143.725	85.545

11° PASO: por ultimo se resta a la oferta de nutrientes del alimento el requerimiento de los animales

	kg de M.S.	E.M. (Mcal/Kg)	P.C. (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
TOTAL APOORTE	13.190305	66.489	1674.25	143.725	85.545
TOTAL REQUERIMIENTO	12.45	26.92	1349	53.64	34.96
DIFERENCIA	0.740305	39.569	325.25	90.085	50.585

## Anexo 7. Requerimientos calculados para cada vaca

### Módulo Quenaquetara Belén

Suplementos	Total Requerimientos	EM (Mcal)	PC(g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
S1	Mela	17.76	738	30.85	20.15
S2	Vaca Grande	21.17	929	38.79	25.81
S3	Rosa	17.1	656	28.38	18.62
S4	Julia	17.625	767	30.335	19.965
So	Petisa	18.95	770	32.85	22.15
S1	Virginia	17.185	696	29.365	19.235
S2	Lidia	21.21	990	39.76	25.64
S3	Martha	17.95	740	30.85	20.15
S4	Laira	21.17	929	38.79	25.81
So	Virginia 2	18.87	761	32.85	22.15
S1	Sabina	19.2	824	33.82	21.98
S2	Yola	21.635	948	38.275	24.725
S3	Daniela	22.36	1074	42.73	27.47
S4	Mamacha	21.21	990	39.76	27.64
So	Chiji Awila	20.25	908	36.79	25.81

### Módulo Irama Belén

Suplementos	Total Requerimientos	EM (Mcal)	PC(g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
S1	Rosa 2	22.935	1116	44.215	30.385
S2	Chilindrinita2	21.17	929	38.79	25.81
S3	Martha	20.06	906	36.79	23.81
S4	Chapare	22.36	1074	42.73	27.47
So	Lixia	21.21	990	39.76	25.64
S1	Blanca	22.55	1076	42.73	27.47
S2	Chilindrina1	22.36	1074	42.73	27.47
S3	Nena	19.16	326.05	24.05	19.05
S4	Rosa 1	22.36	328.35	26.35	21.35
So	Daniela	21.21	327.2	25.2	20.2
S1	Clara	20.15	326.05	24.05	19.05
S2	Negra	22.45	328.35	26.35	21.35
S3	Bertha	16.86	304.75	19.75	15.65
S4	Lucrecia	21.4	329.2	25.2	20.2
So	Chilindrina	22.32	350.2	27.2	22.2

**Anexo 8. Consumo de alfalfa en (kg)**

**Módulo Quenaquetara Belén**

<b>Etapa I</b>						Suma
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To	
N. del Animal	Mela	Vaca Grande	Rosa	Julia	Petisa	
Consumo de alfalfa (kg)	9.5	10.5	11.0	13.0	8.5	52.5
<b>Etapa II</b>						
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To	
N. del Animal	Virginia	Lidia	Martha	Laira	Virginia 2	
Consumo de alfalfa (kg)	12.0	13.5	9.0	11.0	9.0	54.5
<b>Etapa III</b>						
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To	
N. del Animal	Sabina	Yola	Daniela	Mamacha	Chiji Awila	
Consumo de alfalfa (kg)	11.5	11.0	9.0	12.5	9.0	53.0
Total por módulo						160.0
Promedio consumo (kg)						10.7

**Módulo Irama Belén**

<b>Etapa I</b>						Suma
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To	
N. del Animal	Rosa 2	Chilindrinita2	Martha	Chapare	Lixia	
Consumo de alfalfa (kg)	10.0	10.5	9.0	12.4	15.0	56.9
<b>Etapa II</b>						
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To	
N. del Animal	Blanca	Chilindrina1	Nena	Rosa 1	Daniela	
Consumo de alfalfa (kg)	18.0	13.5	13.5	13.0	8.5	66.5
<b>Etapa III</b>						
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To	
N. del Animal	Clara	Negra	Bertha	Lucrecia	Chilindrina	
Consumo de alfalfa (kg)	13.5	14.0	13.0	11.5	9.5	61.5
Total por módulo						184.9
Promedio consumo (kg)						12.4
Total por modulo						344.9
Promedio consumo(kg)						11.5

## Anexo 9. Suplemento de heno de totora y heno de llacho

### Módulo de Irama Belén

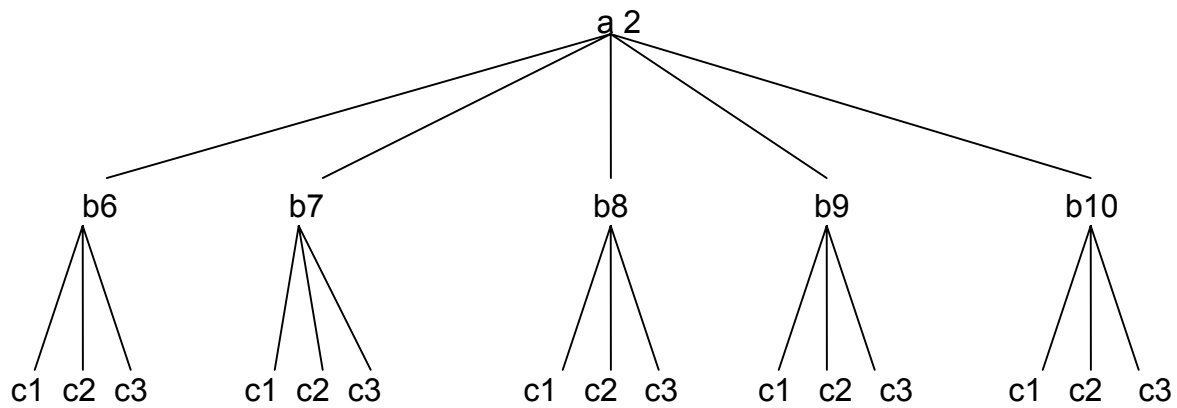
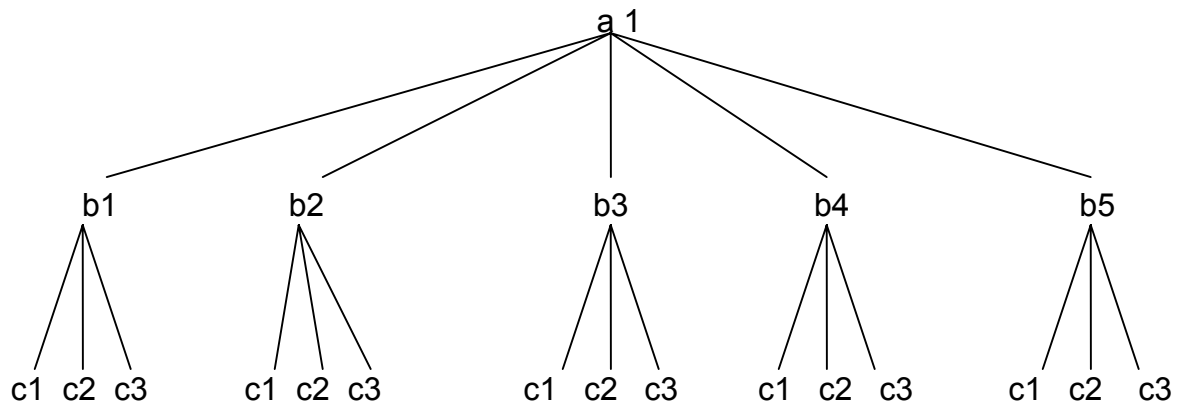
Etapa I					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Rosa 2	Chilindrinita2	Martha	Chapare	Lixia
Totora heno (kg)	4	4.5	6	7	Testigo
Etapa II					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Blanca	Chilindrina1	Nena	Rosa 1	Daniela
Totora heno (kg)	4	5.5	6.5	7.5	Testigo
Etapa III					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Clara	Negra	Bertha	Lucrecia	Chilindrina
Totora heno (kg)	3.9	4.1	6.3	6.8	Testigo

### Módulo de Quenaquetara Belén

Etapa I					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Mela	Vaca Grande	Rosa	Julia	Petisa
Totora Heno (kg)	4.5	4.5	4.5	3	Testigo
Llacho Heno (kg)	3	3	2.5	2.5	Testigo
Etapa II					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Virginia	Lidia	Martha	Laira	Virginia 2
Totora Heno (kg)	4.5	4	4	3	Testigo
Llacho Heno (kg)	3	3	2	2	Testigo
Etapa III					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Sabina	Yola	Daniela	Mamacha	Chiji Awila
Totora Heno (kg)	5	4	3	3	Testigo
Llacho Heno (kg)	3	3	1.5	1.5	Testigo

**Anexo 10. Representación gráfica de la distribución de factores en el estudio**

**B anidado en A y C cruzado (3<sup>er</sup> caso)**



**Factor A: a1, a2 (Cruzado)**

**Factor B: b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7, b8, b9, b10 (Anidado) en A**

**Factor C: c1, c2, c3 (Cruzado)**

**Anexo 11. Tabla de Registro lechero**

**Nombre del Productor.....**

**Fecha de entrega.....**

Mes		Agosto													
Nombre de la vaca		1		2		3		4		5		6		7	
No	Horario de ordeño	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															



## Anexo 12. Producción promedio de leche por vaca en diferentes etapas (kg)

### Módulo Quenaquetara Belén

Etapa I					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
Nombre de animales	Mela	V. Grande	Rosa	Julia	Petisa
Prod. de leche promedio (kg)	7.9	6.7	8.8	8.2	8.3
Etapa II					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
Nombre de animales	Virginia	Lidia	Martha	Laira	Virginia 2
Prod. de leche promedio (kg)	8.1	7.4	7.7	8.5	8.6
Etapa III					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
Nombre de animales	Sabina	Yola	Daniela	Mamacha	ChijiAwila
Prod. de leche promedio (kg)	6.2	6.1	10.6	8.1	7.4

### Módulo Irma Belén

Etapa I					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
Nombre de animales	Rosa 2	Chilindrinita2	Martha	Chapare	Lixia
Prod. de leche promedio (kg)	8.26	7.98	8.91	9.90	7.90
Etapa II					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
Nombre de animales	Blanca	Chilindrina1	Nena	Rosa 1	Daniela
Prod. de leche promedio (kg)	9.0	8.6	7.0	11.7	8.2
Etapa III					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
Nombre de animales	Clara	Negra	Berta	Lucrecia	Chilindrina
Prod. de leche promedio (kg)	7.0	6.5	6.5	11.2	7.7

**Anexo 13. Datos de porcentaje grasa de las vacas del ensayo**

**MODULO DE QUENQUETARA**

Fecha de toma de muestra		18 de Octubre	18 de Diciembre	19 de Febrero
PRODUCTORES	Nombre del animal	% Grasa	% Grasa	% Grasa
1. Paulino Huanca	a. Virginia	3.0	3.3	3.5
	b. Mela	3.5	3.6	3.6
2. Lucio Monasterios	a. Mamacha	3.4	3.5	3.5
	b. Martha	3.0	3.2	3.8
	c. Daniela	3.2	3.4	3.5
3. Francisco Lipa	a. Laira	3.2	3.1	3.0
	b. Sabina	3.4	3.4	3.2
	c. Julia	3.0	3.5	3.6
4. Edwin Turpo	a. Virginia	3.3	3.5	3.5
	b. Rosa	3.2	3.6	3.0
5. Sergio Romero	a. Yola	3.7	3.5	3.9
	b. Lidia	3.0	3.5	3.8
6. Paulino Pajsi	a. .Petisa	3.5	3.2	3.4
	b. Vaca Grande	3.2	3.3	3.6
	c. Chiji Awila	3.0	3.0	3.4

**MODULO DE IRAMA BELEN**

Fecha de toma de muestra		18 de Octubre	18 de Diciembre	19 de Febrero
PRODUCTORES	Nombre del animal	% Grasa	% Grasa	% Grasa
1. Lidia Chachahuaina	c. Chilindrina	3.2	3.1	3.4
	b. Daniela	3.2	3.2	3.2
2. Rosa Catalina	a. Martha	3.0	3.0	3.8
	b. Nena	3.1	3.6	3.5
	c. Bertha	3.2	3.0	3.0
3. Benedicto Villca	a. Rosa	3.2	3.5	3,2
	b. Chapare	3.2	4.4	3.2
	c. Lucrecia	3.2	3.2	3.2
4.Mariano Villca	a. Blanca	3.1	3.5	3.6
	b. Rosa	3.4	3.1	3.1
	c. Clara	3.0	3.2	3.4
5.Antonio Chachahuaina	a. Chilindrina	3.5	3.2	3.4
	b. Chilindrinita	3.0	3.8	4.2
6. Dionisio Clares	a. Lixia	3.0	3.1	3.4
	b.Negra	3.0	3.0	3.5

**Anexo 14. Peso inicial, peso final y ganancia de peso vivo**

<b>Módulo Quenaquetara</b>					
<b>Etapa I</b>					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Mela	Vaca Grande	Rosa	Julia	Petisa
Peso Inicial	375	430	420	380	477
Peso Final	420	480	480	400	490
*GPV 180 días	0.30	0.33	0.40	0.13	0.09
<b>Etapa II</b>					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Virginia	Lidia	Martha	Laira	Virginia 2
Peso Inicial	415	360	420	450	440
Peso Final	450	400	480	500	470
GPV 180 días	0.23	0.27	0.40	0.33	0.20
<b>Etapa III</b>					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Sabina	Yola	Daniela	Mamacha	Chiji Awila
Peso Inicial	415	400	415	400	420
Peso Final	450	425	475	490	440
GPV 180 días	0.23	0.17	0.40	0.60	0.13
<b>Módulo Irama Belén</b>					
<b>Etapa I</b>					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Rosa 2	Chilindrinita2	Martha	Chapare	Lixia
Peso Inicial	400	440	380	410	380
Peso Final	420	470	418	435	452
GPV 180 días	0.13	0.20	0.25	0.17	0.48
<b>Etapa II</b>					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Blanca	Chilindrina1	Nena	Rosa 1	Daniela
Peso Inicial	420	450	350	400	400
Peso Final	450	490	370	450	420
GPV 180 días	0.20	0.27	0.13	0.33	0.13
<b>Etapa III</b>					
Suplemento	T1	T2	T3	T4	To
N. del Animal	Clara	Negra	Bertha	Lucrecia	Chilindrina
Peso Inicial	410	420	340	420	400
Peso Final	420	450	390	430	430
GPV 180 días	0.07	0.20	0.33	0.07	0.20

\* GPV= Ganancia de peso vivo

## Anexo 15. Costos de Producción e Ingresos en bolivianos

Conservación de Heno de Totora				Módulo de Quenaquetara					Módulo de Irama Belén				
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Bs	T1	T2	T3	T4	To	T6	T7	T8	T9	To
Cosecha	Jornal	2	10	20	20	20	20	x	20	20	20	20	x
Trasporte	Bote	2	15	30	30	30	30	x	30	30	30	30	x
Transporte	Camión	2	15	30	30	x	x	x	x	x	x	x	x
M.O. para transporte	jornal	2	10	20	20	20	20	x	20	20	20	20	x
M.O. para henificación	jornal	2	10	20	20	20	20		20	20	20	20	x
<b>Conservación de Heno de Llacho</b>													
Cosecha	Jornal	1	10	10	10	10	10						
Trasporte	Bote	1	15	15	15	15	15						
Transporte	Camión	1	15	15	15	x	x						
M.O. para transporte	jornal	1	10	10	10	10	10						
M.O. para henificación	jornal	1	10	10	10	10	10						
<b>Total/mes</b>			120	180	180	135	135	0	90	90	90	90	0
<b>Costo total por día</b>				12.0	12.0	9.0	9.0	0.0	6.0	6.0	6.0	6.0	0.0

T1-T2-T3-T4-T5= Módulo Quenaquetara

T6-T7-T8-T9-T10= Módulo Irama Belén

### Precio del producto

INGRESOS	T1	T2	T3	T4	To	T6	T7	T8	T9	To
Producción de leche/día	44.4	40.4	54.2	49.6	48.6	65.6	46.2	44.8	48.5	47.6
Cantidad Producida/30 días	1332.00	1212.00	1626.00	1488.00	1458.00	1968.00	1384.80	1344.60	1455.60	1428.00
Costo (Bs/kg)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
<b>Total Ingresos (Bs.)</b>	<b>1998</b>	<b>1818</b>	<b>2439</b>	<b>2232</b>	<b>2187</b>	<b>2952</b>	<b>2077.2</b>	<b>2016.9</b>	<b>2183.4</b>	<b>2142</b>

### Insumos

CONCEPTO	Unid.	Nº de veces	Cant.	Costo.Unit. Bs	Total Bs
Semilla de alfalfa	kg		5	18	90
Semilla de pastos	kg		1	20	20
Desparasitante	semovientes	2	8	7	112
Preparación de terreno y otros	jornal	2		100	200
<b>Total insumos</b>					<b>422</b>

Mano de Obra	180.0	180.0	135.0	135.0	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0
Insumos	422	422	422	422	422	422	422	422	422	422
Rendimiento	602.0	602.0	557.0	557.0	422.0	512.0	512.0	512.0	512.0	422.0
Ingresos	2 150.0	1 818.0	2 439.0	2 232.0	1500	2 952.0	2 077.2	2 016.9	2 183.4	1420
B/C	3.6	3.0	4.4	4.0	3.6	5.8	4.1	3.9	4.3	3.4

## Anexo 16. Tablas de Análisis de Varianza para las variables de respuesta

### Análisis de Varianza para la producción de leche total

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F	Significación
Modulo	1	27.02	27.02	6.90	0.0098	**
Sup(Mod.)	8	527.01	65.87	16.81	0.0001	**
Etapa	2	37.41	18.70	4.77	0.0100	**
Modulo*Etapa	2	15.02	7.51	1.92	0.1553	NS
Error	466	1826.40	3.91			
Total	479	2432.88				

CV = 24.46%

### Análisis de varianza para el Peso inicial

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F	Significación
Modulo	1	1293.63	1293.63	2.16	0.1610	NS
Sup(Mod.)	8	14840.40	1855.05	3.10	0.0431	*
Etapa	2	236.60	118.30	0.20	0.8227	NS
Modulo*Etapa	2	7.26	3.63	0.01	0.9940	NS
Error	16	9578.80	598.67			
Total	29	25956.70				

CV = 5.9 %

### Análisis de varianza de Peso Final

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F	Significación
Modulo	1	2000.83	2000.83	2.35	0.1449	NS
Sup(Mod.)	8	15752.66	1969.08	2.31	0.0258	*
Etapa	2	695.00	347.50	0.41	0.6717	NS
Modulo*Etapa	2	961.66	480.83	0.56	0.5795	NS
Error	16	13625.33	851.58			
Total	29	33035.50				

CV = 6.50 %

### Análisis de varianza de porcentaje de grasa

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F	Significación
Modulo	1	0.07	0.07	0.85	0.36	NS
Sup(Mod.)	8	0.72	0.09	1.03	0.42	NS
Etapa	2	0.25	0.12	1.47	0.24	NS
Modulo*Etapa	2	0.01	0.007	0.08	0.92	NS
Error	76	6.68	0.09			
Total	89	7.73				

CV = 9.00 %

**Anexo 17. Prueba de Duncan de pesos iniciales, para cada suplemento (kg)**

<b>Suplemento</b>	<b>Medias de pesos iniciales (kg)</b>	<b>Nivel de significancia</b>
3	445.7	A
5	436.7	A
7	418.3	A
4	410.0	B
6	410.0	B
9	410.0	B
1	401.7	B
2	396.7	B
10	393.3	B
8	356.7	C

1, 2, 3, 4 = Módulo de Quenaquetara

6, 7, 8, 9 = Módulo de Irama Belén

5, 10 = Testigos

**Anexo 18. Traslado del Llacho y Totora en botes**



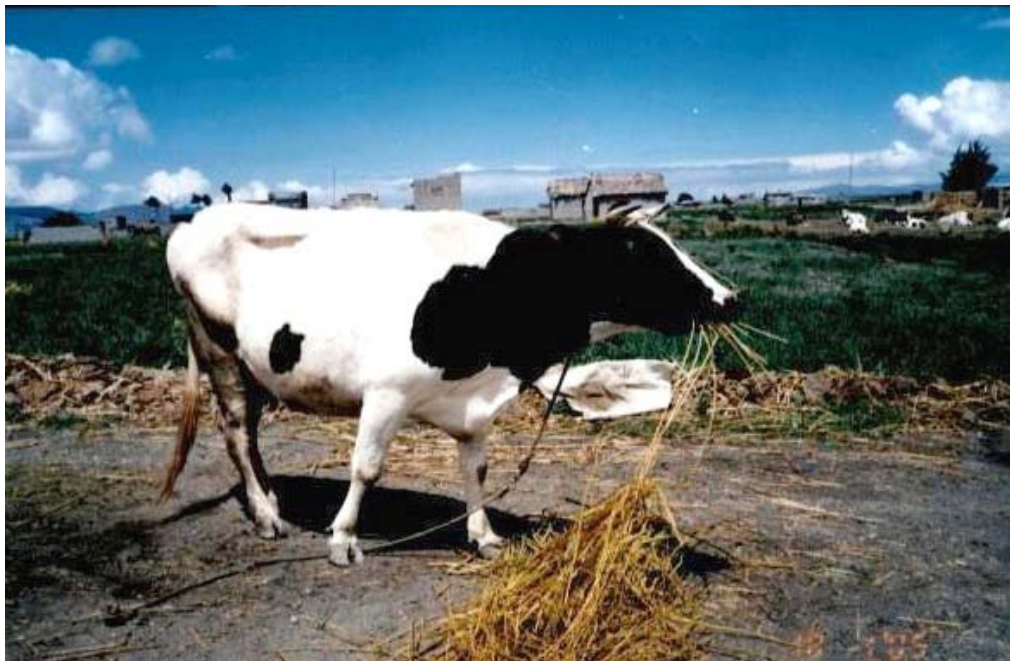
**Anexo 19. Traslado del Llacho y Totora en botes**



**Anexo 20. Almacenamiento de Llacho en heniles**

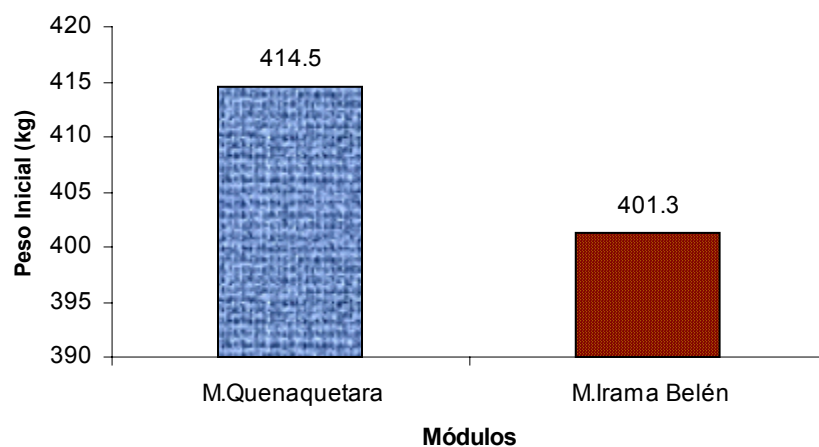


**Anexo 21. Vaca comiendo heno de Totorá**

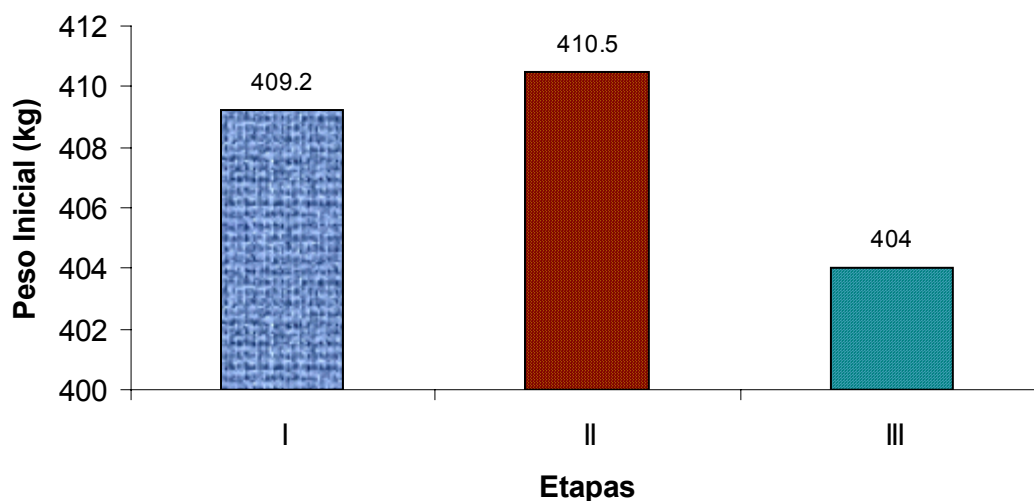




**Anexo 22. Prueba de Duncan medias de peso inicial para cada módulo (kg)**



**Anexo 23. Prueba de Duncan Peso Inicial en cada Etapa (kg)**



**Anexo 24. Pesos iniciales por etapas en cada módulo**

Módulos	Etapas	Medias de pesos iniciales (kg)	Significancia
1	I	416,4	B
1	II	417	A
1	III	410	C
2	I	402	C
2	II	404	C
2	III	398	C

Módulo 1 = Quenaquetara  
Módulo 2 = Irama Belén