

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECURIAS Y FORESTALES



CONSUMO DE MATERIA SECA EN UN PLANTEL LECHERO PASTORIL DE LA ZONA TEMPLADA
DE CHILE

Tesis presentada a la Facultad de
Ciencias Agropecuarias y
Forestales de la Universidad de la
Frontera como parte de los
requisitos para optar al título de
Ingeniero Agrónomo.

YOSELIN ANDREA GONZÁLEZ MARTINEZ
TEMUCO-CHILE
2014

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECURIAS Y FORESTALES**



**CONSUMO DE MATERIA SECA EN UN PLANTEL LECHERO PASTORIL DE LA ZONA TEMPLADA
DE CHILE.**

Tesis presentada a la Facultad de
Ciencias Agropecuarias y
Forestales de la Universidad de la
Frontera como parte de los
requisitos para optar al título de
Ingeniero Agrónomo.

**YOSELIN ANDREA GONZALEZ MARTINEZ
TEMUCO-CHILE
2014**

CONSUMO DE MATERIA SECA EN UN PLANTEL LECHERO PASTORIL DE LA ZONA
TEMPLADA DE CHILE.

PROFESOR GUIA:

SR. ROLANDO DEMANET FILIPPI.

Ingeniero Agrónomo.

Departamento de Producción
Agropecuaria.

Universidad de La Frontera.

PROFESOR ASESOR:

SR. HORACIO JULIO MIRANDA VARGAS.

Médico Veterinario.

Departamento de Producción
Agropecuaria.

Universidad de La Frontera.

CALIFICACION PROMEDIO TESIS:

*A mis padres,
quienes cambiaron su felicidad por
verme crecer, Marisol del Carmen
Martínez Vega y Guillermo Antonio
González Arellano porque sin su apoyo
no habría comenzado ni concluido este
camino.*

INDICE DE MATERIA.

CAPÍTULO	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1. Pastoreo en Producción Animal.	3
2.2. Pasturas como alimento.	3
2.3. Crecimiento de la pradera.	5
2.4. Altura de la pradera.	6
2.5. Estructura de la pradera.	7
2.6. Manejo de pastoreo.	8
2.7. Factores de la pradera que controlan el consumo.	10
2.8. Frecuencia e intensidad de pastoreo.	11
2.9. Disponibilidad de forraje.	12
2.10. Densidad del forraje.	13
2.11. Digestibilidad del forraje.	13
2.12. Carga animal.	14
2.13. Efecto del pastoreo sobre el crecimiento de la pastura.	15
2.14. Efecto del pastoreo en la composición botánica.	16
2.15. Pastoreo en franjas.	17
2.16. Métodos de estimación de disponibilidad de forrajes.	18
2.16.1. Métodos directos.	19
2.16.2. Métodos Indirectos.	19
2.16.3. Altura comprimida.	19
2.17. Suplementación.	20
2.18. Ensilaje como alimento en vacas lecheras.	20
2.19. Suplementación ensilaje de maíz.	22
2.20. Ácidos linoleicos conjugados (CLA).	22
2.21. Impacto ambiental.	23
3. MATERIALES Y METODOS.	25
3.1. Ubicación del ensayo.	25
3.2. Características edafoclimáticas.	25

3.3.	Periodo de evaluación.	26
3.4.	Tipo de Animales.	28
3.5.	Pasturas.	28
3.6.	Suplementación de grano.	28
3.7.	Forraje suplementario.	28
3.8.	Ensilaje de pastura.	29
3.9.	Maíz Grano húmedo.	29
3.10.	Agua.	29
3.11.	Secuencia de pastoreo.	29
3.12.	Diseño de la investigación.	29
3.13.	Evaluaciones.	29
3.13.1.	Mediciones de la pastura.	29
3.13.2.	Consumo de materia seca aparente de pastura.	30
3.13.3.	Consumo de materia seca aparente de otros alimentos.	31
3.13.4.	Aporte de la pastura en pastoreo al consumo diario.	31
3.14.	Producción de leche.	31
3.15.	Análisis de la información.	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	32
4.1.	Evolución del Sistema Productivo.	32
4.1.1.	Contenido de Nutrientes en el Suelo.	32
4.1.2.	Producción de Leche.	38
4.2.	Caracterización del Sistema Productivo Periodo 2012 – 2013.	48
4.2.1.	Condiciones de clima.	48
4.2.2.	Pasturas.	48
4.2.3.	<i>Brassica rapa subsp. Rapa.</i>	56
4.2.3.	Composición de la dieta.	59
4.2.4.	Producción de Leche.	63
4.2.5.	Consumo.	66
5.	CONCLUSIONES.	74
6.	RESUMEN.	75
7.	SUMMARY.	77
8.	LITERATURA CITADA.	79
9.	ANEXOS.	83

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA		PÁGINA
1	Curva de crecimiento y acumulación de carbohidratos de una pastura permanente de la zona templada. (Sandles, 2000).	7
2	Plano de ubicación del predio Maquehue. Región de La Araucanía.	25
3	Evolución en el nivel de pH promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 2002 - 2013.	33
4	Evolución del porcentaje de saturación de aluminio promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.	34
5	Evolución en el contenido de fósforo del suelo (mg/kg), promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 – 2013.	35
6	Evolución en el nivel de suma de bases del suelo (cmol+/kg), promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.	36
7	Evolución en el contenido de azufre del suelo (mg/kg), promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.	37
8	Evolución en el número de vacas y producción de leche anual. Estación Experimental Maquehue. Temuco.	41
9	Evolución mensual del contenido de grasa (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	42
10	Evolución mensual del contenido de proteína (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	43

11	Evolución mensual del contenido de sólidos totales (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	44
12	Evolución mensual del contenido de urea en la leche (mg/litro. Periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	45
13	Evolución mensual del contenido de células somáticas en la leche (CS/lts) Comercializada durante el periodo 2005 – 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	46
14	Evolución promedio anual de parámetros de calidad. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2005 – 2013.	47
15	Temperatura promedio mensual y anual periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	50
16	Precipitación promedio mensual (mm). Periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	51
17	Composición botánica promedio de pasturas distribuidas en el área lechera del predio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	53
18	Curva de producción de pasturas distribuidas en el área lechera del predio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	54
19	Distribución estacional de la producción (kg MS/ha) y contribución porcentual, de ballica anual cv Adrenalina. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	55
20	Contribución porcentual base materia seca de las especies constituyentes de la pastura de rotación corte, Avena + Ballica Anual. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	55

21	Disponibilidad de <i>Brassica rapa subsp rapa</i> expresado en kilos de materia seca por vaca día y aporte porcentual de hojas y bulbos, en base materia seca. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	57
22	Porcentaje de aporte de hojas y bulbos a la producción de materia seca de Nabo Forrajero. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	58
23	Participación porcentual de consumo por estación. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	60
24	Participación porcentual de consumo de pradera más suplementos pastoreables (pasturas) por estación. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	61
25	Aporte porcentual de los componentes a la dieta total de las vacas lecheras. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	62
26	Participación porcentual de consumo de forrajes internos e importados Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	63
27	Producción láctea promedio mensual Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	64
28	Variación mensual de la producción de leche y número de vacas. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	65
29	Consumo total de alimentos (Kg MS/Animal) y producción de leche (L/Animal) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	66
30	Relación entre el consumo total (Kg MS/Animal) y producción de leche (L/Animal) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	67

31	Consumo total de pradera (Kg MS/Animal) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	68
32	Relación entre el consumo de la pradera (Kg MS/Animal) respecto a la producción de leche (l/Animal) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	68
33	Consumo mezcla avena más ballica Anual. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	69
34	Consumo de avena más ballica respecto a la producción de leche. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	70
35	Consumo nabo. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	71
36	Consumo nabo respecto a la producción de leche. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	71
37	Consumo de ensilaje. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	72
38	Consumo de ensilaje respecto a la producción de leche. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	73

INDICE DE CUADROS.

CUADROS		PÁGINA
1	Precipitación (mm) promedio de diferentes meses. Registro histórico año 2001/2013 y registro promedio 2012/20013.	27
2	Temperatura (°C) promedio de los diferentes meses. Registro histórico año 2001/2013 y registro promedio 2012/2013.	27
3	Superficie de potreros área de pastoreo. Predio Maquehue, temporada 2012 – 2013.	28
4	Evolución en el nivel de pH del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 2002 - 2013.	33
5	Evolución del porcentaje de saturación de aluminio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.	34
6	Evolución en el contenido de fósforo del suelo (mg/kg), de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 2002 - 2013.	35
7	Evolución en el nivel de suma de bases del suelo (cmol+/kg), de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.	36
8	Evolución en el contenido de azufre del suelo (mg/kg), de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.	37
9	Evolución en el número de vacas y producción de leche anual. Estación Experimental Maquehue. Temuco.	41
10	Contenido de grasa (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	42

11	Contenido de proteína (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	43
12	Contenido de sólidos totales en la leche (%) comercializada durante el periodo 2005 - 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	44
13	Contenido de Urea en la Leche (mg/litro). Comercializada durante el periodo 2005 - 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	45
14	Contenido de células somáticas en la leche (CS/litro) Comercializada durante el periodo 2005 – 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	46
15	Temperatura promedio mensual y anual periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	50
16	Precipitación mensual y anual (mm). Periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.	51
17	Superficie de pasturas Predio Maquehue (ha). Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	52
18	Composición botánica promedio de pasturas distribuidas en el área lechera de estudio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	52
19	Producción mensual de materia seca (Ton MS/ha) de tres condiciones de pasturas distribuidas en el área lechera del predio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	53
20	Aporte a la producción por estación (kg MS/ha) y contribución porcentual, de ballica anual cv Adrenalina. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	54

21	Disponibilidad de <i>Brassica rapa subsp rapa</i> expresado en kilos de materia seca por vaca día y aporte porcentual de hojas y bulbos, en base materia seca. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013.	56
22	Rendimiento de Nabo forrajero y aporte porcentual de hojas y bulbos al total de materia seca. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	58
23	Participación porcentual de los componentes de la dieta. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	59
24	Participación porcentual de consumo de pradera más suplementos pastoreables por estación. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	60
25	Participación porcentual de consumo de forrajes internos e importados Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	62
26	Producción láctea promedio mensual Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.	64

1.- INTRODUCCIÓN.

La zona templada de Chile, presenta características edafoclimáticas adecuadas para establecer sistemas pastoriles de producción de leche. En esta zona se produce más del 80% de la leche del país, en sistemas productivos diversos, con partos estacionales, bi estacionales y durante todo el año.

En el mundo existen dos tendencias claras de producción de leche. El estacional que presenta partos sólo en primavera identificado con Nueva Zelanda, donde en un rebaño de aproximadamente 4,8 millones de vacas, produce en el periodo agosto – mayo, más de 19.000 millones de litros de leche. Este sistema netamente pastoril, ha sido capaz de soportar altas cargas animales con baja suplementación adicional. En contraposición se encuentra el sistema denominado americano, donde las vacas paren durante todo el año y su alimentación se basa en granos y forrajes conservados. Habitualmente este sistema considera la estabulación total o parcial del rebaño.

Considerando las condiciones ecológicas, sociales y económicas de la región templada, donde existe una alta diversidad de sistemas productivos y cuyo componente étnico pasa a formar parte del paisaje cultural, es necesario definir una estructura de producción de leche que tenga como base en la alimentación de los animales, el forraje producido por praderas y pasturas y donde los animales consuman este alimento en forma directa en el potrero.

Para definir un sistema pastoril es necesario considerar que del total de la alimentación recibida por animales, al menos el 50% debe provenir del pastoreo. Sin duda que esta definición se correlaciona de mejor forma con un sistema estacional, pero sin embargo, es factible llegar a estos niveles de consumo de forraje en algunos sistemas bi estacionales, donde en algunos periodos del año se sacrifica la producción de leche en beneficio de la mantención de un sistema de bajo costo de producción.

El ingreso marginal que genera el consumo de suplementos de alta concentración de nutrientes, no siempre está correlacionado con una disminución de los costos de producción de leche, sin embargo, es de fácil determinación su uso, costo y resultado, situación que en sistemas pastoriles, es de difícil medición, dado que se desconoce el consumo real por vaca y rebaño y más aún se desconoce la concentración de nutrientes del forraje consumido. Predecir el consumo y la calidad del alimento otorgado por la pastura es difícil más aún si se considera que el crecimiento del pasto durante el año es heterogéneo y depende de diversos factores, tales como: clima, nutrición, manejo entre otros.

La medición del consumo diario de un rebaño y los componentes de la dieta de un sistema pastoril, nos permitirá tener una respuesta más acertada del cambio productivo individual y del rebaño generando con ello una herramienta de trabajo básica para el desarrollo de un sistema pastoril efectivo y eficiente.

Se plantea como hipótesis que la determinación del consumo de materia seca diario y los componentes de la dieta, permiten definir el nivel de inclusión efectivo de las pasturas en un sistema de producción de leche.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el consumo de materia seca de las vacas de un plantel lechero de la zona templada de Chile.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- ✓ Medir el consumo mensual de pradera y componentes de la dieta de un rebaño en la zona templada de Chile.
- ✓ Determinar el porcentaje de aporte de la pradera en base a materia seca de la dieta de vacas en producción de leche de un rebaño pastoril de la zona templada de Chile.

2.-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Pastoreo en Producción Animal.

Diversos estudios han intentado definir las normas que rigen los sistemas pastoriles. En la década de los ochenta la ecología del pastoreo introdujo el concepto de jerarquía en diferentes escalas espaciales y temporales. Desde entonces, el comportamiento de pastoreo se ha investigado dentro de la jerarquía de alimentación de los grandes herbívoros, por tanto, la conducta de pastoreo y producción, se relaciona en función de tres normas: planificación, funcionamiento y reglas de adaptación. Estas normas están claramente establecidas e identificadas, es decir, las normas de planificación se refieren al grado de concentración del ganado; normas de funcionamiento son referidas a la defoliación, y las normas de adaptación varían con las situaciones regionales en cada caso (Hafez *et al.*, 1969).

El papel del pastoreo se centra ahora en el campo de la diversidad y el bienestar animal, se ha considerado que el pastoreo tiene un efecto positivo, ya que pueden mostrar un patrón de comportamiento natural, aunque la exposición al clima severo y vegetación pobre puede tener efectos negativos en los animales, es por esta razón que los efectos del pastoreo deben ser estudiados científicamente, basados en ecología, neurofisiología y psicología de pastoreo (Duru, 2000).

2.2. Pasturas como alimento.

El uso de pasturas para vacas lecheras como sistema de alimentación de bajo costo en forraje, es la fuente más barata de nutrientes (Bargo *et.al*, 2003). Aunque aumentar el tamaño del rebaño es una opción común, muchos pequeños productores en los Estados Unidos han comenzado a utilizar los sistemas intensivos de rotación para reducir los insumos (Parker *et. al.*1992; Fikeet. *al.* 2003). En Hokkaido, Japón, también se han implementado este tipo de sistemas de pastoreo intensivo (Hanada 1995; Ishida *et. al.*,

1995).

Los crecientes costos de la tierra y el agua, la volatilidad de los precios internacionales de la leche y el aumento de costos de los cereales han incentivado a los productores de leche en Australia para buscar estrategias que mejoran la productividad y rentabilidad (Thorrold y Doyle, 2007).

En el pasado, los agricultores han logrado conseguir un aumento de la productividad por el aumento del tamaño de su rebaño (Sinnott y Malcolm, 2006; ABARE, 2008) .Sin embargo, el aumento de los costos y la reducción de la disponibilidad de tierras aptas para la producción lechera ha provocado que esta opción sea a menudo limitada o inexistente. Por lo tanto, los agricultores deben aumentar la producción de leche por unidad de superficie, aumentando la producción por vaca o el número de vacas por hectárea, (García y Fulkerson, 2005, dado que las praderas son la fuente más barata de alimentación en estos sistemas (Fulkerson y Doyle, 2001; Doyle *et al*, 2004).

La pradera consumida en pastoreo directo es el principal recurso alimenticio del ganado en la zona sur de Chile y cuando es utilizada correctamente presenta un menor costo. Parga (2003), señala que el pastoreo representa entre el 50 a 75% del consumo anual de materia seca en la mayoría de los casos, con fracciones de 1/3 y de 1/8 del costo de los forrajes conservados y concentrados, respectivamente.

Según Ponce (2001), en los sistemas productivos de leche en el sur de Chile, los mayores costos recaen en la alimentación (27,6%), mano de obra (18,5%) y fertilización (13,5%), resultando la alimentación uno de los factores que el productor puede intervenir y que hacen disminuir los costos de producción y rentabilidad, situación que está directamente relacionada con la participación de la pradera que a su vez está asociado a la forma y eficiencia de utilización de este recurso. En este sentido Ruiz (1996), coincide con lo señalado anteriormente, afirmando que la gran ventaja que representa un sistema productivo basado en pradera radica en el bajo costo que posee si se le compara con otras fuentes de alimentación como

concentrados.

Holmes (1989), indica que la producción de leche exclusivamente a pastoreo presenta una gran variabilidad, ya que depende de la calidad, disponibilidad de la pradera y del potencial productivo de los animales que cambia constantemente a lo largo del año. En base a esto, Muller (1999), determina que el cambio en la composición botánica y la estacionalidad presentes en las praderas de tipo permanente, generan que sea difícil satisfacer las necesidades nutricionales de las vacas lecheras de alta producción solo con pastoreo, porque ellas requieren dietas balanceadas para satisfacer sus requerimientos diarios.

Al respecto Klein (2003), apunta que el objetivo de un sistema de producción de leche basado en pastoreo debe ser optimizar la producción de materia seca de las praderas, utilizar el forraje disponible con una máxima eficiencia, sin descuidar paralelamente la productividad de las vacas a través de una adecuada suplementación.

Para Balocchi y Ponce (2001), el rendimiento de los animales en pastoreo depende principalmente de la cantidad y calidad del forraje que logran consumir, lo que finalmente determina la ingesta de nutrientes necesarios para un adecuado consumo.

2.3. Crecimiento de la pradera.

Dentro de las características de las plantas forrajeras destaca la capacidad de iniciar un nuevo crecimiento o rebrote después del pastoreo (Romero, 1996). El modelo demostrado por el crecimiento del rebrote refleja una curva sigmoidea con respecto al tiempo (Brougman, 1956), en el cual se pueden distinguir tres fases, la fase I correspondiente a un crecimiento lento después del pastoreo, fase II presenta un crecimiento rápido y la fase III presenta un crecimiento lento debido básicamente al sombreadamiento presentado por las plantas y la cantidad de material muerto.

Si bien la curva representa el crecimiento clásico de una pradera luego de su

utilización en las plantas forrajeras, la morfogénesis o dinámica de generación y expansión de las estructuras de las plantas, determinarán la regeneración del área foliar, que en si constituye la vía más rápida para recuperar la capacidad de sintetizar fotoasimilados, y lograr un rebrote vigoroso (Chapman y Lemaire, 1993). El momento o frecuencia de utilización y la intensidad de pastoreo incluyen directamente en los procesos de crecimiento y pérdida de hojas, determinando en gran medida la producción neta de la pradera (Parson, 1988).

2.4. Altura de la pradera.

La altura de la pradera es un concepto importante a la hora de tomar decisiones para el desarrollo de mejores sistemas de pastoreo en vacas lecheras de alto rendimiento y maximizar el consumo, las vacas pueden no ser obligadas a utilizar forraje en la misma medida como lo hacen los sistemas actuales de pastoreo rotacional, es decir, pastoreo entre 60 y 80 mm residual dependiendo de la época del año, por lo tanto, una gran cantidad de forraje se mantendrá en post pastoreo en los potreros. Se supone que a menos que se elimine este residuo, el valor nutritivo disminuirá y la composición botánica se deteriorará en un grado tal, que el rendimiento de la vaca se verá afectado al final de la temporada (Stakelum, 1996). Por lo tanto, para maximizar la ingesta de pradera en vacas lecheras de pastoreo en alto rendimiento bajo un sistema sostenible, el forraje residual tendrá que ser eliminado o bien utilizar variedades cultivadas que persisten y no deterioran su valor nutritivo.

Uno de los factores determinantes básicos de la ingesta diaria de forraje es la cantidad de materia seca consumida por mordedura, y se señala que un bajo consumo de forraje se ha identificado como un factor importante que limita la producción de leche en pradera, especialmente en relación con el manejo de las vacas de alto rendimiento (Mayne y Gordon, 1995; McGilloway y Mayne, 1996).

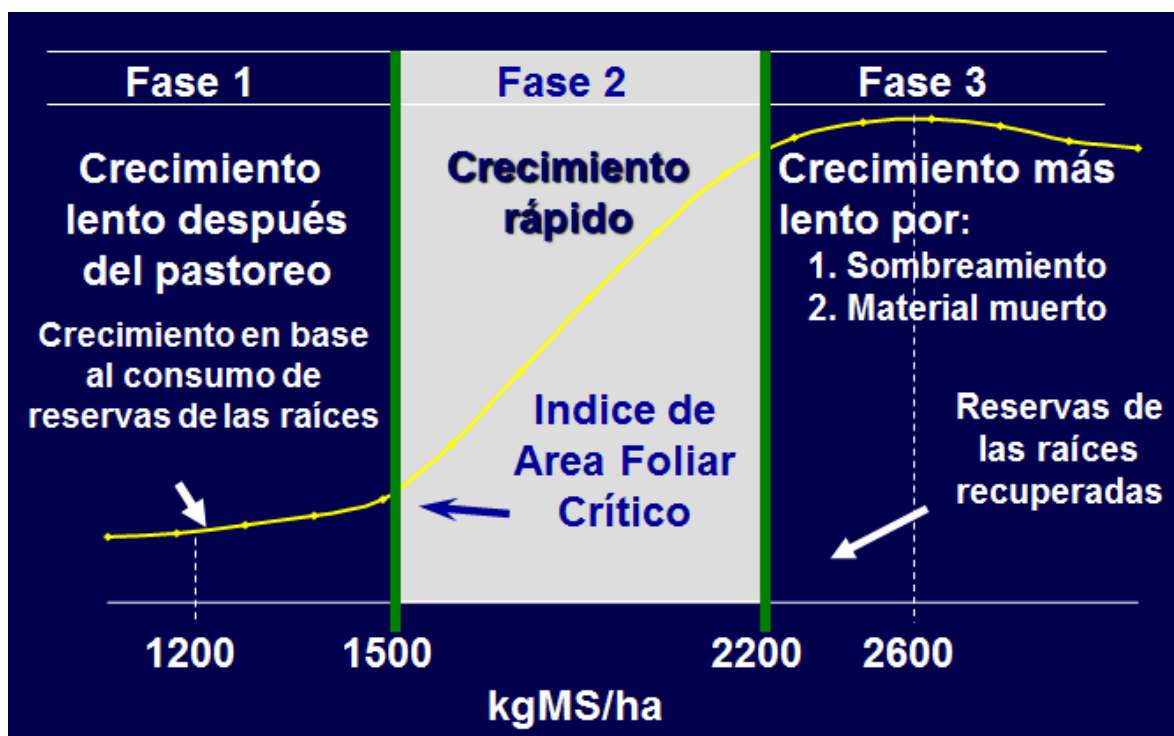


Figura 1: Curva de crecimiento y acumulación de carbohidratos de una pastura permanente de la zona templada. (Sandles, 2000).

El efecto en la altura de la superficie de césped en la conducta de pastoreo, puede influir significativamente en la velocidad de consumo, pero una estrategia eficaz de la vaca para compensar cualquier reducción en la tasa de admisión es aumentar el tiempo de pastoreo, aunque esto puede ser limitado por las necesidades de rumia del animal, influenciado por aspectos cuantitativos y cualitativos del forraje ingerido. (Murphy y Kennedy, 1993).

2.5. Estructura de la pradera.

La estructura de la pradera está determinada tanto por la altura como por la densidad y representa una importante herramienta para el incremento de la tasa de consumo de forraje (Griffiths *et al*, 2003).

La altura de la pradera influye sobre el comportamiento de los animales en pastoreo, principalmente sobre el consumo de forraje (disponibilidad). En este sentido algunos

autores señalan que la altura es un parámetro muy práctico a la hora de tomar decisiones sobre el manejo del pastoreo. Cuando la altura de la pradera se incrementa, aumenta el consumo y también la producción por animal. Sin embargo, cuando la altura pasa un cierto nivel la productividad animal decrece, debido a un efecto indirecto de reducción en la calidad del forraje (Balocchi 2004).

Otro parámetro relacionado con la estructura es la densidad y tiene relación con el número de plantas y sus respectivos macollos por unidad de superficies. La densidad ejerce un importante efecto en el tamaño de bocado y por tanto en el consumo de forraje. En relación al consumo de forraje, (MacKenzie, 2006), señaló que la disminución de la densidad en la pradera produce una sobresuplementación o reducción en la carga animal con el objetivo de mantener la producción de leche por vaca. El mismo autor señala también, que una baja densidad y baja persistencia de las especies sembradas tendrá un efecto directo en la cantidad y valor nutritivo de la pradera, lo cual en definitiva afecta el consumo de forraje.

Según (Beltrán *et al*, 2005), al momento de pastorear, los factores relacionados con las características estructurales de la pradera suelen tomarse poco en cuenta. En este sentido, el manejo del pastoreo y su impacto sobre la estructura y dinámica de las pasturas, deben analizarse dentro de un marco en el cual el proceso de defoliación se relacione con las características morfogénicas que determinan la capacidad de las plantas para rebrotar. A su vez estas características están íntimamente ligadas a su adaptación al pastoreo. Por un lado, determinan la regeneración del área foliar, que en sí constituye la vía más rápida para recuperar la capacidad de sintetizar fotoasimilados y por otro lado, definen la cantidad de yemas que potencialmente se pueden desarrollar en macollos (Saroff *et al*, 2003).

2.6. Manejo de pastoreo.

Una gestión eficiente de los sistemas de producción de animales basados en pasturas es utilizando un pastoreo intermitente (también conocida como pastoreo de rotación), requiere la eliminación de suficiente masa de hojas en cada evento de pastoreo para

alimentar a los animales con forraje de una calidad adecuada, dejando suficiente masa de hojas después del pastoreo que permitirá maximizar las tasas de rebrote de la pastura (Parsons y Chapman, 2000).

Las variables de gestión críticas para un adecuado control del pastoreo durante la regeneración son, la masa / área foliar residual tras pastoreo (Parsons y Chapman, 2000). Existen interacciones importantes entre estos dos factores que deben ser entendidos y manejados para maximizar la eficiencia de cosecha de pradera (Parsons *et al.*, 1988).

Los sistemas lecheros basados en pasturas son capaces de generar alto rendimiento de leche por hectárea a bajo costo. Una cuestión clave, sin embargo, es la falta de control sobre la calidad del alimento y de la disponibilidad durante todo el año las que generan complicaciones (Dillon *et al.*, 2005). El manejo del pastoreo, junto con las variaciones estacionales en la tasa de crecimiento del forraje, puede resultar en una disminución de los niveles de masa de forraje pre-pastoreo, estas variaciones afectan principalmente el comportamiento en la alimentación a corto plazo y la tasa de ingesta de forraje será penalizado con la disminución en el consumo como consecuencia de una fuerte reducción de la masa mordedura (Laca *et al.*, 1994; Ungar, 1996). Es por este motivo que una altura de estimación intermedia en 2-3 cm debería ser un mejor anunciador de la disponibilidad de forraje. (Delagarde *et al.*, 2011)

La regla de las tres hojas es la más rígida y se encuentra respaldada por referencia a la primera hoja producida después del pastoreo que aporta el 10% de la biomasa total de pastos presentes en el momento del pastoreo, la siguiente hoja contribuye en un 30% y la tercera hoja con un 60% de la biomasa total. Fulkerson y Donaghy (2001) y Macdonald *et al.* (2010), señalaban que pastorear en praderas de *Lolium perenne* L. de 2 a 3 hojas nuevas, producirá macollos desde el pastoreo anterior proporcionando un buen equilibrio entre la acumulación de pastos de forraje, su utilización y la calidad en los sistemas de producción de leche. Una condición fundamental es que los pastos deben tener una masa residual alrededor de 1.500 kg MS/Ha. Si se cumple esta condición, las plantas de *Lolium perenne* L. se adaptan, por lo que no hay retraso mínimo en la tasa de acumulación de

forraje durante las primeras etapas de rebrote.

El objetivo de un adecuado manejo de pastoreo es favorecer un alto rendimiento y calidad de la pradera, utilizar una alta proporción del forraje producido y al mismo tiempo lograr un alto consumo de nutrientes por animal. En general, estos dos últimos objetivos son antagónicos, por lo que un método de pastoreo eficiente debe plantear un compromiso entre consumo y eficiencia de utilización (Balocchi, 2004).

2.7. Factores de la pradera que controlan el consumo.

El consumo voluntario de forraje de un animal en pastoreo está fuertemente influenciado por la disponibilidad ofrecida, su distribución espacial (estructura) y su digestibilidad. Todos estos factores pueden ser ampliamente manipulados a través del manejo del pastoreo (Balocchi, 2004).

En este sentido Parga (2005), señala que el rendimiento de los animales en pastoreo depende principalmente de la cantidad (disponibilidad) y de la calidad del forraje que logra consumir, lo que finalmente determina la ingestión de nutrientes.

Es conocido que los cambios de altura de la pradera y masa de forraje podrían influir en el contenido de nutrientes, la producción y la ingesta de forraje durante la temporada de pastoreo. Yayota *et al.*, (2002) reportaron que la diferencia en la altura de la pradera pre pastoreo, se ajusta cambiando la longitud de rotación, en vacas lecheras bajo pastoreo rotativo manteniendo la misma carga animal, afecta en gran medida la composición química del forraje, y la baja altura de la hierba aumenta el valor nutritivo de esta y además, incrementaría la ingesta de nutrientes o su utilización. Por otro lado, dentro de praderas de manejo intensivo, la capa basal de la vaina que contiene la hoja de césped y material muerto aumenta progresivamente con la altura de la superficie de la pradera (Hodgson, 1990). Se encontró que esta capa inhibe y limita la profundidad de pastoreo (Barthram, 1981), y por lo tanto puede conducir a una disminución en la ingesta de forraje.

2.8. Frecuencia e intensidad de pastoreo.

El pastoreo impacta a las plantas individuales en tres maneras; a través de la intensidad, la frecuencia, y la oportunidad para la recuperación (Pavlu, 2004). En este sentido, (Beltrán *et al*, 2005) señalaron que para una producción pecuaria eficiente es importante comprender el efecto de la frecuencia e intensidad de la defoliación, en el rendimiento, composición botánica y persistencia de las pasturas.

La frecuencia en una pastura, regula el número de veces que una planta es desfoliada por los animales. A medida que la frecuencia se aumenta, el impacto sobre la planta también aumenta (McKenzie, 2006). Cuando la frecuencia de pastoreo es excesiva, hay un efecto negativo en las plantas, haciéndolas menos vigorosas y con una menor capacidad de almacenar energía. Esto conlleva a que la base de los macollos no logre almacenar un nivel de reservas adecuado para restaurar las hojas consumidas en el pastoreo. La combinación de la reducción de la producción de hidratos de carbono y la falta de crecimiento de las raíces, debilitará la planta en el futuro al punto tal que no podrá competir con las plantas vecinas, esto se traducirá a que las plantas de menor calidad forrajera junto con la invasión de malezas se hagan presentes en la pastura.

La longitud de rotación de pastoreo controla la frecuencia en la cual se realiza la defoliación. Aunque no hay rezagos ideales en rotación, estos deben ser suficientemente largos para permitir que las plantas alcancen sus índices de crecimiento y acumulación de carbohidratos máximos. Pero no tan largo, puesto que, el forraje aumenta demasiado su altura y aumenta la acumulación de material senescente, reduciendo por tanto, la calidad y aumentando el rechazo por parte de los animales. (Emmick y Fox, 2003).

La intensidad de pastoreo se refiere a la severidad con que es utilizada una pradera. (Vallentine, 2001), la intensidad de pastoreo puede controlarse a través de la altura del residuo o de la cantidad de fitomasa post-pastoreo, es decir, indica cuánto pastorear una franja o potrero y regula simultáneamente el consumo realizado por los animales y la eficiencia de utilización de la pradera (Parga, 2003). Afecta también la cantidad de hojas

residuales útiles para el rebrote o el área foliar remanente, y por ende, la velocidad del rebrote (Parga *et al*, 2007).

En la medida que el pastoreo es menos intenso o severo, aumenta el consumo de forraje por animal, pero simultáneamente se incrementa la cantidad de pradera rechazada o residuo, disminuyendo así la eficiencia de utilización de la pradera y la calidad de los rebrotes subsiguientes. En el otro extremo, pastoreos muy intensos reducen severamente el consumo y el rendimiento individual de los animales. Además, dejan un residuo de pradera muy escaso que es insuficiente para sostener un rebrote vigoroso (Parga y Teuber, 2006; Parga, 2003).

En primavera y otoño, en el caso de vacas lecheras en lactancia la mejor combinación entre rendimiento individual y rendimiento por hectárea se logra restringiendo ligeramente la oferta diaria de pradera por animal, de manera de evitar residuos excesivos. Esto significa dejar alturas post-pastoreos entre cinco y siete cm, equivalente a 1400 a 1600 Kg MS/ha aproximadamente, si se baja de esta altura el tamaño de mordisco disminuye considerablemente, además del consumo y producción de leche (Dumont, 2001).

2.9. Disponibilidad de forraje.

Al conocer la disponibilidad de forraje de la pradera se pueden tomar mejores decisiones con respecto al manejo tanto de la pradera como de los animales, ya que es posible cuantificar y evaluar las variables que influyen directamente en el proceso de pastoreo (Canseco *et al*, 2007). La disponibilidad de forraje se expresa en kilos o toneladas de materia seca por hectárea, también se puede expresar por animal (Kg de MS/animal), y se refiere a la cantidad de fitomasa ofrecida a los animales en pastoreo, correspondiente al material vegetal que existe sobre el nivel del suelo.

La biomasa vegetal es muy dinámica, cambiando permanentemente en función del crecimiento de las especies, senescencia de estas y el consumo por parte de los animales. Es por esto que, la estimación de la disponibilidad solo es válida para el momento en que

se determina (Canseco *et al*, 2007).

Esta puede medirse a través de métodos directos e indirectos. En los métodos directos la evaluación por corte requiere tomar una muestra de la fitomasa presente antes del pastoreo, para su posterior análisis en laboratorio, procedimiento más exacto y objetivo, pero tiene la desventaja de requerir de mayor tiempo tanto en terreno como en laboratorio. Los métodos indirectos no son destructivos, requieren de menor tiempo y se basan en la relación de atributos vegetativos (altura, densidad) respecto al forraje disponible (Canseco *et al*, 2007).

2.10. Densidad del forraje.

La densidad de una pradera se expresa como Kg de MS/ha/cm. En general esta característica de la pradera ejerce un importante efecto en el tamaño de bocado y por lo tanto en el consumo. El tamaño de bocado tiende a disminuir cuando la densidad del forraje en el horizonte superior de pastoreo cae bajo 25 kg de MS/ha/cm (Hodgson, 1982).

Una alta densidad de hojas en los horizontes o estratos superiores de la pradera es clave para que el animal obtenga bocados pesados. La densidad de los horizontes pastoreados suele aumentar conjuntamente con la población de macollos por unidad de superficie (Teuber *et al*, 2007).

2.11. Digestibilidad del forraje.

Se entiende por digestibilidad de un alimento o de algunos sus componentes, a la proporción que es absorbida en el tracto digestivo del animal, y por tanto no es excretada en las heces (Canseco *et al*, 2007). El mismo autor señala, que la digestibilidad es el factor nutricional más importante que afecta el consumo de forraje que estará regulado directamente por la digestibilidad del mismo.

La digestibilidad del forraje puede variar de 85 a 55 % dependiendo de múltiples factores, pero los más importantes se asocian al estado de madurez de las plantas (Teuber *et al*, 2007).

Los constituyentes del forraje se clasifican en:

- Contenido celular; totalmente digestible.
- Pared celular (celulosa, lignina y sílice entre otros).

La digestibilidad del forraje ofrecido a los animales es distinta en cada estación del año. Esto se debe principalmente a los cambios que se producen en la estructura y composición del forraje, relacionados con el estado fisiológicos de las plantas, o sea de su madurez. Estos cambios estacionales se relacionan en general con la digestibilidad, siendo mayor en primavera que en otras épocas del año (Smit *et al*, 2005).

Por lo tanto un mejoramiento en la digestibilidad del forraje produce un doble efecto positivo en el animal, produciendo un aumento en la concentración de nutrientes en la dieta y al mismo tiempo un aumento en la cantidad consumida (Balocchi, 2001).

2.12. Carga animal.

Es definida como la relación que existe entre la cantidad de animales y la superficie. Se expresa como el número de animales por hectárea o unidad de superficie. Sin duda, el ajuste de la carga animal es la primera decisión de manejo que debe tomar el productor en función de sus recursos alimenticios, dado que condiciona la demanda de materia seca por hectárea. La carga animal, por lo tanto, influye sobre la eficiencia de utilización de la pradera (San Miguel, 2003).

En cada explotación existe un nivel óptimo de carga que permite obtener las producciones máximas compatibles con la duración de la pradera, pero la determinación de ese óptimo se debe realizar en función de las necesidades a lo largo del año, para asegurar que la cantidad de forraje ofrecida por día a los animales sea adecuada a sus necesidades (Muslera y Ratera 1991). Quienes estiman que un aumento de carga animal por hectárea reduce la cantidad de forraje disponible por animal, afectando su rendimiento individual, pero esto suele ser más que compensado por un incremento de la producción por unidad de superficie, debido a la mayor población de ganado. Además mejora la utilización de la

pradera ofrecida (Muslera y Ratera, 1991).

Aumentar la carga animal efectiva en primavera con el fin de mantener un pastoreo semi-intensivo con residuos de 1500 Kg/ha es recomendado. Aunque puede limitar el rendimiento individual por vaca durante la primavera misma, pero permitirá controlar el encañado y aumentar la disponibilidad de hojas en el verano y otoño siguientes, mejorando el consumo y la producción de leche de las vacas (Parga, 2003).

Considerando las diferentes condiciones de la pradera y niveles de suplementación entre predios y, por otra parte, las diferencias en los requerimientos de alimento entre vacas de distinto tamaño y nivel productivo, se ha propuesto expresar la carga animal como kg de peso vivo (PV) por tonelada de alimento (base MS) disponible en el predio. (Penno, 2001) sugiere que cargas entre 80 a 90 kg de PV/ton de MS permitirían combinar altas producciones por vaca y por hectárea. Cargas mayores inducirían a restricciones alimenticias y pérdidas de producción por vaca, suficientes para anular cualquier beneficio derivado del aumento de la eficiencia de utilización de la pradera. Expresada de esta forma la carga puede ser modificada variando el número de vacas o cantidad de suplemento utilizado cada año.

A pesar de que la regulación de la carga animal constituye una herramienta práctica para la planificación y regulación del pastoreo en el mediano y largo plazo, su rigidez no permite el ajuste cotidiano, necesario para un óptimo manejo del pastoreo. Este puede realizarse en forma efectiva a través del control de la oferta diaria de forraje por animal y/o de las alturas o biomásas post y pre-pastoreo (Parga, 2003).

2.13. Efecto del pastoreo sobre el crecimiento de la pastura.

La dinámica de generación y expansión de las estructuras de las plantas se conoce como morfogénesis (Chapman y Lemaire, 1993). En las plantas forrajeras estas características están íntimamente ligadas a su adaptación al pastoreo. Por un lado, determinan la regeneración del área foliar, que en sí constituye la vía más rápida para recuperar la capacidad de sintetizar foto-asimilados, y por otro, definen la cantidad de yemas que

potencialmente se pueden desarrollar en macollos. De este modo, el manejo del pastoreo y su impacto sobre la estructura y dinámica de las pasturas, debe analizarse dentro de un marco en el cual el proceso de defoliación se relacione con las características morfogénéticas que determinan la capacidad de las plantas para rebrotar (Saroff, 2003).

En este sentido (Andrade, 2004) señala que pastoreos frecuentes generan que las plantas no logren acumular la suficiente energía, provocando que el nuevo crecimiento sea más lento. Por otro lado, señala también que la composición botánica aumenta cuando la pradera es pastoreada en forma más intensa.

El pastoreo no es tan simple como el retiro de las hojas de las plantas, si no que se trata de un acto que es un poco más complejo. En este sentido Manske (2004), señala que el manejo causa diversos cambios en el crecimiento de las especies pratenses y estos cambios afectan la cantidad y la calidad del forraje producido. El mismo autor afirma que la frecuencia e intensidad del pastoreo determina, en definitiva, si ocurren efectos perjudiciales o beneficiosos en la pastura. Pastoreos frecuentes e intensos provocan una gran pérdida de hojas y causa reducciones a largo plazo, en la cantidad total de forraje producido.

Balocchi (2004), señala que existen tres factores importantes y que afectan el crecimiento de las plantas; la frecuencia, la intensidad y la estación de crecimiento. Este autor define que la frecuencia puede ser más importante que la intensidad, puesto que, las plantas al ser pastoreadas a menudo no logran acumular los carbohidratos de reserva suficientes y van perdiendo persistencia, debido a que la capacidad para producir nuevos macollos se va restringiendo.

2.14. Efecto del pastoreo en la composición botánica.

Según (Ruiz, 1996), la frecuencia en la defoliación afecta la competencia de especies en una mezcla y pueden ocurrir cambios drásticos en la composición botánica. Al existir diferentes periodos de madurez entre las especies, tiende a producirse el dominio de una especie u otra.

Muslera y Ratera (1991), señalan que la ballica perenne se adapta mejor a sistemas de aprovechamiento intensos y relativamente frecuentes, ya sea en pastoreo o corte, mediante los cuales domina y compite con otras gramíneas y especies residentes obteniendo producciones elevadas.

Los animales también pueden alterar la composición de la pastura a través del pisoteo, muchas gramíneas son más tolerantes que otras y las leguminosas son normalmente menos tolerantes que las gramíneas al pisoteo (Andrae, 2004).

2.15. Pastoreo en franjas.

Un adecuado sistema de pastoreo es aquel que permite optimizar la producción de forraje de alta calidad y maximizar su consumo por los animales (Parga y Teuber 2006).

El pastoreo rotativo consiste en subdividir la pradera en diferentes porciones, permanentes o temporales, de manera que el pastoreo pueda realizarse en forma parcializada y secuencial (desde la primera a la última división). Así, cada porción o división dispondrá de un tiempo de utilización o pastoreo, seguido por un tiempo de descanso para permitir la recuperación de la pradera entre dos pastoreos sucesivos (Parga y Teuber, 2006). El tamaño de las divisiones va a depender del número de animales, de su capacidad de consumo y de la disponibilidad de forraje de la pradera (Anwandter *et al*, 2007). En este sistema es fundamental el control de la altura o disponibilidad de residuo post-pastoreo. La altura de entrada, por su parte, será relevante para disponer de un forraje de alta calidad que estimule el consumo (Balocchi y Ponce, 2001).

El movimiento de las vacas lecheras dos veces al día para su ordeña, facilita el pastoreo en franjas diarias, esto consiste en asignar una nueva superficie de pradera cada día, o incluso después de cada ordeña, mediante el uso de cerco eléctrico móvil con una hebra electrificada adelante e idealmente, otra detrás de los animales para evitar el consumo de rebrotes tiernos de las franjas ya pastoreadas (Parga y Teuber, 2006).

(Anwandter *et al*, 2007), indica que este sistema es similar al pastoreo rotativo, con la diferencia de que es más intensivo y consiste en delimitar sectores dentro de un potrero (franjas) para ser pastoreadas durante un periodo definido de tiempo (desde 1-3 días) dependiendo del manejo y de la categoría de animales.

Las franjas se pastorean en forma secuencial, con una frecuencia e intensidad determinadas. La superficie de la franja puede variar de acuerdo al número de animales, su capacidad de consumo en pastoreo y de la disponibilidad de forraje de la pradera, pudiéndose asignar el tamaño de la franja mediante la estimación de la capacidad de consumo de los animales en pastoreo, calculando un consumo individual (kg MS/vaca/día) de un 3% de su peso vivo al día, para animales en producción (Anwandter *et al*, 2007).

Este sistema permite una mejor regulación de la oferta de forraje, optimizando el consumo individual, reduciendo el gasto energético de los animales en la búsqueda de su alimento y minimizando el riesgo de sobrepastoreo, además minimiza la selectividad de los animales por determinadas especies de planta, problema muy común en pastoreo con vacas lecheras. Por lo anterior este esquema permite aumentar la carga animal y en consecuencia también la producción de leche por hectárea (Ponce 1998).

2.16. Métodos de estimación de disponibilidad de forrajes.

Las mediciones de disponibilidad de materia seca son esenciales para determinar la carga animal, productividad y para evaluar las estrategias de manejo de la pradera. Para llevar un correcto registro de la disponibilidad de forraje, es necesario contar con métodos de medición que sean precisos, ya que cualquier error en esta situación implica pérdidas económicas para el sistema ganadero (Saavedra, 2002).

Existen diversos métodos de medición para la evaluación productiva de la pradera, los cuales se pueden clasificar como directo o indirecto, y que ayudan al pastoreador en la determinación de la cantidad de forraje producido (Lucas *et al*, 1990; Smetham, 1990; Harmony *et al*, 1997).

2.16.1. Métodos directos.

El cálculo de la disponibilidad de forraje mediante el método del corte es el procedimiento más exacto y objetivo. Sin embargo tiene la desventaja de requerir de mayor tiempo tanto en el potrero como en el laboratorio, por lo cual es poco práctico para los objetivos de los productores. En forma general el método por corte es de gran utilidad en trabajos de investigación, porque permite comparar la cantidad real de materia seca con algún método de medición indirecto o no destructivo, de modo al que al obtener una alta correlación entre ambos métodos, es posible utilizar solo métodos de estimación indirectos que son de menor costo y de fácil aplicación (Canseco *et al*, 2007).

2.16.2. Métodos Indirectos.

Las técnicas de muestreo indirectas o no destructivas se basan en la relación de atributos vegetativos (altura y densidad) y no vegetativo como el follaje disponible. Los métodos indirectos permiten realizar múltiples mediciones en poco tiempo, son de gran utilidad para determinar el momento de iniciar y finalizar el pastoreo. Estos métodos también son útiles cuando se deba decidir el inicio del rezago de la pradera para conservación (Canseco *et al*, 2007).

2.16.3. Altura comprimida.

La altura comprimida se mide mediante un plato medidor de forraje. Este instrumento permite registrar la altura comprimida de la pradera que está en función de la altura y densidad del follaje, esta última a su vez varía en función de la cobertura y estado fisiológico de la pradera.

El plato medidor de forraje o también llamado rising plate meter, mide la altura comprimida de vegetación, en unidades de 0,5 cm, la cual puede usarse para estimar la cantidad de forraje presente en la pradera, en Kg de MS ha⁻¹., mediante una fórmula o ecuación de transformación. El proceso desarrollado para la obtención de una ecuación, que transforme satisfactoriamente la altura comprimida en kg de MS ha⁻¹., es llamado

calibración. Cabe destacar, además que la altura de la pradera depende de la densidad, composición botánica, estado fisiológico y porcentaje de materia seca que representan las muestras durante las mediciones. A mayor densidad mayor es la oposición de la pradera al peso del disco, así también praderas más lignificadas ofrecen una mayor resistencia al plato medidor. La composición botánica influye, ya que especies de tipo anual son menos resistentes a la presión del plato, a diferencia de aquellas especies perennes (Canseco *et al*, 2007).

2.17. Suplementación.

Para vacas lecheras, el forraje del pastoreo es una de las fuentes más baratas de nutrientes (Peyraud y Delaby 2001), y tiene un valor más alto de nutrientes que el ensilaje y heno, porque nada de nutrientes se pierde en función de procesos como, secado, ensilaje y almacenamiento. Por lo tanto, las vacas deben ser alimentadas con grandes cantidades de pradera para establecer una producción lechera sobre la base de la alimentación de las dietas altas en forraje. Sin embargo, las vacas lecheras en pastoreo no producen tanta leche como las vacas alimentadas con una ración total mezclada debido a la materia seca relativamente baja (DM) de admisión (Kolver y Muller 1998; Bargoet *al*. 2002).

2.18. Ensilaje como alimento en vacas lecheras.

El valor nutritivo de los ensilajes está determinado principalmente por la composición del forraje al momento de la cosecha y por las modificaciones químicas que toman lugar durante el proceso de ensilado. El valor nutritivo del ensilaje es siempre menor en relación al material de origen, siendo la magnitud de estos cambios dependiente de las medidas que se adopten para conducir el proceso de conservación técnicamente en la forma más adecuada (González, 1994).

En este sentido, la cantidad total de alimento consumido por un rumiante en un determinado período de tiempo, depende de la frecuencia de alimentación, la duración de cada ingesta y de la tasa de ingestión durante cada comida (Bines, 1976).

Cabe destacar que los ensilajes tienen una gran variabilidad en su composición química como resultados de los diferentes modelos de fermentación, por lo que la predicción del consumo en dietas basadas en ensilaje es particularmente problemática. (González, 1994).

Existe un gran volumen de información que indica que el consumo voluntario de ensilaje de pradera es menor que el consumo de la pradera fresca (Moore *et al*, 1960; Gordon *et al*, 1961; Harris y Raymond, 1963; Demarquilly, 1973).

Demarquilly (1980), señala que el menor consumo de los forrajes ensilados no se debe a efectos de llenado del rumen, el cual es menor tasa de ingestión la que refleja una menor palatabilidad, relacionada a la presencia de productos de fermentación que entregaría olores y sabores desagradables en el ensilaje. La digestibilidad de los forrajes ensilados depende fundamentalmente de la digestibilidad del cultivo original (Thomas y Thomas, 1985).

(Mc Ilmoyle, 1977) señala que el factor más importante que se encuentra afectando la respuesta animal al uso de ensilaje es el estado fenológico al corte de la pradera.

(Mather *et al*, 1959), señala que el estado de desarrollo de la planta en el momento de la cosecha, es más importante que el método de cosecha y almacenamiento. De ahí entonces que una consideración realmente significativa a tener en cuenta para obtener el mejor resultado de los procesos de ensilaje sea cosechar cada cultivo en la etapa de madurez más apropiada (Carámbula, 1997).

2.19. Suplementación ensilaje de maíz.

Con respecto al ensilaje de maíz (CS), este tiene un valor nutricional más alto que otros forraje conservado, debido a que el hidrato de carbono en ensilaje de maíz se degrada fácilmente en el rumen (NRC, 2001). En la producción de leche basada en el pastoreo, el ensilaje de maíz debe ser considerado como un complemento favorable al forraje para mejorar el equilibrio de proteínas y carbohidratos en la dieta total. (Phillips 1988; Peyraud y Delaby 2001).

La alimentación complementaria con ensilaje de maíz en vacas de pastoreo puede reducir su consumo de forraje, aunque (Hanada, 1995) informó que, cuando las vacas lecheras fueron pastoreadas durante 8 horas y no se suministran concentrados, la adición de 3 y 6 kg de MS complementarios al ensilaje de maíz, no disminuyó la ingesta de pradera, pero aumentó el consumo total de MS y la producción de leche.

2.20. Ácidos linoleicos conjugados (CLA).

Otro tipo de suplementación es a través de cereales o pulpa de remolacha azucarera (BP), el concentrado de BP se caracteriza por contar con un mayor contenido de fibra digestible mientras que el concentrado de maíz y cebada en proporciones 1:1(CB) contiene un alto contenido de almidón. La suplementación de BP o CB en vacas lecheras de pastoreo afecta la concentración de los diferentes isómeros de CLA en la grasa de la leche.

Los ácidos linoleicos conjugados (CLA) son un grupo de isómeros posicionales y geométricos del ácido octadecadienoico (C18: 2), con dobles enlaces situados en átomos de carbono adyacentes. Productos alimentarios derivados de rumiantes (leche y carne) son las principales fuentes de CLA en el ser humano en su dieta haciendo un total de 16 isómeros CLA diferentes se han detectado en los productos lácteos, esteroil-CoA desaturasa (SCD), es una enzima clave en el metabolismo de los lípidos, lo que permite la síntesis endógena de muchos ácidos grasos insaturados.

El creciente interés en los CLA se debe principalmente a su amplia gama de actividades biológicas isómero- específicas (protección contra la oncogénesis, la obesidad, la diabetes, la arteriosclerosis y otras enfermedades inflamatorias) Una amplia gama de beneficios para la salud de isómeros específicos han sido atribuidos a los ácidos linoleico conjugado (CLA). Hay poca información disponible actualmente sobre la influencia de los diferentes componentes de la alimentación en la concentración de isómeros de CLA en productos derivados de rumiantes, que incluso a bajos niveles pueden influir significativamente en la concentración de algunos isómeros de CLA en la grasa de la leche; se da una indicación de la posibilidad de manipular la dieta de los animales para cambiar el perfil de isómeros CLA

en productos derivados de rumiantes (M.Renna *et al.*, 2010).

2.21. Impacto ambiental.

Hay un creciente interés global en el impacto ambiental de la agricultura, incluida la necesidad de evitar la contaminación del suelo, agua y aire con cantidades excesivas de nitrógeno (N) y fósforo (P) en los sistemas de pastoreo. La reducción de la intensidad de pastoreo ha sido frecuentemente recomendada para alcanzar las metas de producción y la biodiversidad en los sistemas de pastoreo sostenibles.

Existe una conciencia creciente de la necesidad de reducir la contaminación del aire con gases que contribuyen al efecto invernadero (Misselbrook *et al.*, 2007) y para evitar la contaminación del suelo y del agua (Withers y Haygarth, 2007) de la excesiva cantidades de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio.

Los nutrientes de la orina son solubles en agua, la concentración de la orina como resultado aporta cantidades de N en exceso que pueden ser absorbidos por el césped que conduce a pérdidas por lixiviación o en forma de gases de desnitrificación y nitrificación, o través de la volatilización de amoníaco. Mientras que los nutrientes en las heces son principalmente insolubles y su disponibilidad es lenta, aunque algunos de los N también se pierde, a través de la volatilización del amoníaco y el pastoreo intensivo puede conducir a la degradación de los suelos en ambientes de pastizales.

Los rendimientos espaciales y temporales de las excretas de los animales de pastoreo repercutirán en las posibles pérdidas de nutrientes en los puntos calientes y las comunidades vegetales de las zonas afectadas. (Janssens *et al.*, 1998) sugirieron que P disponible en el suelo podría ser un factor limitante en el suministro de N inorgánico a través de la fijación por leguminosas o mineralización, de la materia orgánica del suelo, es decir, N seguiría siendo la principal limitación de la diversidad vegetal como elemento, pero su disponibilidad sería controlada por P.

En ambientes templados, las gramíneas y trébol proporcionan la única dieta de vacas lecheras en pastoreo en la mayor parte del período de lactancia. Estos pastos se caracterizan por una alta concentración de proteína cruda (PC), de alta solubilidad (Bryant et al., 2012) y la baja eficiencia de utilización, lo que resulta en una gran proporción de N dietéticos que se excretan en la orina (Tamminga, 1992) Pérdidas urinarias N presentan un problema ambiental debido a la volatilización de óxido nitroso, un gas de efecto invernadero, y la lixiviación a través del suelo en forma de nitratos que contaminan los sistemas de aguas subterránea. En otoño-invierno, las pérdidas de nitratos se ven agravadas por las altas precipitaciones y el alto uso de fertilizantes nitrogenado.

3.- MATERIALES Y METODOS.

3.1. Ubicación del ensayo.

Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de la Frontera, se encuentra ubicada en el Llano Central de la Región de la Araucanía, Comuna de Freire, Provincia de Cautín (38°50' LS – 72°40' LO).

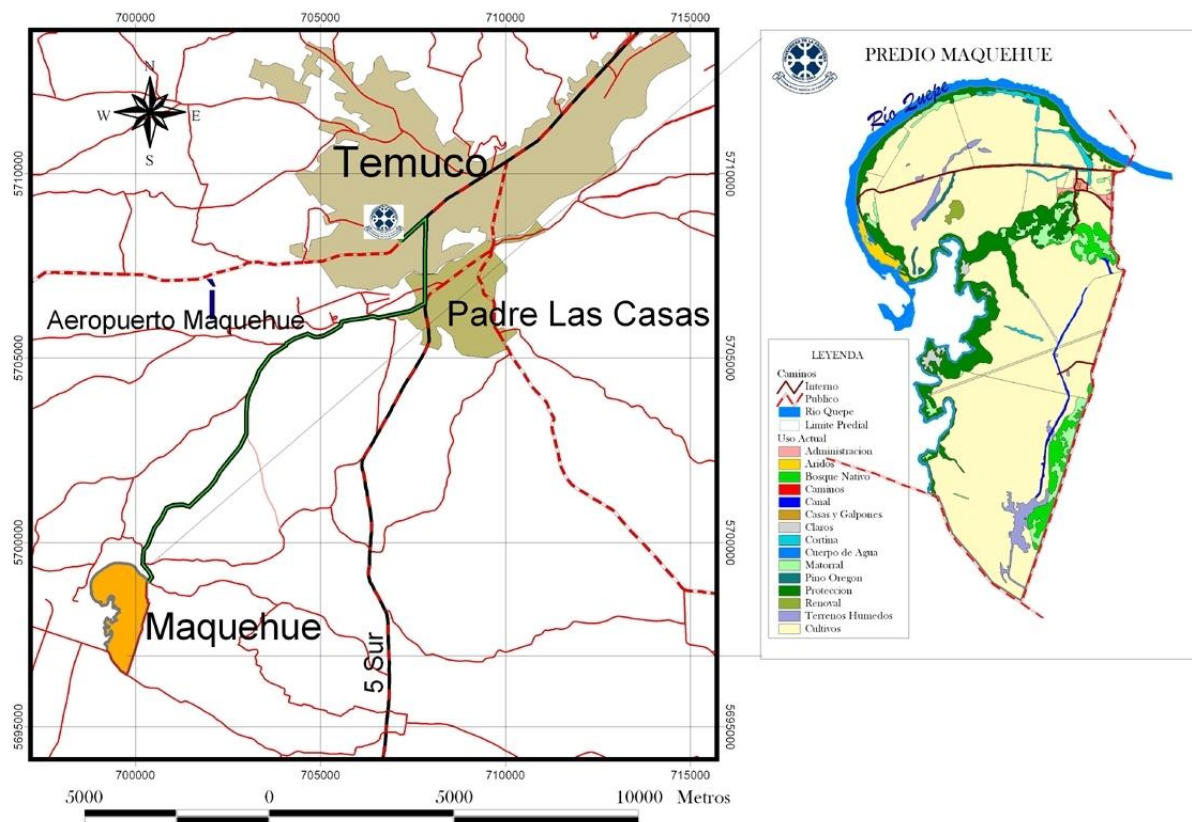


Figura 2. Plano de ubicación del predio Maquehue. Región de La Araucanía.

3.2. Características edafoclimáticas.

El área de evaluación se ubica en un Andisol de la serie Freire, que se caracteriza por poseer una topografía plana y suavemente ondulada, con pendiente que no superan el 1% y altura de 80 a 100 m.s.n.m. Son suelos moderadamente profundos de textura media y de

colores pardos muy oscuros en la superficie y de texturas finas a muy finas en profundidad con alto contenido de materia orgánica (16%) (Mella y Kühner, 1985).

El clima es templado con influencia mediterránea fría, con temperatura media anual de 12°C y máxima media mensual para el mes más cálido (Enero) de 24,5°C y una mínima de 4,1°C en el mes más frío (julio). El periodo libre de heladas es enero y febrero. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1.328 mm, siendo junio el mes más lluvioso (Rouanet, 1983).

Las condiciones climáticas específicas del área de estudio, según muestran los Cuadros 1 y 2, presentó una precipitación anual en el periodo de estudio de 723 mm, siendo el promedio de 12 años: 1.035,5 mm, superior en 43% al registrado en la temporada de estudio. La temperatura promedio anual de la temporada 2012/2013, fue 11,7°C, con una máxima promedio de 19°C y mínima promedio de 6.5°C.

3.3. Periodo de evaluación.

Previo a la toma de datos se realizaron tres visitas al predio los días 6-7-8 de noviembre de 2012 para conocer claramente la distribución de superficie del Campo Experimental Maquehue y el manejo que se realiza diariamente con el fin de facilitar la toma de datos.

No se realizaron cambios en el sistema de manejo ya que corresponde a la unidad de producción de la Universidad de La Frontera.

El pastoreo se realizó de forma aleatoria según el manejo utilizado habitualmente por el sistema productivo definido por la administración del predio.

El periodo de investigación se inició el día 13 de noviembre del 2012 y finalizó el día 28 de octubre de 2013.

Cuadro 1. Precipitación (mm) promedio de diferentes meses. Registro histórico año 2001/2013 y registro promedio 2012/20013.

Meses	2001/2013	2012/2013	Desviación
Noviembre	56,7	15,5	22,7
Diciembre	37,8	17,0	25,6
Enero	30,8	11,9	34,0
Febrero	31,4	52,3	44,6
Marzo	44,5	13,2	82,6
Abril	70,7	38,4	64,9
Mayo	123,5	114,6	75,7
Junio	183,4	104,7	47,9
Julio	160,5	104,2	39,1
Agosto	136,7	139,7	58,7
Septiembre	83,4	71,6	36,7
Octubre	76,1	39,9	32,0
Total	1.035,5	723,0	564,5

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de La Frontera. Estación Meteorológica 38°50'27'' Sur, 72°41'45'' Oeste, 70 m.s.n.m.

Cuadro 2: Temperatura (°C) promedio de los diferentes meses. Registro histórico año 2001/2013 y registro promedio 2012/2013.

Meses	2001-2013	2012-2013			Desviación
	T° Media	Mínima	Máxima	Media	
Noviembre	12,5	6,4	22	13,1	0,9
Diciembre	14,7	9,1	21,4	14,5	1,1
Enero	16,3	10,6	28,2	17,4	0,8
Febrero	16,3	9,9	25,9	16,6	0,8
Marzo	14,3	7,3	23,3	13,8	1,0
Abril	11,2	7,3	20,7	12,5	1,3
Mayo	9,1	6,6	15,2	10,2	1,0
Junio	7,9	3,9	12,1	7,5	1,1
Julio	7,2	4,0	12,1	7,4	0,4
Agosto	8,1	3,4	12,8	7,4	0,4
Septiembre	9,3	3,4	16	9,2	0,9
Octubre	10,9	5,9	18,8	11	1,1
Total	11,5	6,5	19,0	11,7	

Fuente: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de La Frontera. Estación Meteorológica 38°50'27'' Sur, 72°41'45'' Oeste, 70 m.s.n.m.

3.4. Tipo de Animales.

Durante el periodo de medición de las pasturas, los animales que consumieron forraje bajo el sistema pastoril definido en el predio fueron vacas lecheras Frisón Negro, cuyo número fluctuó en el periodo entre 48 y 73 animales.

3.5. Pasturas.

En el periodo de medición los animales tuvieron acceso a una superficie total de 74,85 hectáreas distribuidas en 8 potreros, con superficie promedio de 9,35 hectáreas Cuadro3).

Cuadro 3. Superficie de potreros área de pastoreo. Predio Maquehue, temporada 2012 – 2013.

Potrero	Ha
1	0,75
2	5,50
3	16,00
4	15,00
5-6	4,85
7	15,00
8	16,00
10	1,75
Total	74,85

3.6. Suplementación de grano.

En el periodo de estudio las vacas lecheras fueron suplementadas con una mezcla de avena y sales minerales a razón de cinco kilos por animal al día.

3.7. Forraje suplementario.

En el periodo comprendido entre el 22 enero y 16 abril de 2013 los animales tuvieron acceso a nabos como forraje suplementario, el cual fue pastoreado por las vacas en forma

restringida, utilizando para ello un cerco eléctrico.

3.8. Ensilaje de pastura.

En el periodo comprendido entre el 14 de mayo y 6 de setiembre de 2013, a la dieta diaria se incorporó ensilaje de corte directo de ballica perenne. Este alimento fue otorgado a los animales en el potrero de pastoreo.

3.9. Maíz Grano húmedo.

El maíz grano húmedo fue proporcionado a los animales en el periodo comprendido entre el 2 julio y 28 octubre 2013. La dieta consideró 3 kg de grano húmedo tal como ofrecido por día.

3.10. Agua.

Durante el periodo de pastoreo, todos los animales tuvieron acceso a agua, a través de bebederos dispuestos en los potreros y accesos a sala de ordeño.

3.11. Secuencia de pastoreo.

La secuencia de pastoreo se realizó de acuerdo a la definición del predio. Esta evaluación no intervino en el proceso productivo, dado que su objetivo fue medir el nivel de producción de forraje y aporte de las pasturas a la dieta total de las vacas.

3.12. Diseño de la investigación.

La investigación corresponde a una investigación no experimental sobre una base de datos secundarios históricos que se correlaciona entre sí en base a un diseño descriptivo.

3.13. Evaluaciones.

3.13.1. Mediciones de la pastura.

Las pasturas fueron evaluadas en el área de pastoreo del plantel lechero de la Estación Experimental Maquehue, los animales tuvieron acceso a las pasturas permanentes y de

rotación del predio, y fueron utilizadas en diferentes proporciones.

Para definir el aporte que hace la pradera en pastoreo en la alimentación diaria de las vacas en ordeña se utilizó un método indirecto de consumo de materia seca, que permite medir el consumo aparente del rebaño e individual por vaca.

La medición de disponibilidad y residuo de las pasturas componentes del sistema productivo, se realizó con un instrumento de medición indirecta: *Rising Plate Meter*, que permitió definir el consumo de materia seca de pastura por unidad de superficie, cifra que fue dividida en cada momento de evaluación por el número de vacas que efectivamente consumieron forraje en pastoreo. Además, cada 7 días se midió todos los componentes de la dieta de las vacas.

Con este instrumento se registró la disponibilidad de materia seca a la entrada (pre-pastoreo) y salida (post-pastoreo) de los potreros, cifras que fueron, posteriormente, utilizadas para calcular el consumo de materia seca haciendo uso de las ecuaciones definidas para la zona, por Teuber, Balocchi y Parga (2007).

3.13.2. Consumo de materia seca aparente de pastura.

El consumo total del día se obtuvo de la sumatoria del consumo de materia seca que tuvieron los animales en la mañana y en la tarde en los potreros asignados diariamente por el encargado de la alimentación del plantel lechero.

El consumo de materia seca aparente se obtuvo de la división del cociente entre el consumo total del día y el número de vacas.

Todas las mediciones se realizaron con *Rising Plate Meter*. La superficie de pastoreo se calculó en forma manual con una huincha de medir graduada a 1 centímetro de precisión.

El consumo total del rebaño es la resultante de la resta entre la disponibilidad y el residuo. El cociente entre el consumo y el número de animales proporcionó el valor del consumo aparente por vaca.

3.13.3. Consumo de materia seca aparente de otros alimentos.

Para definir el consumo de materia seca aparente del resto de los productos utilizados en la alimentación del rebaño, se midió el consumo diario de ensilaje, heno, y alimentos concentrados, a través del pesaje del alimento ofrecido y alimento rechazado.

El contenido de materia seca de cada alimento se determinó en laboratorio extrayendo una sub muestra que fueron sometidas a secado en horno de aire forzado por 48 horas (o peso constante).

3.13.4. Aporte de la pastura en pastoreo al consumo diario.

Con los antecedentes obtenidos y utilizando los valores en base a materia seca se obtuvo el aporte porcentual de la pastura al consumo diario de las diferentes épocas del año medida en esta investigación.

3.14. Producción de leche.

Con el objetivo de correlacionar el consumo y las variaciones en la producción de leche, se midió la producción de leche diaria del rebaño, donde el cociente de dicha producción y el número de animales nos permitió obtener el valor de producción de leche promedio de las vacas.

La producción de leche, se midió desde el estanque en forma diaria y se obtuvo un promedio de producción por animal.

3.15. Análisis de la información.

Los datos obtenidos durante el año fueron sometidos análisis de correlación entre consumo y producción. Además se ajustaron las curvas de consumo de producción de materia seca y leche con el fin de generar un pequeño modelo.

Con los antecedentes obtenidos en esta tesis se definió el sistema de producción que tiene el rebaño lechero de la Estación Experimental Maquehue de la Universidad de La Frontera.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Evolución del Sistema Productivo.

El sistema de producción de leche de la Estación Experimental Maquehue de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera, corresponde a una unidad que se basa en el uso eficiente de los recursos forrajeros que aporta el predio, junto con la incorporación de granos generados en el área de cereales.

Las pasturas se ubican en un Andisol de la serie Freire, que se caracterizan por presentar una topografía plana, con pendientes inferiores a 1%, baja profundidad, alto contenido de materia orgánica y con drenaje deficitario en toda la superficie lechera.

4.1.1. Contenido de Nutrientes en el Suelo.

El predio tiene un historial de la composición química del suelo que se remonta desde el año 1999 al 2013. Los parámetros fueron evaluados en el Laboratorio de Suelos y Plantas del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera y la profundidad de muestreo fue de 0 a 10 centímetros.

Acidez: La acidez evaluada a través de los niveles de pH y porcentaje de saturación de aluminio se presentan en los Cuadros 4 y 5 y Figuras 3 y 4. La tendencia general fue a reducir la acidez de los suelos, sin lograr los niveles óptimos para el desarrollo de las pasturas.

Fósforo: El contenido de fósforo en el suelo tuvo una evolución positiva (Cuadro 6 y Figura 5). El contenido inicial fue 3 mg/kg llegando en un máximo de 16 mg/kg en el último año de medición. Esto significa que la estrategia de fertilización del campo estuvo enfocada al mejoramiento del contenido de este elemento en el suelo, por sobre la corrección de la acidez.

Cuadro 4: Evolución en el nivel de pH del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 2002 - 2013.

Año	Potrero 2	Potrero 3	Potrero 4	Potrero 5	Potrero 7	Potrero 8	Potrero 9	Promedio
2002	5,73	5,87	5,88	5,88	5,51	5,54		5,74
2003	6,01	5,99	6,03	6,03	5,73	5,89		5,95
2004	6,32	6,05	5,95	5,95	5,73	5,87	5,86	5,96
2005	5,94	5,76	5,95	5,99		5,85	5,83	5,89
2006	5,85	5,81	5,63		5,62	5,8	5,86	5,76
2007	5,98	6,01	5,59	5,86	5,36	5,87	5,9	5,80
2008	6,13	6,07	5,93	5,93	5,36	5,96	6,07	5,92
2009	5,96	6,09	5,46		5,47	5,88		5,77
2010	6,01	6,02	5,58	5,86	5,45	5,95		5,81
2011	6,04	6,05	5,87	5,95	5,72	5,82	6,1	5,94
2012	5,8	5,91	5,78	5,54	5,59	5,86	5,87	5,76
2013			5,84		5,8			5,82
Promedio	5,98	5,97	5,79	5,89	5,58	5,84	5,93	

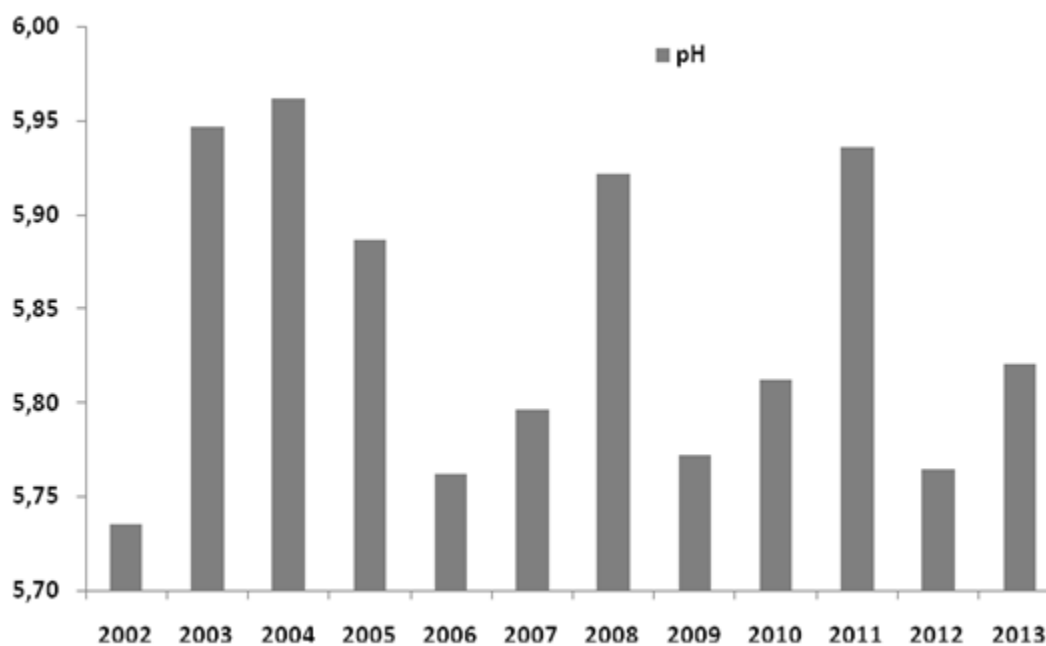


Figura 3: Evolución en el nivel de pH promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 2002 - 2013.

Cuadro 5: Evolución del porcentaje de saturación de aluminio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.

Año	Potrero 2	Potrero 3	Potrero 4	Potrero 5	Potrero 7	Potrero 8	Potrero 9	Promedio
1999	1,94	1,94	1,94	1,94	2,66	2,68	2,68	2,25
2002	0,06	0,04	0,36	0,36	1,84	0,09		0,46
2003	0,85	0,51	0,88	0,88	3,08	1,11		1,22
2004	0,07	0,20	0,78	0,78	2,02	0,62	0,62	0,73
2005	0,59	1,20	0,46	0,54		1,10	0,88	0,80
2006	0,56	0,76	1,36		3,08	1,14	0,55	1,24
2007	0,42	0,46	1,33	1,17	4,32	1,28	0,52	1,36
2008	0,22	0,75	0,93	0,93	0,96	1,66	1,01	0,92
2009	0,03	0,35	3,53		3,53	1,26		1,74
2010	0,40	0,61	0,91	2,92	3,08	1,29		1,54
2011	0,43	0,33	0,49	0,54	2,45	0,94	0,10	0,75
2012	0,82	0,69	0,54	4,84	1,98	0,67	0,59	1,45
2013			0,74		1,56			1,15
Promedio	0,53	0,65	1,10	1,49	2,55	1,15	0,87	1,20

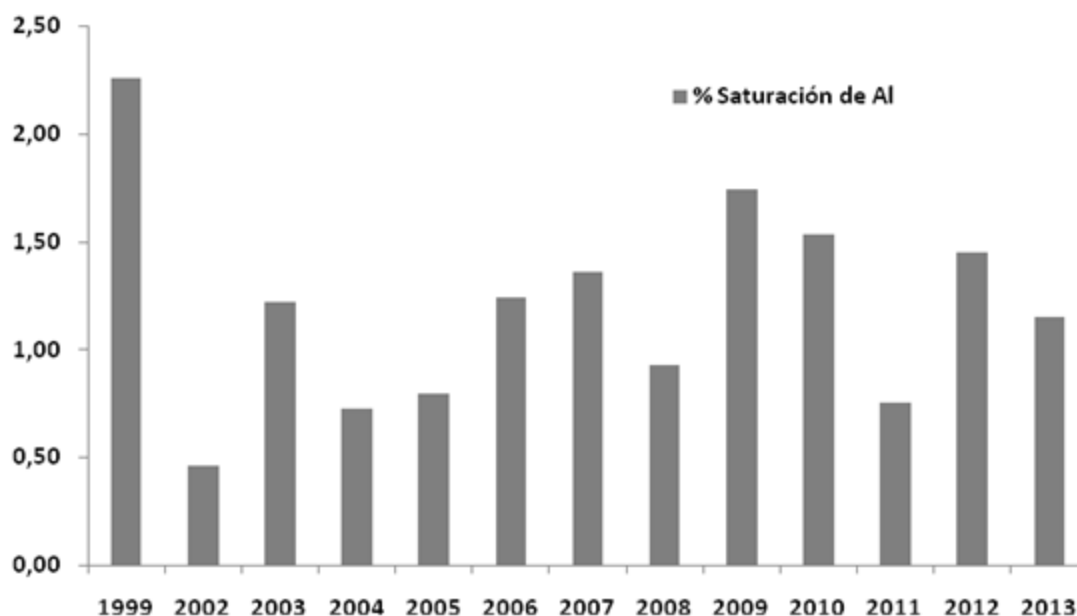


Figura 4: Evolución del porcentaje de saturación de aluminio promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.

Cuadro 6: Evolución en el contenido de fósforo del suelo (mg/kg), de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 2002 - 2013.

Año	Potrero 2	Potrero 3	Potrero 4	Potrero 5	Potrero 7	Potrero 8	Potrero 9	Promedio
1999	3	3	3	3	2	2	2	3
2002	18	11	10	10	13	12		12
2003	11	7	10	10	11	10		10
2004	21	10	11	11	16	13	8	13
2005	14	12	10	13		13	12	12
2006	10	10	6		12	7	11	9
2007	9	7	11	13	10	6	7	9
2008	7	8	7	7	11	8	10	8
2009	17	9	12	10	7	9		11
2010	15	8	16	24	12	9		14
2011	16	8	11	13	10	10	10	11
2012	18	10	10	20	11	14	10	13
2013			15		16			16
Promedio	13	9	10	12	11	9	9	11

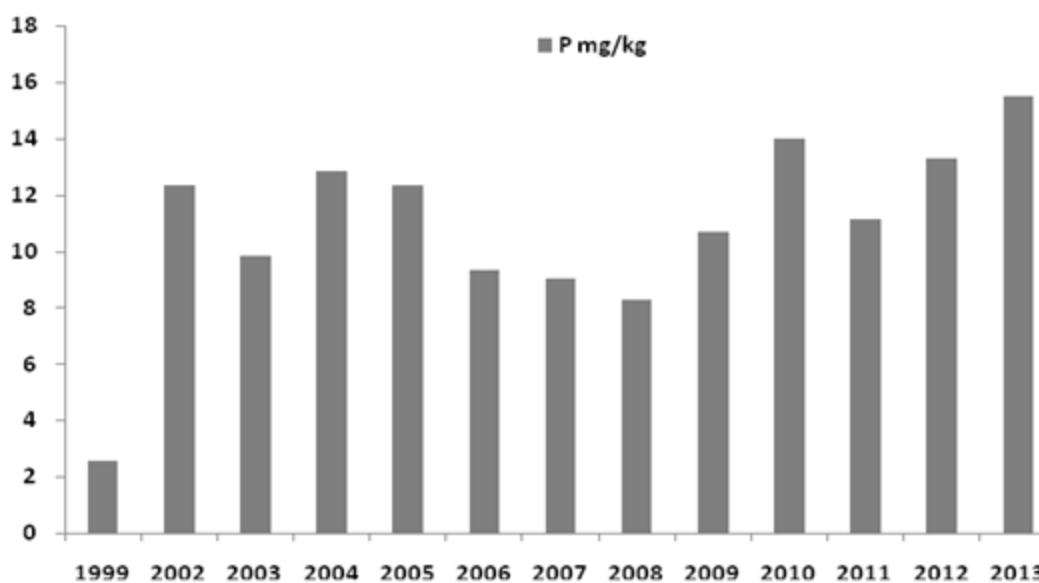


Figura 5: Evolución en el contenido de fósforo del suelo (mg/kg), promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.

Cuadro 7: Evolución en el nivel de suma de bases del suelo (cmol+/kg), de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.

Año	Potrero 2	Potrero 3	Potrero 4	Potrero 5	Potrero 7	Potrero 8	Potrero 9	Promedio
1999	5,06	5,06	5,06	5,06	4,00	4,00	4,00	4,61
2002	11,57	10,80	11,07	11,07	7,47	9,09		10,18
2003	10,48	9,72	10,17	10,17	5,66	10,68		9,48
2004	14,93	9,75	6,40	6,40	5,33	9,59	9,58	8,85
2005	10,08	7,39	8,68	10,96		9,88	11,24	9,71
2006	8,90	9,15	9,41		4,72	9,53	10,82	8,76
2007	9,46	8,65	6,69	9,30	3,99	10,04	9,51	8,23
2008	9,22	9,32	8,50	8,50	3,47	8,29	9,81	8,16
2009	11,05	8,62	3,83		3,83	8,64		7,19
2010	9,95	8,19	9,76	7,65	5,04	6,91		7,92
2011	9,36	9,04	8,07	9,15	4,38	7,35	9,93	8,18
2012	6,64	8,65	7,35	6,49	4,95	10,37	10,11	7,79
2013			9,35		6,95			8,15
Promedio	9,73	8,70	8,03	8,48	4,98	8,70	9,38	8,25

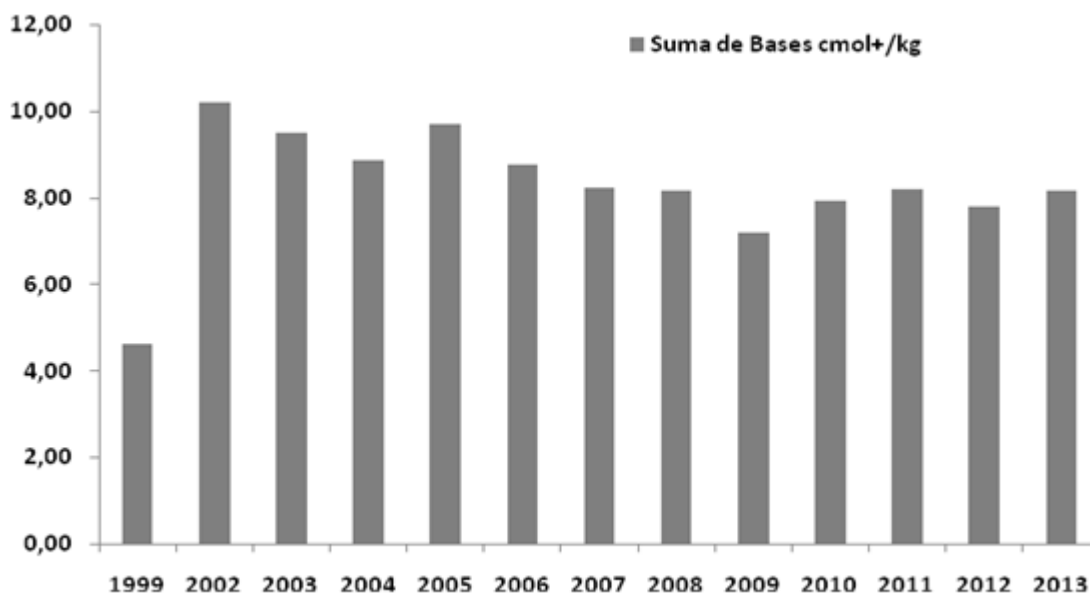


Figura 6: Evolución en el nivel de suma de bases del suelo (cmol+/kg), promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.

Cuadro 8: Evolución en el contenido de azufre del suelo (mg/kg), de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.

Año	Potrero 2	Potrero 3	Potrero 4	Potrero 5	Potrero 7	Potrero 8	Potrero 9	Promedio
1999	4	4	4	4	4	4	4	4
2002	15	5	6	6	7	5		7
2003	12		9	9	7	4		8
2004		3	6	6	8	6		6
2005	6	5	3	2		3	3	4
2006	14	11				6	12	11
2007	11	11	9	16	14	8	14	12
2008	16	13	13	13	15	12	13	14
2009	18	7	5		5	12		9
2010	25	9		9		12		14
2011	15	7	7	6	9	7	8	8
2012	15	8	18	8	16	14	9	13
2013			10		17			14
Promedio	14	8	8	8	10	8	9	9

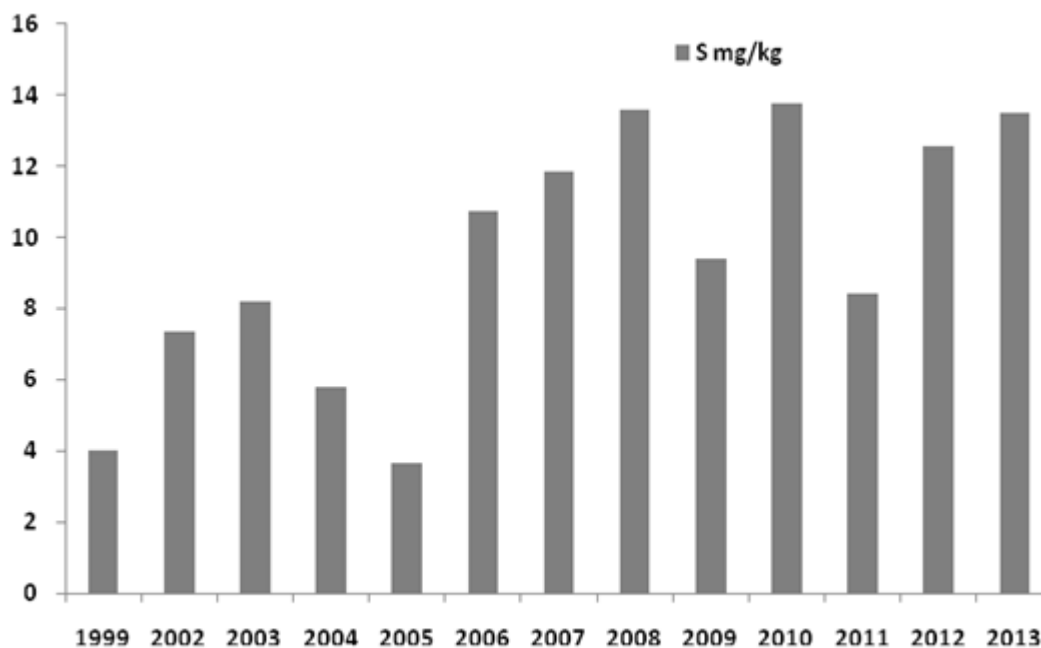


Figura 7: Evolución en el contenido de azufre del suelo (mg/kg), promedio del suelo de siete potreros del área lechera. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 1999 - 2013.

Suma de Bases: La suma de bases en el periodo 1999 a 2013, aumentó desde un valor de 4,61 cmol+/kg a 8,15 cmol+/kg. Este valor es importante dado que significa que el balance de nutrientes en el suelo es adecuado para el desarrollo de las pasturas (Cuadro 7 y Figura 6).

Azufre: El incremento del azufre fue muy importante desde 4 mg/kg a 14 mg/kg, sin embargo, estos niveles aun fueron insuficientes para lograr un adecuado desarrollo de las pasturas. (Cuadro 8 y Figura 7).

4.1.2. Producción de Leche.

La dieta de las vacas es el resultado de la combinación entre los forrajes proporcionados en pastoreo, más el uso de forrajes conservados y granos provenientes del área de producción de cereales que a través de un proceso de mezcla y molienda se incorporaban con sales minerales.

El sistema de producción de leche, se generó a partir del rebaño Frisón Negro y su evolución en producción se muestra en el Cuadro 9 y Figura 8. En un periodo de 12 años el predio ha incrementado su producción anual de leche en 23,8% que equivale a 75.470 litros anuales. En el número de vacas este incremento fue mayor: 25,1%, esto es 13 vacas promedio en ordeño al año.

Calidad de Leche: La calidad de leche expresada en contenido de grasa, proteína, sólidos totales y presencia de células somáticas, ha mantenido y superado los estándares exigidos por el mercado local. El contenido de grasa de la leche (Cuadro 10), en los ocho años evaluados, el promedio anual se ha mantenido en el valor de 3,57%, sin embargo, si se analiza los cambios mensuales (Figura 9 y 14), se observó que el nivel más alto se logró en el mes de mayo (3,8%) y el más bajo en octubre (3,1%), periodo en que los animales consumen una alta proporción de forraje verde, en pastoreo.

El rango de grasa que se considera aceptable para la raza es entre 3,5 % y 4%. Los valores promedios anuales se ubican en el nivel correcto, sin embargo, hay meses que este valor

está bajo la línea considera adecuada.

El contenido de proteína en la leche (Cuadro 11), tuvo una evolución positiva en los últimos ocho años. De un nivel promedio anual de 3,18%, subió a 3,42%, que representa un 7% de incremento (Figura 10 y 14).

La relación grasa proteína es un valor relevante en el análisis nutricional de las vacas. Un nivel sobre 1, significa que los animales se ubican en el rango de alimentación y nutrición adecuada. En este plantel el valor fue 1,02, lo que significó que siempre los animales presentaron un buen nivel nutricional. Si la relación hubiese sido bajo 1, significaría que las vacas hubiesen presentado deficiencias nutricionales severas.

El contenido de sólidos totales (Cuadro 12) mantuvo una evolución positiva a lo largo de los últimos ocho años. En el año 2005 el promedio anual fue 6,36%, valor que subió a un nivel de 6,84% en el año 2012, representando un 7 % de incremento (Figura 11).

Empresas del mercado local pagan a sus productores una bonificación en el total de sólidos producidos, es decir, la sumatoria en proteínas y materia grasa debe dar una cifra mayor a 7. Como muestra el Cuadro 12, el valor de bonificación no se logró en todos los años evaluados, lo cual impidió optar a un incremento sustantivo en el valor final de la leche.

La urea es otro componente más de la leche y que en comparación con los contenidos de grasa y proteína se pueden identificar problemas nutricionales, ya que existe una relación directa entre la cantidad de proteína ingerida y la concentración de urea en la sangre y leche.

El valor de urea en la leche generada por este plantel, es considerado muy bajo, que puede estar asociado al bajo nivel de proteína. Es claro que este valor no estuvo relacionado con el contenido de grasa, dado que los desbalances nutricionales que representan el contenido de urea se asocian a una depresión de este último parámetro. En el país existen plantas que pagan la leche por el nivel de urea, valor que se denomina bono eficiencia nutricional. Este plantel no pudo optar a dicho bono por poseer valores

inferiores a 100 mg/litro (Cuadro 13).

En la Figura 12 y 14, se observa un aumento de Urea en los primeros meses del año, valores están dados en razón a un incremento de proteína bruta en la dieta o un bajo nivel de carbohidratos no fibrosos en el rumen.

El recuento de células somáticas en la leche (CS/litro) ha tenido un aumento progresivo en los últimos ocho años, es decir, de un nivel promedio anual de 211 CS/litro a 423 CS/litro como se registra en el Cuadro 14. En el periodo hubo un aumento de 212 CS/litro que corresponde a un 50% de aumento en el recuento de células somáticas.

Las diferentes compañías recolectoras de leche han implementado castigos para aquellos productores que no logren los niveles promedio permitidos de células somáticas en la leche, motivando al dueño para que logre producir una leche de calidad, para lo cual se aplican programas de sanidad y salud animal, así como formatos para mejorar el manejo de los animales (García, 2003).

Las plantas industriales tienen sanciones económicas que son impuestas si el recuento de células somáticas de la leche supera un determinado umbral. Esto está proyectado para garantizar que la leche producida sea de buena calidad, por lo tanto, aquellos ganaderos que no satisfacen las normas productivas reciben sanciones económicas por su baja calidad higiénica de acuerdo a los parámetros de pago.

Cuadro 9. Evolución en el número de vacas y producción de leche anual. Estación Experimental Maquehue. Temuco.

Año	Litros Leche	N° Vacas
2002	324.051	49,93
2003	405.378	58,31
2004	420.954	61,52
2005	416.086	59,08
2006	559.552	72,49
2007	633.156	82,69
2008	641.854	76,18
2009	604.865	75,76
2010	551.642	65,71
2011	516.229	65,30
2012	442.548	61,68
2013	399.521	62,50

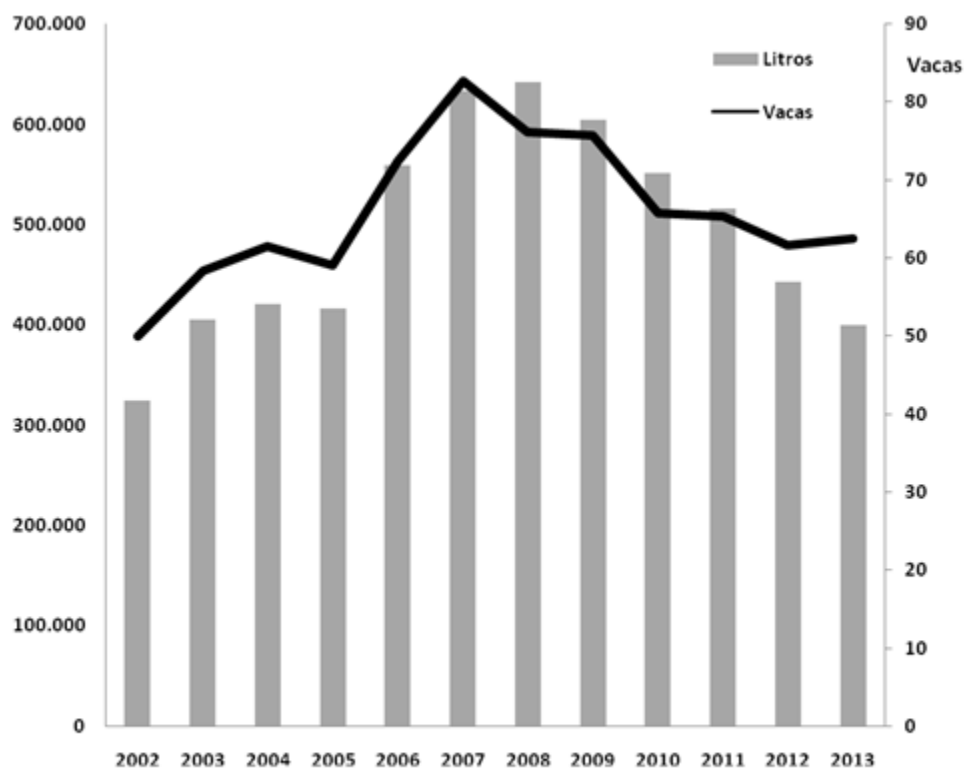


Figura 8. Evolución en el número de vacas y producción de leche anual. Estación Experimental Maquehue. Temuco.

Cuadro 10: Contenido de grasa (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
E	3,70	3,47	3,47	3,58	3,46	3,29	3,41	3,87	3,53
F	4,08	3,89	3,89	3,6	3,36	3,32	3,56	3,61	3,66
M	4,16	3,53	3,78	3,74	3,2	3,87	3,32	3,70	3,66
A	3,63	3,57	3,54	3,84	3,23	3,27	2,70	3,63	3,43
M	4,20	3,40	3,85	3,73	3,55	3,93	4,05	3,78	3,81
J	3,43	3,70	3,67	3,49	3,83	3,65	3,93	3,93	3,70
J	3,72	3,49	3,33	3,1	3,29	3,55	3,71	3,79	3,50
A	3,60	3,48	3,31	3,28	3,35	3,63	3,54	3,45	3,46
S	2,93	2,57	3,59	2,85	3,08	3,73	3,68	3,09	3,19
O	2,78	2,57	3,1	3,27	3,26	3,61	3,16	3,39	3,14
N	3,34	3,01	4,07	3,09	3,38	2,99	4,09	3,4	3,42
D	3,32	3,64	3,32	3,66	3,03	3,21	3,75	3,25	3,40
Promedio	3,57	3,36	3,58	3,44	3,34	3,50	3,58	3,57	

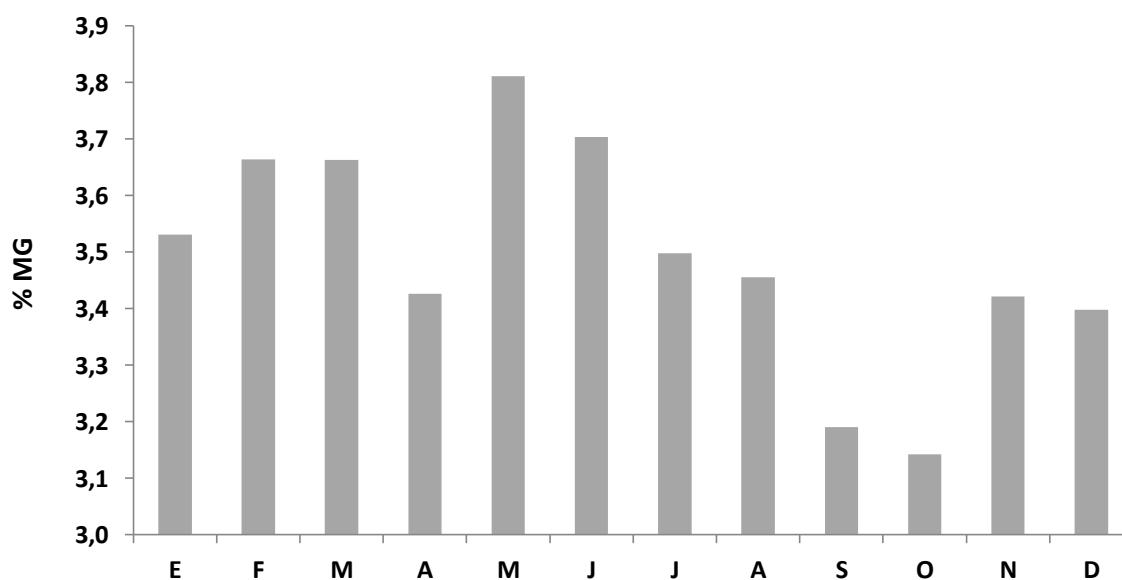


Figura 9. Evolución mensual del contenido de grasa (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Cuadro 11: Contenido de proteína (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
E	3,21	3,28	3,34	3,08	3,31	3,35	3,31	3,35	3,28
F	3,19	3,22	3,44	3,13	3,38	3,34	3,38	3,19	3,28
M	3,04	3,21	3,15	3,24	3,30	3,42	3,30	3,24	3,24
A	3,22	3,12	3,19	3,18	3,37	3,30	3,37	3,57	3,29
M	3,50	3,02	3,05	3,25	3,49	3,49	3,49	3,53	3,35
J	2,89	2,98	3,01	3,31	3,50	3,48	3,50	3,65	3,29
J	2,97	3,09	3,18	3,34	3,23	3,40	3,23	3,50	3,24
A	3,03	3,06	3,29	3,29	3,27	3,19	3,27	3,36	3,22
S	3,32	3,18	3,32	3,31	3,18	3,34	3,18	3,58	3,30
O	3,23	3,16	3,44	3,36	3,57	3,46	3,57	3,42	3,40
N	3,32	3,03	3,24	3,46	3,37	3,48	3,37	3,33	3,33
D	3,26	3,27	3,24	3,18	3,22	3,37	3,22	3,33	3,26
Promedio	3,18	3,14	3,24	3,26	3,35	3,39	3,35	3,42	

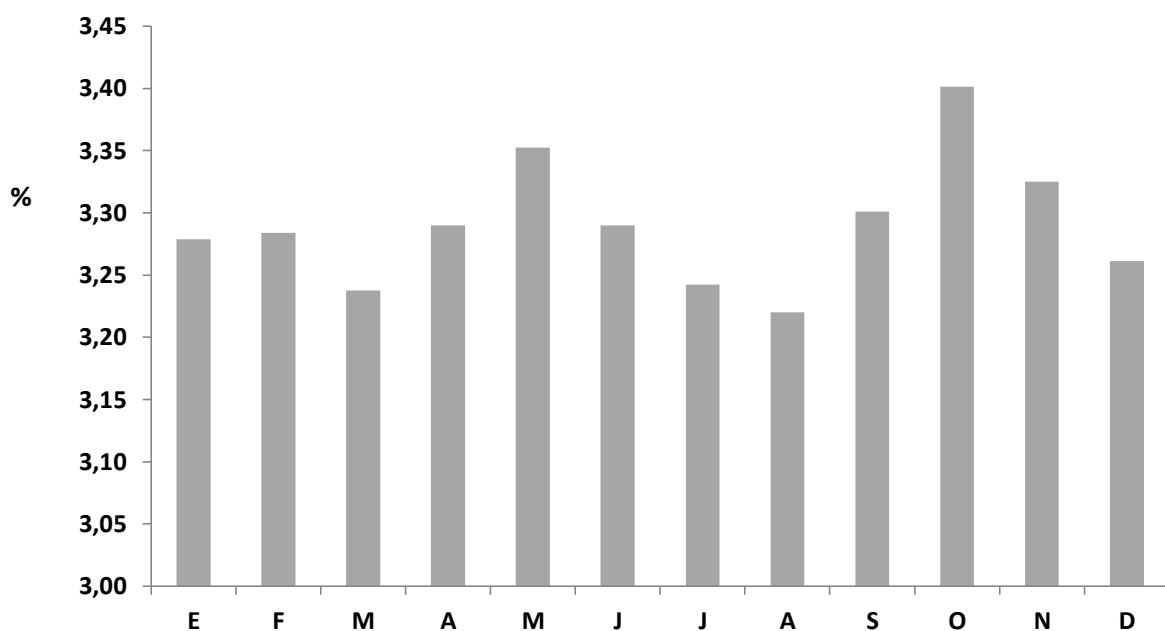


Figura 10: Evolución mensual del contenido de proteína (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Cuadro 12. Contenido de sólidos totales en la leche (%) comercializada durante el periodo 2005 - 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
E	6,42	6,56	6,68	6,16	6,62	6,70	6,62	6,70	6,56
F	6,38	6,44	6,88	6,26	6,76	6,68	6,76	6,38	6,57
M	6,08	6,42	6,30	6,48	6,60	6,84	6,60	6,48	6,48
A	6,44	6,24	6,38	6,36	6,74	6,60	6,74	7,14	6,58
M	7,00	6,04	6,10	6,50	6,98	6,98	6,98	7,06	6,71
J	5,78	5,96	6,02	6,62	7,00	6,96	7,00	7,30	6,58
J	5,94	6,18	6,36	6,68	6,46	6,80	6,46	7,00	6,49
A	6,06	6,12	6,58	6,58	6,54	6,38	6,54	6,72	6,44
S	6,64	6,36	6,64	6,62	6,36	6,68	6,36	7,16	6,60
O	6,46	6,32	6,88	6,72	7,14	6,92	7,14	6,84	6,80
N	6,64	6,06	6,48	6,92	6,74	6,96	6,74	6,66	6,65
D	6,52	6,54	6,48	6,36	6,44	6,74	6,44	6,66	6,52
Promedio	6,36	6,27	6,48	6,52	6,70	6,77	6,70	6,84	

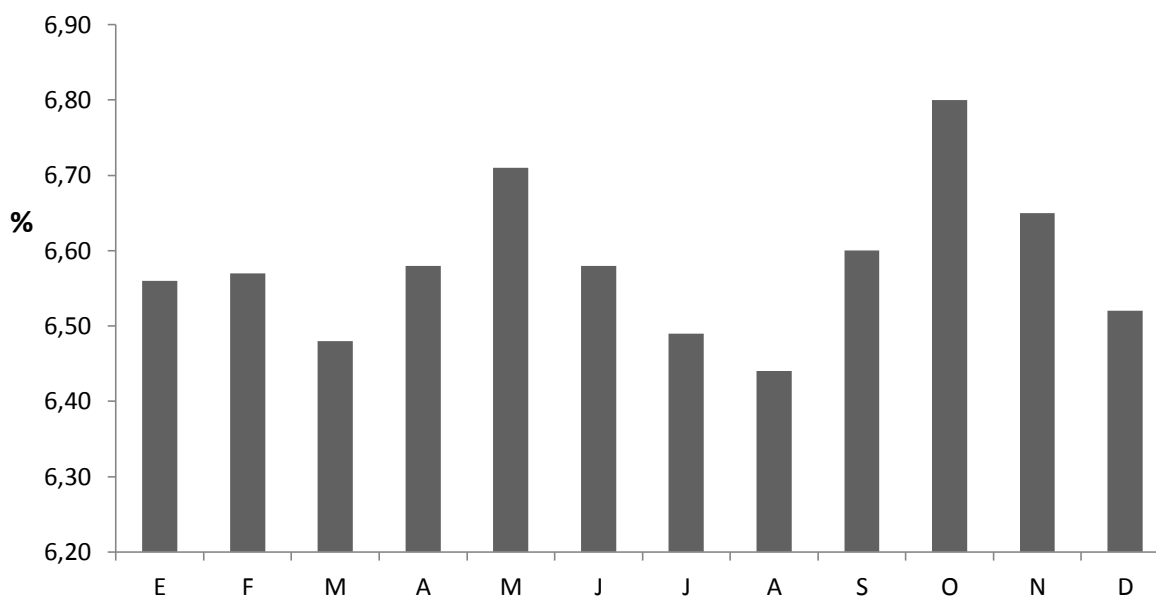


Figura 11. Evolución mensual del contenido de solidos totales (%), en la leche comercializada durante el periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Cuadro 13. Contenido de Urea en la Leche (mg/litro). Comercializada durante el periodo 2005 - 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
E	40	30	60	50	40	40	30	40	41
F	50	50	60	50	50	30	30	40	45
M	40	50	50	50	40	50	20	30	41
A	40	50	40	50	50	40	40	30	43
M	50	60	60	40	50	50	20	30	45
J	40	50	50	40	40	20	20	20	35
J	30	50	50	30	30	10	30	30	33
A	40	40	40	40	50	20	30	40	38
S	40	30	40	40	40	20	20	30	33
O	50	30	60	30	40	20	30	30	36
N	60	40	40	40	30	20	30	50	39
D	40	50	50	40	30	40	30	40	40
Promedio	43	44	50	42	41	30	28	34	

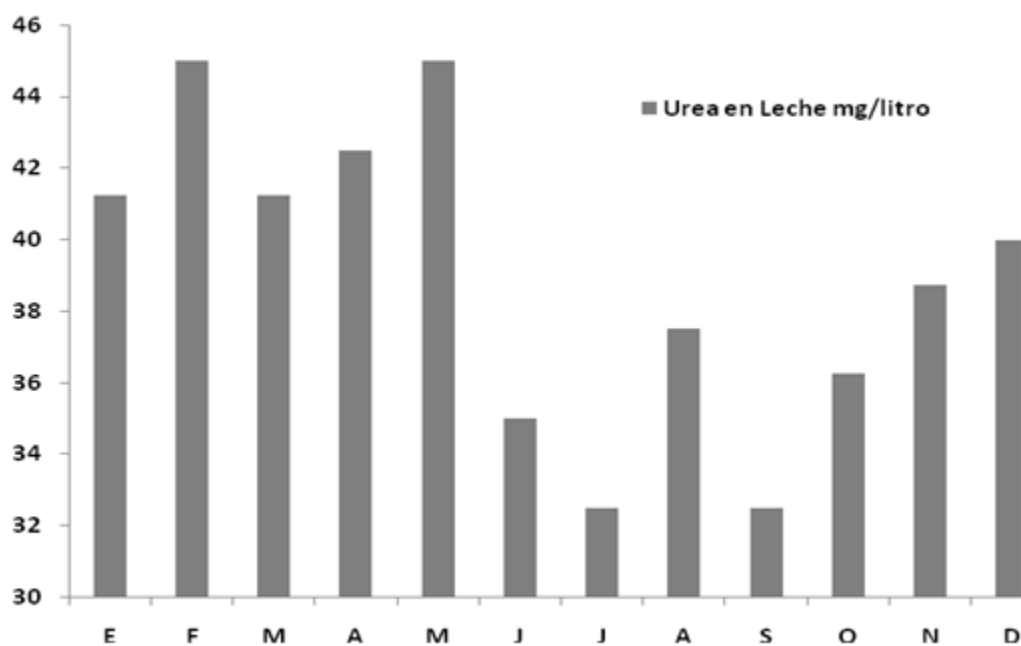


Figura 12. Evolución mensual del contenido de urea en la leche (mg/litro). Periodo 2005 – 2012. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Cuadro 14. Contenido de células somáticas en la leche (CS/litro) Comercializada durante el periodo 2005 – 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
E	479	117	108	281	319	451	351	544	331
F	368	270	180	280	486	431	362	457	354
M	139	491	178	280	275	475	328	636	350
A	93	475	270	204	172	595	302	644	344
M	110	237	195	109	272	241	374	514	257
J	215	156	340	147	346	217	480	361	283
J	159	118	180	139	205	311	500	467	260
A	224	184	215	87	255	165	527	265	240
S	243	106	149	126	301	229	622	329	263
O	156	156	231	131	395	339	421	278	263
N	152	144	188	141	519	186	477	290	262
D	194	295	155	241	529	177	321	293	276
Promedio	211	229	199	181	340	318	422	423	

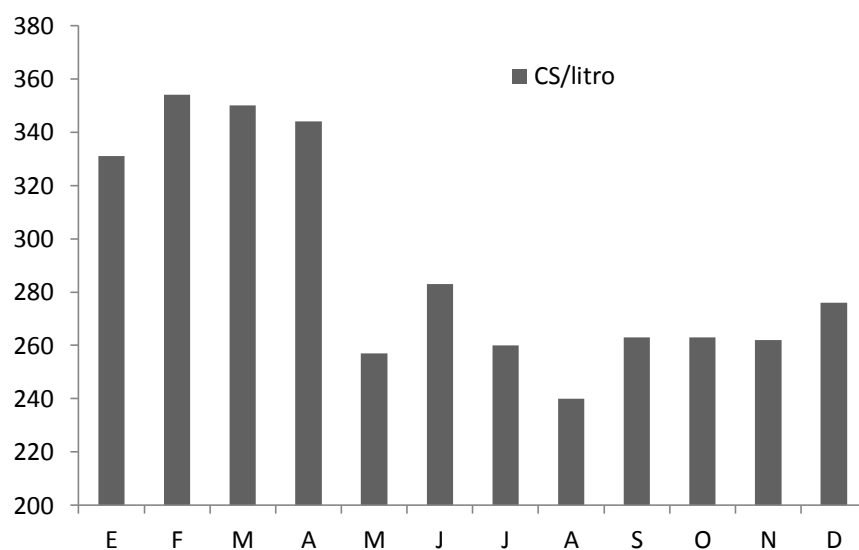


Figura 13. Evolución mensual del contenido de células somáticas en la leche (CS/lts) Comercializada durante el periodo 2005 – 2012 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

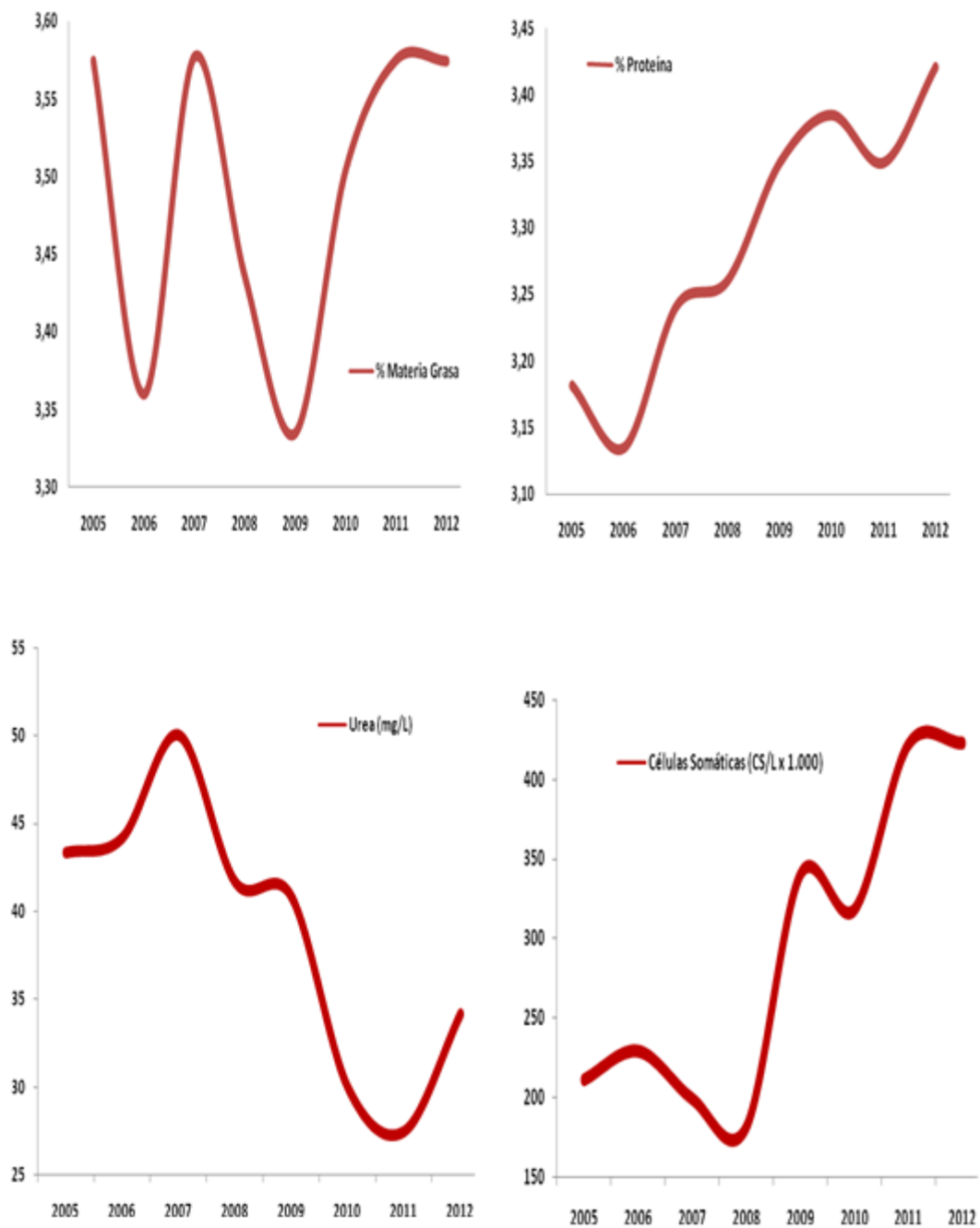


Figura 14. Evolución promedio anual de parámetros de calidad. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2005 – 2013

4.2. Caracterización del Sistema Productivo Periodo 2012 – 2013.

4.2.1. Condiciones de clima: En el periodo de estudio la temperatura promedio mensual fluctuó entre 17,4°C (enero) y 7.4°C (julio y agosto). La temperatura promedio mensual fue 11,8°C (Cuadro 150 y Figura 15). Estas temperaturas fueron muy similares a las presentadas en los últimos 13 años. La precipitación en el año 2103 fue 723 mm, 30.1% inferior al promedio de 12 años (1.035 mm) (Cuadro 16 y Figura 16).

4.2.2. Pasturas: La superficie destinada al sistema de producción de leche fue 74,85 ha, que se distribuyeron en 47 ha de pasturas permanentes compuesta por Ballica perenne más trébol blanco junto a diversas especies naturalizadas, que poblaron el sector, producto del manejo de factores tales como, fertilidad, disponibilidad de agua y manejo de pastoreo. Como suplemento a la pastura permanente, el sistema estableció en el año 2013, una pastura de Ballica anual + avena en una superficie de 19,85 ha, que correspondió al 26.52%, de la superficie total del área. Además, en el mes de noviembre se estableció una superficie de 8 hectáreas de nabos forrajeros, como suplemento de verano. La superficie del área lechera estuvo particionada en 8 potreros con superficie promedio de 9,35 hectáreas. (Cuadro 17).

Pastura Permanente: Las pasturas permanentes corresponden al tipo polifítica compuesta, principalmente, por *Lolium perenne* y *Trifolium repens*, *Bromus stamineus* y especies de hoja ancha. El aporte de Ballica perenne a la composición botánica total del año fue 88,6%, trébol blanco 1,4%, otras gramíneas perennes 5,9% y las especies de hoja ancha 4,1% (Cuadro 18).

Como se observa en la Figura 17, el aporte de *Lolium perenne* fue homogéneo durante todo el periodo de evaluación, donde su contribución dominó la composición de la dieta pastoril de las vacas lecheras. Muy diferente fue el comportamiento de *Trifolium repens*, que sólo presentó un alto aporte a la composición botánica en el periodo de enero, cuando las pasturas fueron sometidas a riego. Las especies de hoja ancha y las gramíneas

perenes, presentaron un comportamiento errático y en promedio contribuyeron a la producción de forraje en 10%.

La producción total de las pasturas, fueron diferentes de acuerdo a su condición. Las pasturas de buena condición lograron un rendimiento anual de 14,4 Ton MS/ha, y se ubican en el 65% de la superficie. Las pasturas de regular condición, que ocupan el 35% de la superficie lograron una producción anual de 10,62 Ton MS/ha y el 10% de la restante área de pasturas permanentes fue ocupada por pasturas de mala condición, cuyo rendimiento anual alcanzó a sólo 6,72 Ton MS/ha (Cuadro 19 y Figura 18).

Pastura de rotación corta: Como suplemento invernal y elaboración de forraje conservado, en el sistema lechero se consideró el establecimiento de una pastura anual, compuesta por *Lolium multiflorum* var. *Westerwoldicum* cv. Adrenalina + *Avena sativa* cv. Urano.

Esta pastura fue establecida en el mes de marzo de 2013, y su utilización se verificó a partir de abril de ese año. El área de estudio presentó una superficie total de 19,85 hectáreas, particionadas en 2 potreros con superficie promedio de 9,92 hectáreas. La producción total alcanzada fue 12.5 Ton MS/ha, donde el mayor aporte se verificó en el periodo de primavera (Cuadro 20). El aporte de las especies a la producción total de materia seca, muestra que en los primeros estados de desarrollo de la pastura la avena contribuyó con un porcentaje superior a 80% y a partir del mes de septiembre en adelante, este aporte fue inferior a 40% (Figura 19 y 20).

Cuadro 15. Temperatura promedio mensual y anual periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Mes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio	Máxima	Mínimo
E	15,9	16,5	15,9	16,7	15,1	15,1	16,1	17,4	16,8	15,1	16,4	17,9	17,4	16,3	17,9	15,1
F	16,0	16,5	14,8	16,7	18,0	16,9	15,3	18,1	16,1	14,5	16,3	16,4	16,6	16,3	18,1	14,5
M	13,5	13,7	15,2	14,7	14,0	12,9	14,6	15,5	15,3	14,5	13,9	14,9	13,8	14,3	15,5	12,9
A	10,6	10,7	10,9	12,1	10,1	11,1	10,7	11,0	13,0	10,8	11,3	10,9	12,5	11,2	13,0	10,1
M	10,4	10,7	8,6	8,4	9,2	8,7	7,8	9,0	9,8	7,6	8,5	9,8	10,2	9,1	10,7	7,6
J	8,2	5,6	9,9	8,5	7,7	9,9	5,9	8,1	7,2	8,8	8,0	7,8	7,5	7,9	9,9	5,6
J	7,8	7,4	6,5	7,9	7,5	8,6	6,5	8,8	5,8	6,5	6,6	5,8	7,4	7,2	8,8	5,8
A	8,6	9,5	8,3	8,7	7,9	8,1	5,1	8,1	9,5	7,5	7,7	8,3	7,4	8,1	9,5	5,1
S	9,4	9,6	9,2	8,9	9,3	9,0	9,2	9,8	8,7	8,8	9,8	9,9	9,2	9,3	9,9	8,7
O	11,9	10,9	10,9	11,0	10,4	10,8	10,9	10,9	10,4	10,7	9,6	10,6	11,0	10,9	11,9	10,4
N	12,0	12,5	13,5	13,0	11,4	12,7	12,0	14,1	10,5	12,2	13,1	13,1	12,4	12,5	14,1	10,5
D	16,2	14,3	13,3	14,9	14,2	14,4	13,9	16,7	13,6	13,5	16,2	14,5	15,8	14,7	16,7	13,3
Promedio	11,7	11,5	11,4	11,8	11,2	11,5	10,7	12,3	11,4	10,9	11,6	11,7	11,8	11,5		

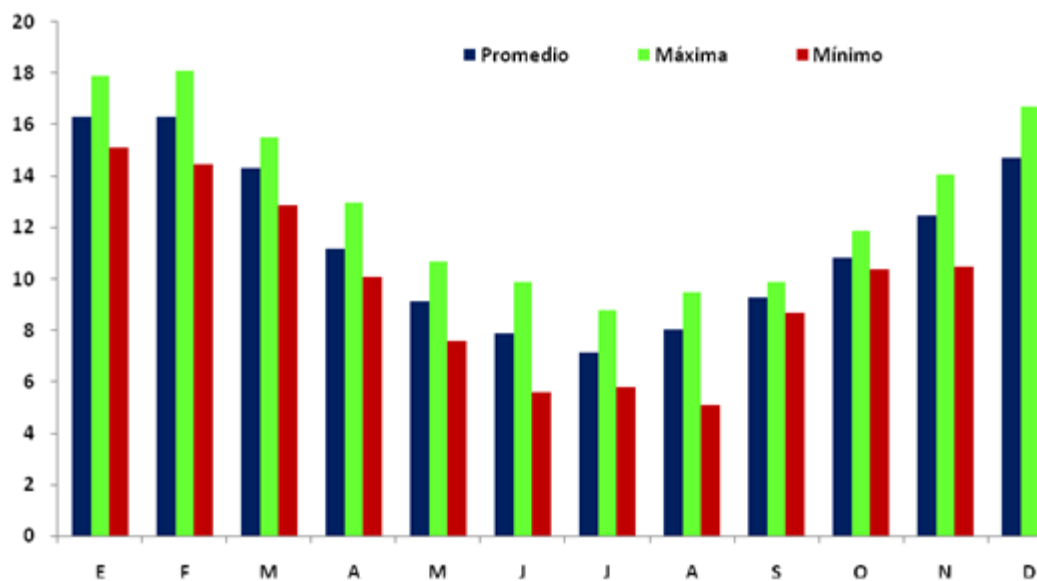


Figura 15. Temperatura promedio mensual y anual periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Cuadro 16. Precipitación mensual y anual (mm). Periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Mes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio	Máxima	Mínimo
E	54	50	20	10	36	86	15	11	12	34	44	19	12	31	86	10
F	6	30	7	17	2	43	28	1	43	70	29	80	52	31	80	1
M	54	135	20	49	81	56	14	32	14	47	39	26	13	45	135	13
A	54	94	29	156	42	128	119	54	58	19	105	24	38	71	156	19
M	223	64	34	37	293	85	86	206	205	39	117	101	115	123	293	34
J	206	140	296	230	233	266	195	113	91	170	127	213	105	183	296	91
J	359	116	138	198	138	243	172	170	77	170	116	86	104	160	359	77
A	97	130	96	94	217	129	99	227	183	119	166	81	140	137	227	81
S	44	125	144	96	88	124	65	106	43	11	113	53	72	83	144	11
O	36	236	81	156	67	77	67	27	82	36	44	43	40	76	236	27
N	97	132	81	68	3	26	22	54	92	46	46	15	56	57	132	3
D	2	81	42	56	46	78	49	12	57	38	8	107	6	45	107	2
Total	1.231	1.334	986	1.166	1.245	1.339	930	1.013	956	798	954	847	752	1.042		

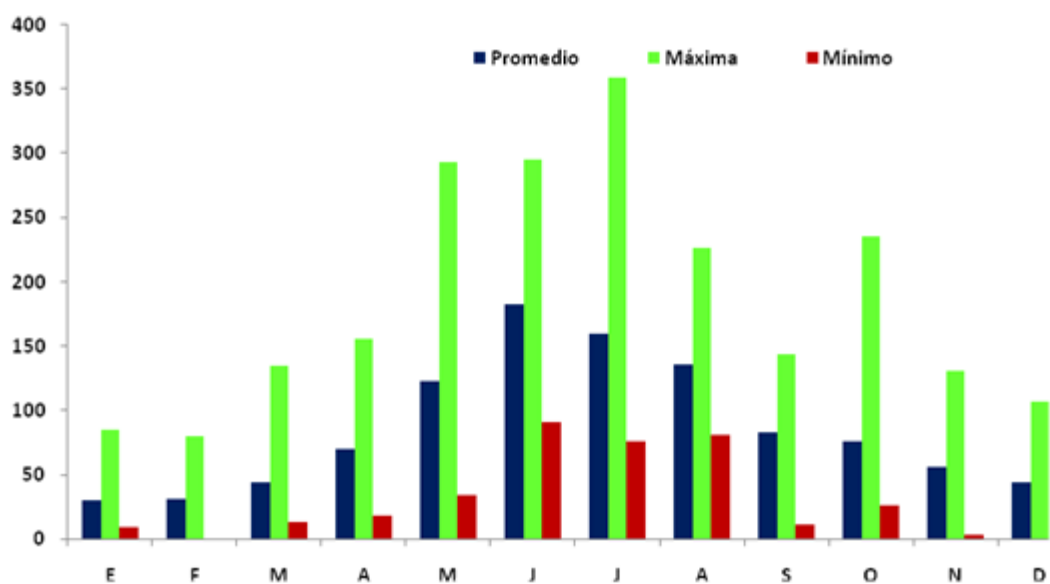


Figura 16. Precipitación promedio mensual (mm). Periodo 2001 – 2013 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera.

Cuadro 17. Superficie de pasturas Predio Maquehue (ha). Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013

Potrero	Potrero	ha	ha	%
Pastura permanente	1	0,75		
Pastura permanente	2	5,50		
Pastura permanente	3a	4,00		
Pastura permanente	3b	4,00		
Pastura permanente	7	15,00		
Pastura permanente	8	16,00		
Pastura permanente	10	1,75	47,00	62,79
Avena + Ballica anual	4	15,00		
Avena + Ballica anual	5-6	4,85	19,85	26,52
Nabos	3c	4,00		
Nabos	3d	4,00	8,00	10,69
Total		74,85	74,85	100,00

Cuadro 18. Composición botánica promedio de pasturas distribuidas en el área lechera de estudio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013

Mes	Ballica	T. blanco	Gramíneas	Otras sp.
Enero	83,1	9,5	2,9	4,5
Febrero	93,1	0,4	1,4	5,1
Marzo	93,5	0,6	2,0	3,9
Abril	94,5	0,0	0,0	5,5
Mayo	94,6	2,6	0,7	2,1
Junio	71,4	2,5	7,8	18,3
Julio	73,0	0,2	24,1	2,7
Agosto	93,5	0,0	4,1	2,5
Septiembre	98,6	0,8	0,0	0,6
Octubre	98,5	0,0	1,3	0,3
Noviembre	71,5	0,0	26,7	1,7
Diciembre	98,2	0,0	0,0	1,8
Promedio	88,6	1,4	5,9	4,1

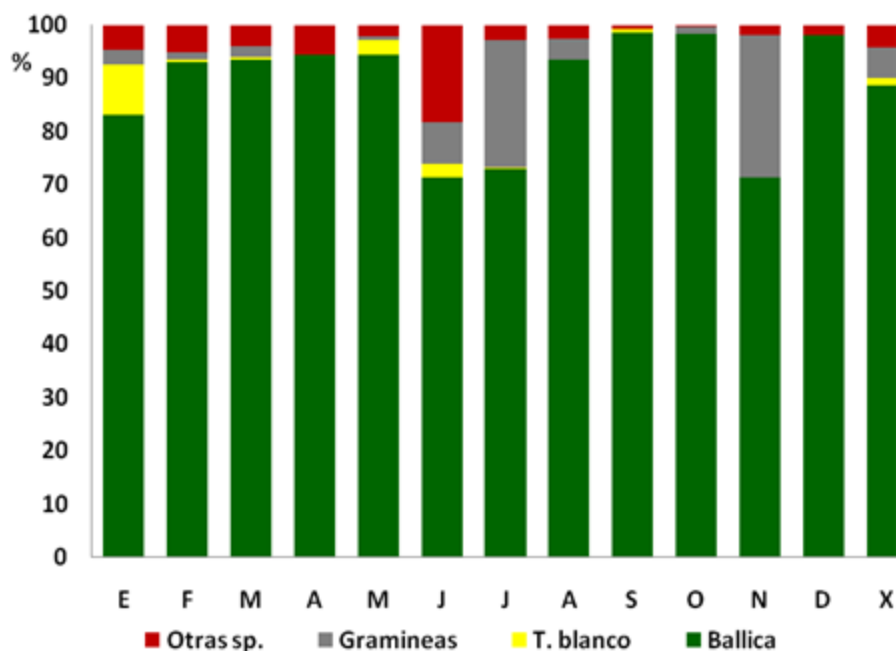


Figura 17. Composición botánica promedio de pasturas distribuidas en el área lechera del predio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Cuadro 19. Producción mensual de materia seca (Ton MS/ha) de tres condiciones de pasturas distribuidas en el área lechera del predio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Mes	Bueno	Regular	Malo
Enero	1.395	620	341
Febrero	560	420	196
Marzo	992	682	372
Abril	660	420	300
Mayo	558	372	248
Junio	450	240	120
Julio	372	186	62
Agosto	558	372	186
Septiembre	1.050	750	300
Octubre	2.232	1.798	1.085
Noviembre	2.640	2.130	1.650
Diciembre	2.945	2.635	1.860
Total	14.412	10.625	6.720

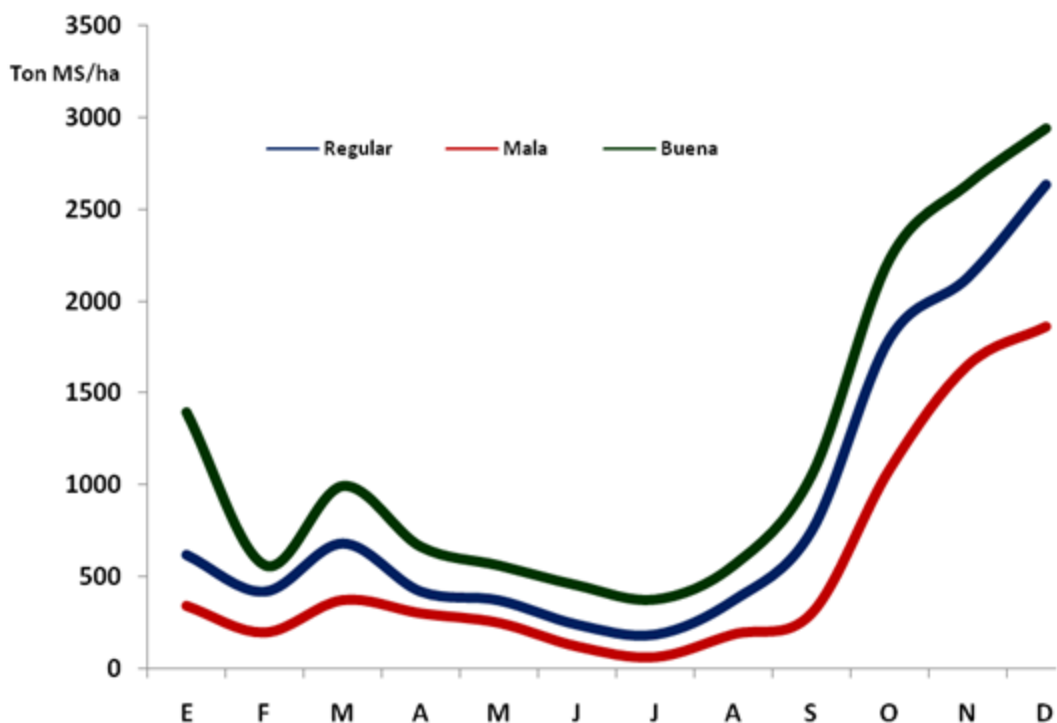


Figura 18. Curva de producción de pasturas distribuidas en el área lechera del predio. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Cuadro 20. Aporte a la producción por estación (kg MS/ha) y contribución porcentual, de ballica anual cv Adrenalina. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Estación del año	kg MS/ha	% Aporte
Otoño	875	7
Invierno	2.500	20
Primavera	9.125	73
Total	12.500	100

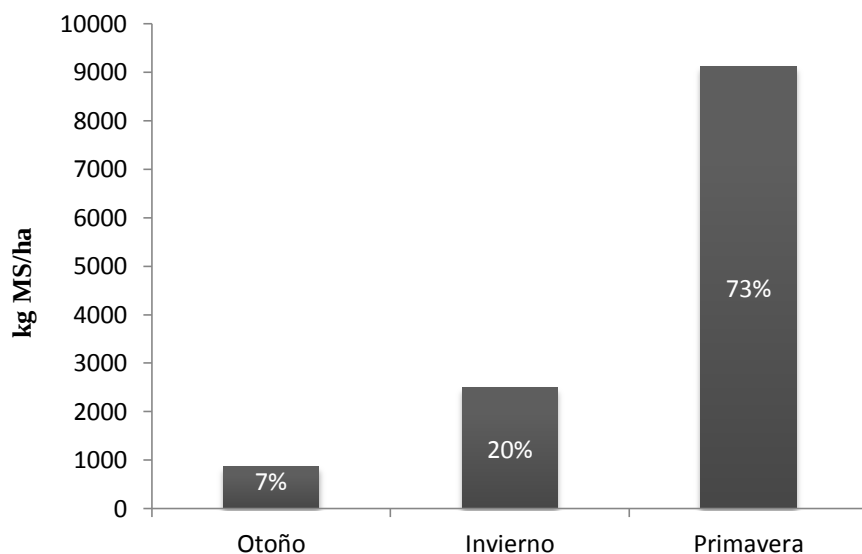


Figura 19. Distribución estacional de la producción (kg MS/ha) y contribución porcentual, de ballica anual cv Adrenalina. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

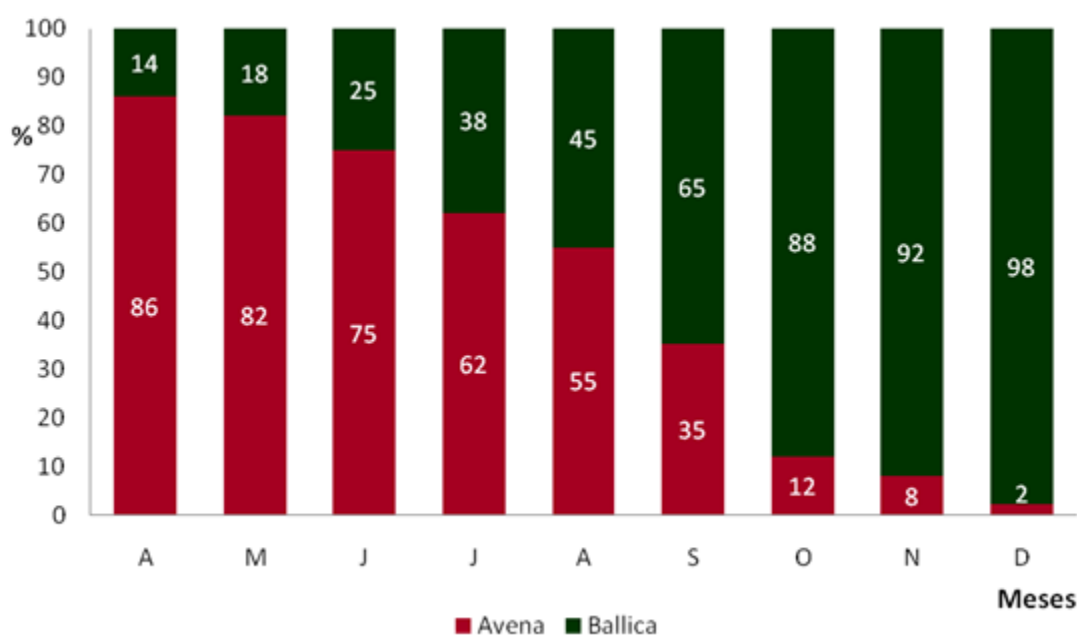


Figura 20. Contribución porcentual base materia seca de las especies constituyentes de la pastura de rotación corte, Avena + Ballica Anual. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

4.2.3. *Brassica rapa subsp. Rapa*: El cultivo de nabos forrajeros ocupó en la temporada de estudio una superficie de ocho hectáreas dividida en dos potreros de cuatro hectáreas cada uno, en los cuales los animales pastorearon utilizando un sistema restringido con cerco eléctrico en franjas de ancho no superior a dos metros. Del total de la superficie destinada a la lechería, los nabos ocuparon el 10.69% del área.

Brassica rapa subsp rapa es una especie bianual que durante el periodo de verano genera un gran desarrollo de hojas y un bulbo succulento que sobresale de la superficie del suelo, entregando un forraje de alta calidad nutritiva y fácil consumo a través del pastoreo de las vacas. (Demanet, 2008).

En el periodo de estudio se pudo verificar los cambios que presentan las plantas de nabos durante la época de utilización. La relación hoja/bulbo, se modificó desde un aporte de 55% de hojas en el mes de enero hasta un 29% en el mes de abril. Este se generó por el proceso natural de senescencia de las hojas, donde los bulbos pasan a tener una importante contribución (Cuadro 21 y Figura 21).

Cuadro 21. Disponibilidad de *Brassica rapa subsp rapa* expresado en kilos de materia seca por vaca día y aporte porcentual de hojas y bulbos, en base materia seca. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013.

Mes	kg MS/vaca/día	% Hoja	% Bulbo
Enero	4,91	55	45
Febrero	4,82	48	52
Marzo	4,61	41	59
Abril	3,61	29	71

Los animales tardan en alcanzar el máximo consumo voluntario de nabos porque la población de bacterias del rumen necesita ajustarse a una dieta baja en fibra. Durante esta fase de acostumbramiento es normal una disminución en la producción de leche que

posteriormente se normaliza. Para disminuir estas variaciones es recomendable adaptar al plantel gradualmente al nuevo alimento, teniendo en cuenta que el consumo de nabos no debe sobrepasar el 30% de la dieta diaria destinadas a las vacas. También es relevante considerar durante el periodo de suplementación de las vacas con este forraje suplementario, considerar un aporte constante de ensilaje para fomentar su desempeño productivo, evitando así el problema de sabor a nabo en la leche (Demagnet, 2008).

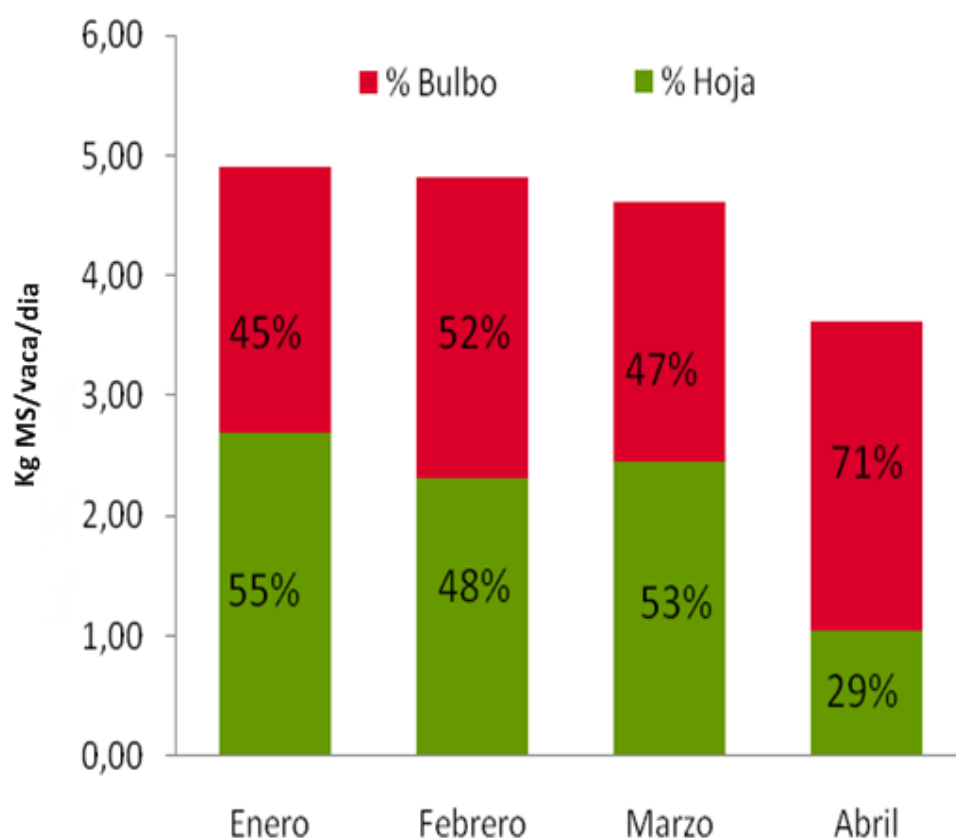


Figura 21. Disponibilidad de *Brassica rapa subsp rapa* expresado en kilos de materia seca por vaca día y aporte porcentual de hojas y bulbos, en base materia seca. Predio Maquehue. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

El proceso de entrega de nabos en el campo fue realizado en un sistema de pastoreo controlado con cerco eléctrico, con franjas largas y angostas, intentando aportar en forma diaria 5 Kg MS/vaca/Día.

Cuadro 22. Rendimiento de Nabo forrajero y aporte porcentual de hojas y bulbos al total de materia seca. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Días de crecimiento	kg MS/ha	% Hoja	% Bulbo
43	1.280	82	18
50	2.100	86	14
57	3.850	66	34
64	4.910	55	45
71	4.820	48	52
78	4.610	41	59
85	3.610	32	68
92	3.450	29	71
99	3.420	20	80

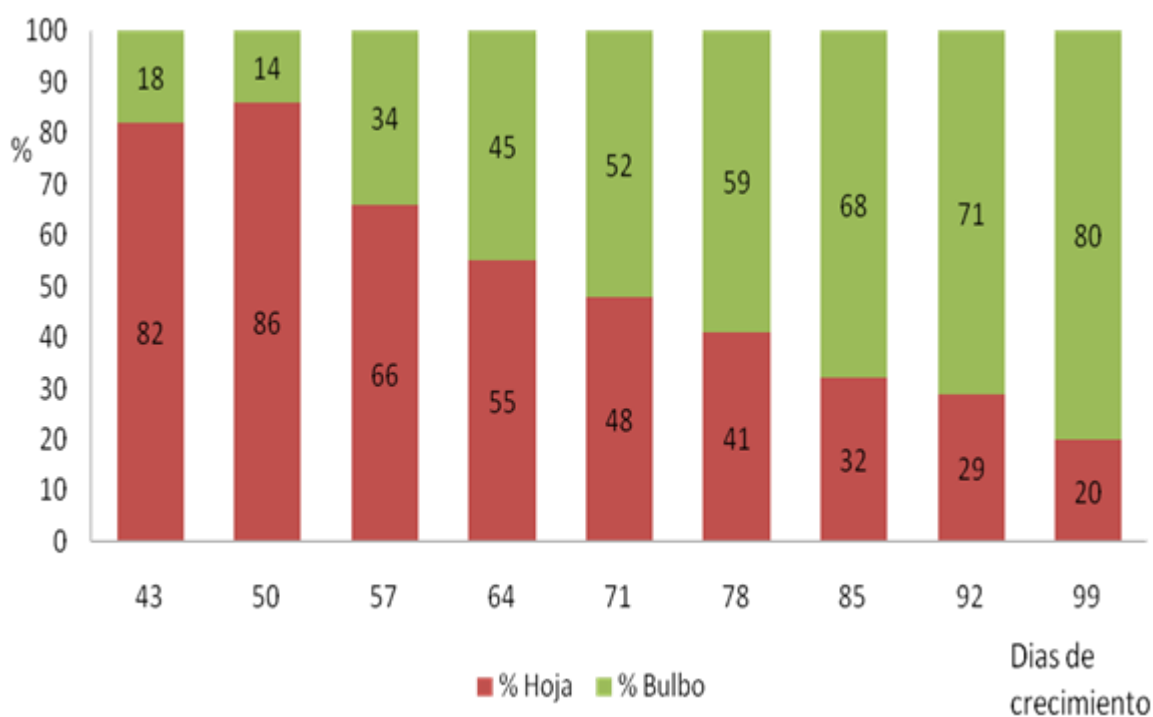


Figura 22. Porcentaje de aporte de hojas y bulbos a la producción de materia seca de Nabo Forrajero. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

En la evaluación de la producción total, se pudo determinar que los nabos lograron generar en el periodo productivo un máximo de 4,9 Ton MS/ha, donde el aporte a la producción total de materia seca fluctuó entre 18% y 80%. (cuadro 22 y figura 22).

4.2.3.- Composición de la dieta.

La composición de la dieta está referida a todos los alimentos consumidos por los animales productivos del campo en evaluación donde se buscó compatibilizar la disponibilidad de los recursos de forraje con los requerimientos de la masa ganadera.

La alimentación predominante en primavera y verano fue pradera, alimento de alta calidad nutricional. En las estaciones de otoño e invierno la alimentación se basó en una mezcla de avena más ballica junto con alimentos suplementarios que compensaron el déficit nutricional de la ración (Cuadro 23 y Figura 23).

Cuadro 23. Participación porcentual de los componentes de la dieta. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Estación	Pradera	Avena + Ballica	Nabo	Ensilaje	Maíz GH	Concentrado
Verano	39	0	33	0	0	28
Otoño	19	27	20	9	0	25
Invierno	12	32	0	28	9	19
Primavera	44	17	0	6	7	26

La participación porcentual definida por estación muestra claramente la tendencia a una alimentación basada en praderas más suplementos pastoreables en todas las estaciones a lo largo del año (Cuadro 24 y Figura 24).

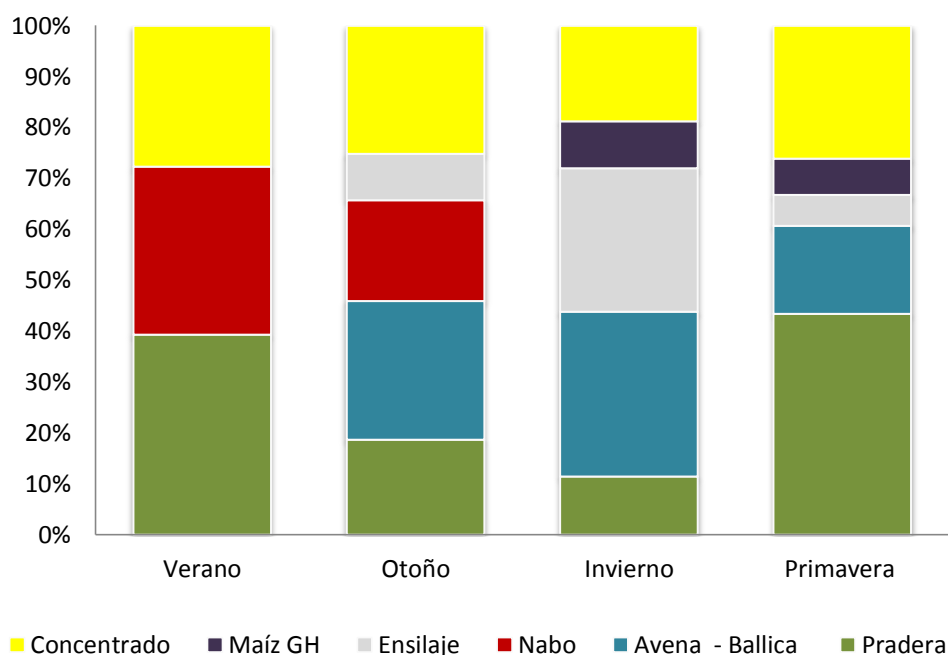


Figura 23. Participación porcentual de consumo por estación. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Cuadro 24. Participación porcentual de consumo de pradera más suplementos pastoreables por estación. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Estación	Pasturas(*)	Nabo	Ensilaje	Maíz GH	Concentrado
Verano	39	33	0	0	28
Otoño	46	20	9	0	25
Invierno	44	0	28	9	19
Primavera	61	0	6	7	26

(*) Pastura incluye Ballica perenne y la asociación ballica anual + avena

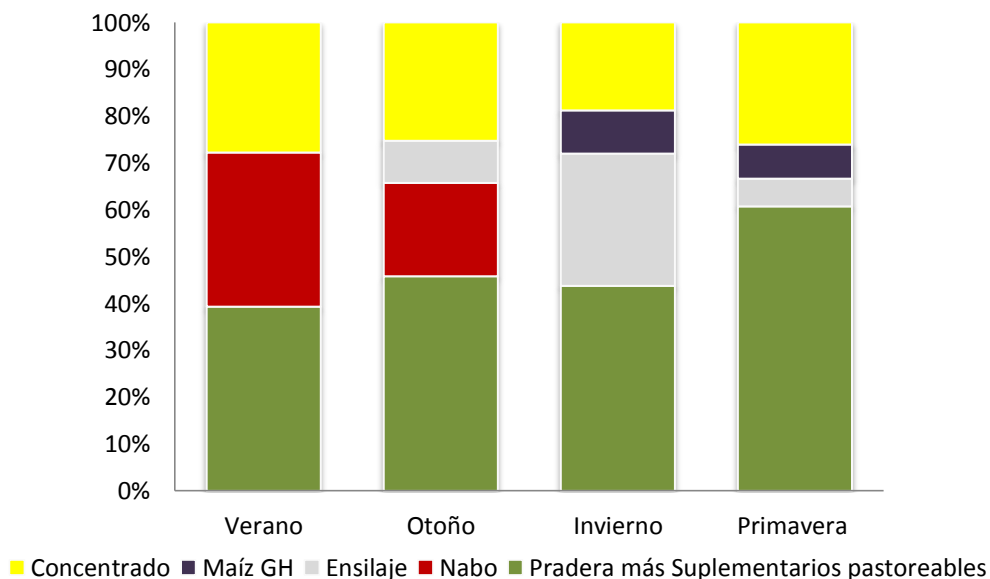


Figura 24. Participación porcentual de consumo de pradera más suplementos pastoreables (pasturas) por estación. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

En el año de evaluación, el **57%** del consumo de materia seca consumido por las vacas correspondió a pasturas: ballica perenne, ballica anual + avena y nabos forrajeros. El 43% provino de suplemento, dentro de los cuales se encontró maíz grano húmedo, ensilaje y concentrado. Según menciona Klover, 2003 una pradera de buena calidad es capaz de sustentar los requerimientos del animal para la producción de leche, sin embargo, la expresión del potencial genético de las vacas se logra aportando suplementos de alta concentración energética (Figura 25).

Los forrajes evaluados corresponden a la totalidad de alimentos entregados durante el periodo que se divide en dos tipos, el primero corresponde a forrajes internos, que son aquellos forrajes generados en el campo experimental y el segundo tipo son los forrajes importados que hacen referencia a todos los alimentos traídos desde fuera del campo.

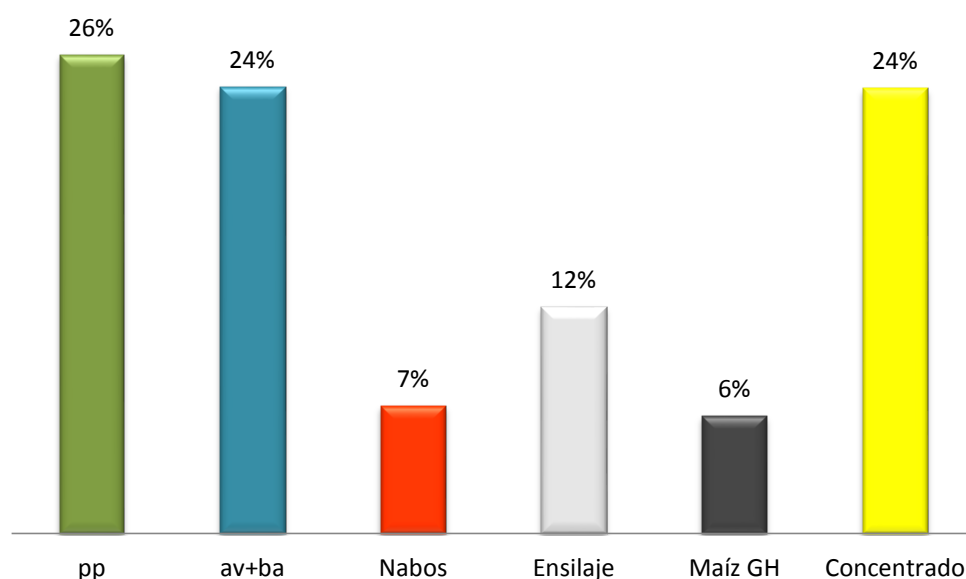


Figura 25. Aporte porcentual de los componentes a la dieta total de las vacas lecheras. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Los forrajes internos están referidos a pradera, avena más ballica, nabos forrajeros y ensilaje de pastura. Los forrajes importado son maíz grano húmedo y concentrado que tuvieron un aporte porcentual a la dieta entre 25% y 33%, según época del año (Cuadro 25 y Figura 26).

Edwards y Parker (1994), indican que en sistemas pastoriles la disponibilidad y calidad del forraje y su efecto sobre consumo voluntario de forraje, serian grandes factores que influenciarían la producción de leche.

Cuadro 25. Participación porcentual de consumo de forrajes internos e importados Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Estación	Forrajes internos	Forrajes importados
Verano	72	28
Otoño	75	25
Invierno	72	28
Primavera	67	33

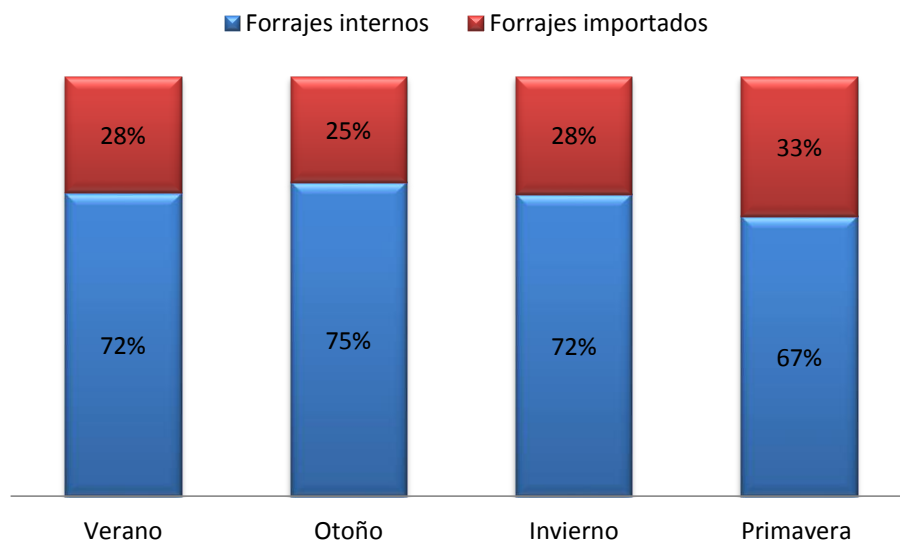


Figura 26. Participación porcentual de consumo de forrajes internos e importados Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

4.2.4. Producción de Leche.

En el periodo de estudio, la producción total de leche fue 472.219 litros, logrados a partir de un promedio de 62.49 vacas/día que generó un promedio de 21.60 litros por vaca/día. Las vacas son de raza Frisón Negro, cuyo mejoramiento está basado en un programa de inseminación artificial, que permite mantener la raza y generar un sistema donde se privilegia la producción por vaca y el incremento de sólidos.

El sistema consideró la ordeña diaria de las vacas en dos instancias, mañana y tarde, en una sala automatizada modelo espina de pescado, con un tiempo de ordeño diario de tres horas, dividido en 1,5 horas por ordeño. El producto generado es vendido a una empresa externa que retira en forma diaria la leche de los estanques de acumulación.

El personal que desarrolla toda la actividad ganadera corresponde a tres personas, que se distribuyen las tareas de ordeño, alimentación y movimiento del ganado, en forma alternada.

Cuadro 26. Producción láctea promedio mensual Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Año	Meses	Litros/vaca
2012	Noviembre	24,79
2012	Diciembre	24,43
2013	Enero	25,71
2013	Febrero	22,76
2013	Marzo	21,06
2013	Abril	19,42
2013	Mayo	18,44
2013	Junio	17,55
2013	Julio	20,31
2013	Agosto	21,19
2013	Septiembre	23,16
2013	Octubre	24,27
Promedio		21,92

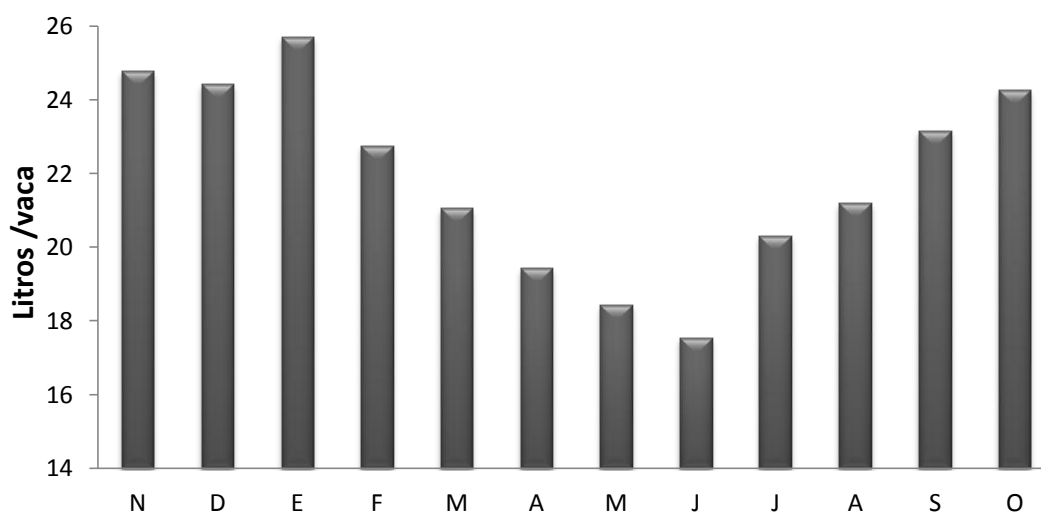


Figura 27. Producción láctea promedio mensual Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

El predio posee una infraestructura de almacenamiento de granos y forraje, junto a maquinaria suficiente para el movimiento del alimento del ganado, además de un incipiente sistema de riego, que permite acceder a este recurso en 55 hectáreas, que corresponde al 73,4% de la superficie destinada al hato lechero.

La variación en producción láctea promedio mensual reflejada en la figura 27, se observa que el mes de mayor producción promedio corresponde a enero con 25,71 litros por vaca a diferencia de junio el mes de menor producción con 17,55 litros por vaca (Cuadro 26 y Figura 27). Esto se debe a que una pradera pastoreada en condiciones climáticas favorables y sin limitaciones de humedad puede entregar un alimento de buena calidad, altamente digestible y consumible para los animales en verano, pero las características de la pradera cambian con el avance de la estación y los niveles de consumo descienden limitando el aporte de nutrientes al llegar a invierno y para compensar el déficit de pradera es indispensable suministrar una adecuada alimentación suplementaria.

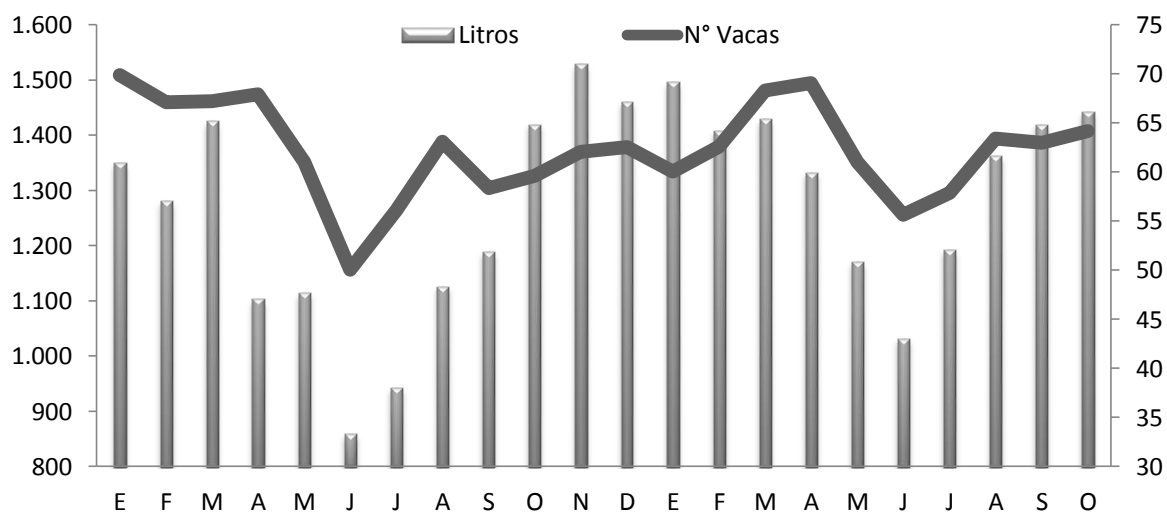


Figura 28. Variación mensual de la producción de leche y número de vacas. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

La producción de leche mensual presentó importantes cambios a través del año. En el mes de junio se presentó la menor producción de leche y que es coincidente con la presencia de un menor número de vacas en ordeño (figura 28).

4.2.5. Consumo.

El consumo total corresponde a la suma de los diferentes alimentos ingeridos por los animales. En la Figura 29 se muestra la relación entre el consumo de materia seca por vaca y los litros de leche producidos en forma diaria.

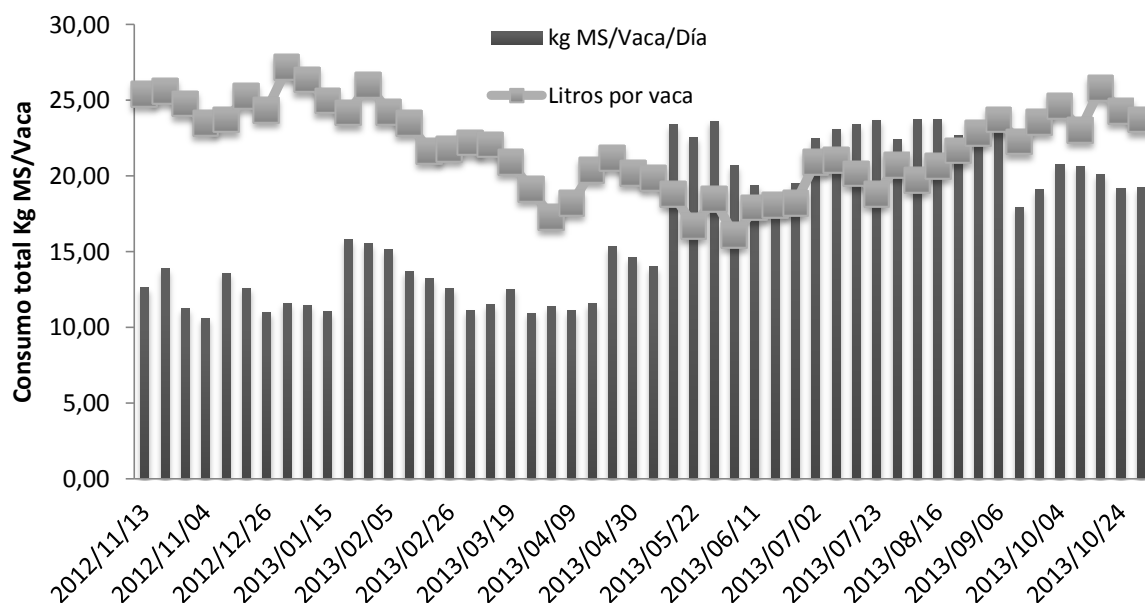


Figura 29. Consumo total de alimentos (Kg MS/Vaca) y producción de leche (L/Vaca) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

La mayor producción de leche se registró en primavera y verano con niveles superiores a 23 litros y la menor producción se obtuvo en invierno donde el alimento proporcionado al ganado es de menor valor nutricional.

El consumo tuvo un mal ajuste con la producción. En la medida que aumentó el consumo de materia seca la producción de leche decreció, lo que se puede atribuir a la menor calidad del forraje otorgado en ciertos periodos de la lactancia de las vacas (Figura 30).

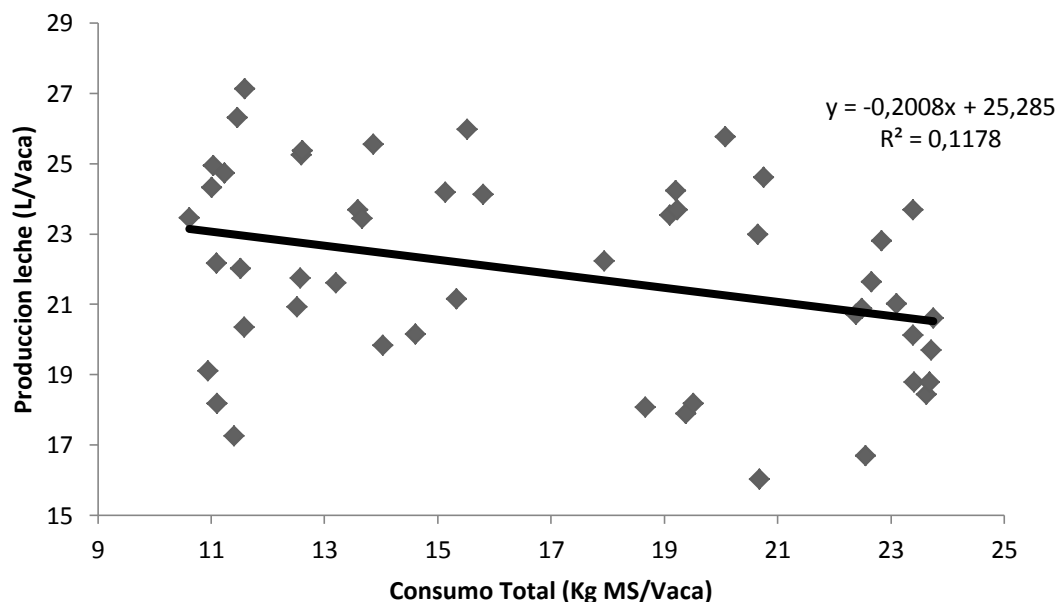


Figura 30. Relación entre el consumo total (Kg MS/Vaca) y producción de leche (L/Vaca) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Consumo de pradera: El consumo de praderas, se midió desde noviembre de 2012 hasta octubre 2013 una vez por semana y se relacionó con la producción de leche generada en campo durante todo el periodo de evaluación (Figura 31).

La pradera tiene una alta variabilidad durante las diferentes épocas del año, donde la frecuencia de pastoreo puede ser controlada por diversos criterios, tales como el número de días o intervalos entre pastoreos, disponibilidad de forraje presente al inicio del pastoreo, la altura sin disturbar de la vegetación y/o el número de hojas nuevas por macollo. En primavera se produce más del 50% del forraje anual sobrepasando la capacidad de consumo de los animales, en verano la frecuencia de pastoreo dependerá de las condiciones climáticas del lugar y si no existe déficit hídrico los pastoreos pueden ser similares a los realizados en primavera y en invierno la pradera difícilmente representará más del 30% de la ración diaria para vacas lecheras. (FIA, 2007).

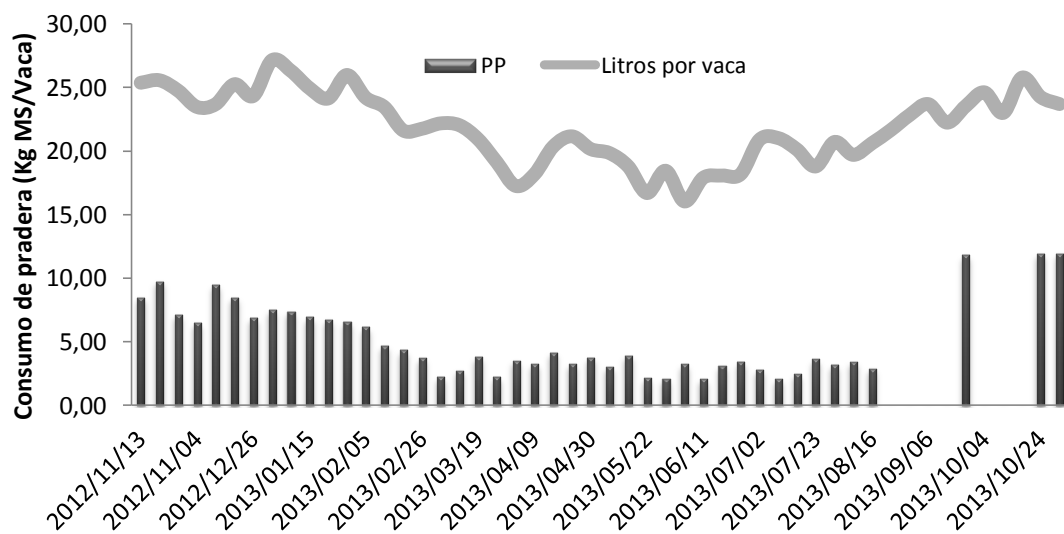


Figura 31. Consumo total de pradera (Kg MS/Vaca) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

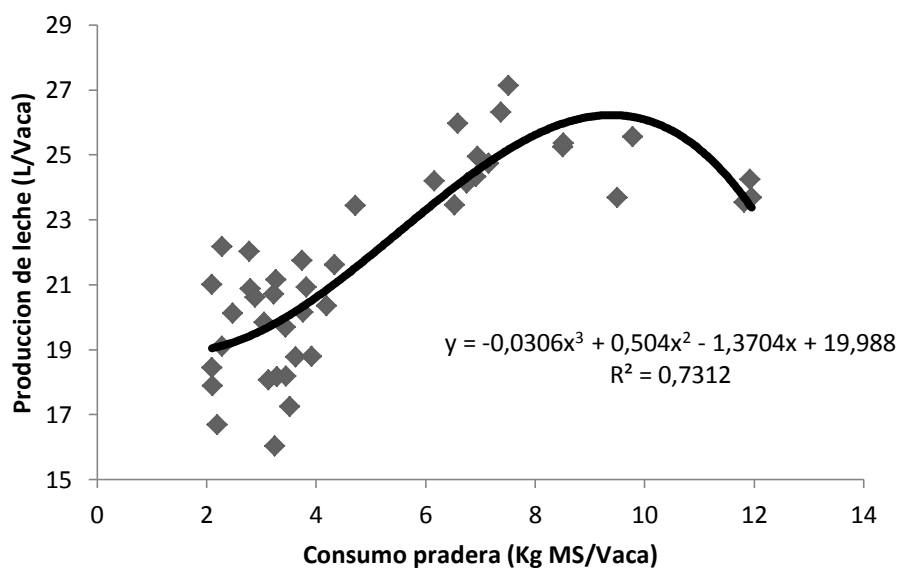


Figura 32. Relación entre el consumo de la pradera (Kg MS/Vaca) respecto a la producción de leche (L/Vaca) Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

A diferencia del consumo total, la relación entre el consumo de pradera y la producción de leche tuvo una muy buena correlación (Figura 32). A mayor consumo de pastura, las vacas registraron una mayor producción de leche diaria.

Consumo de mezcla Avena mas Ballica Anual: A partir del 26 de abril de 2013 se incorpora la mezcla de avena mas ballica a la ración alimentaria de los animales, hasta el 30 de septiembre donde se suspende su entrega una semana reiniciándose el día 04 de octubre de 2013 hasta el día 17 de octubre del mismo año, donde se da por finalizada la entrega de este alimento (Figura 33).

El mayor consumo de avena mas ballica se registra el día 04 de octubre con un total de 13,48 Kg MS/Animal y con una producción de leche de 24,62 litros por vaca. El promedio de consumo de la mezcla avena mas ballica fue 8,55 con una producción de leche de 20,58 litros por vaca.

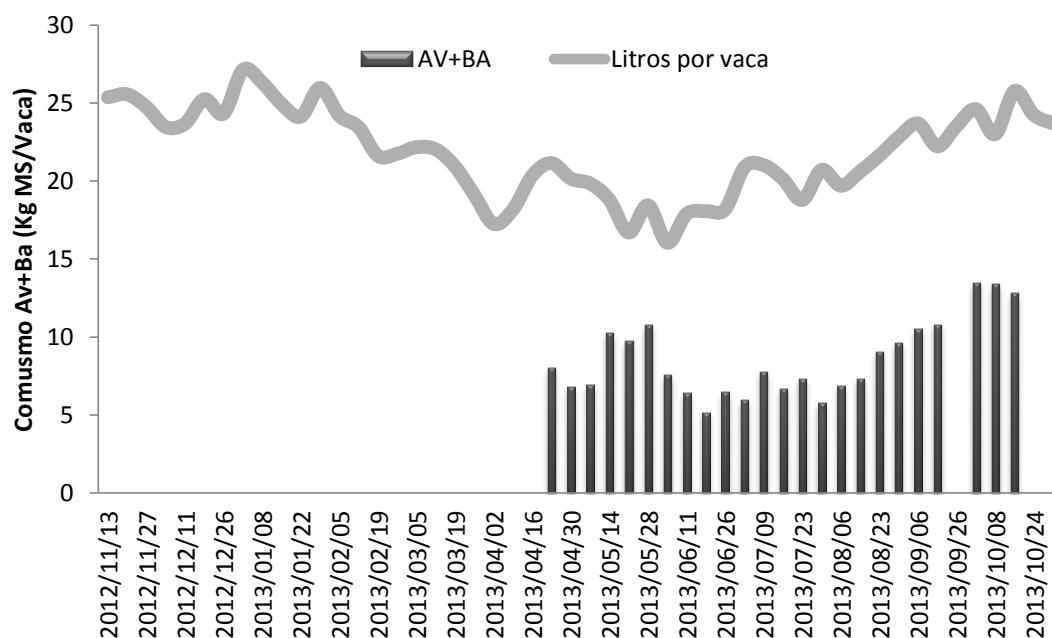


Figura 33. Consumo mezcla Avena mas Ballica Anual. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Al realizar la regresión lineal se obtiene que por cada kilo de materia seca consumido de avena mas ballica se generó un aumento de 0,5979 Litro de leche por vaca sobre una producción base de 15,344 litros de leche por vaca (Figura 34).

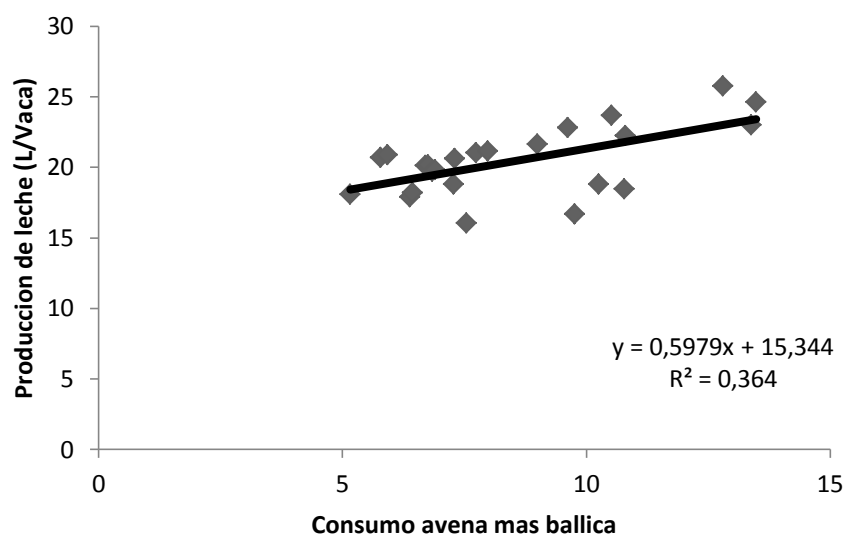


Figura 34. Consumo de avena mas Ballica respecto a la producción de leche. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Consumo de Nabos Forrajeros: A partir del 22 de enero de 2013 se incorporó a la dieta de las vacas nabos forrajeros. Este producto fue otorgado a los animales hasta el día 16 abril del mismo año. Figura 35.

El mayor consumo de nabos forrajeros se registró el día 22 de enero con un total de 4,97 kilos de materia seca por vaca y con una producción láctea de 24,14 litros por vaca. El promedio de consumo de nabos forrajeros fue 4,50 kilos de materia seca por vaca, con una producción de leche de 21,63 litros por vaca.

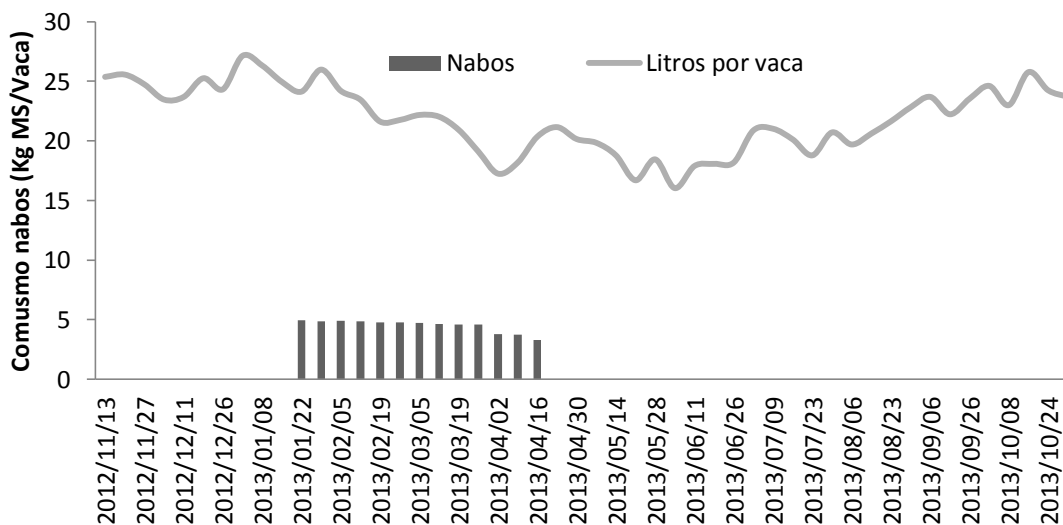


Figura 35. Consumo nabo. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Al realizar la regresión lineal se obtiene que por cada kilo de consumo de nabos forrajeros la producción de leche aumentó en 3,4277 litros por vaca, sobre una producción base de 6,2031 litros por vaca (Figura 36).

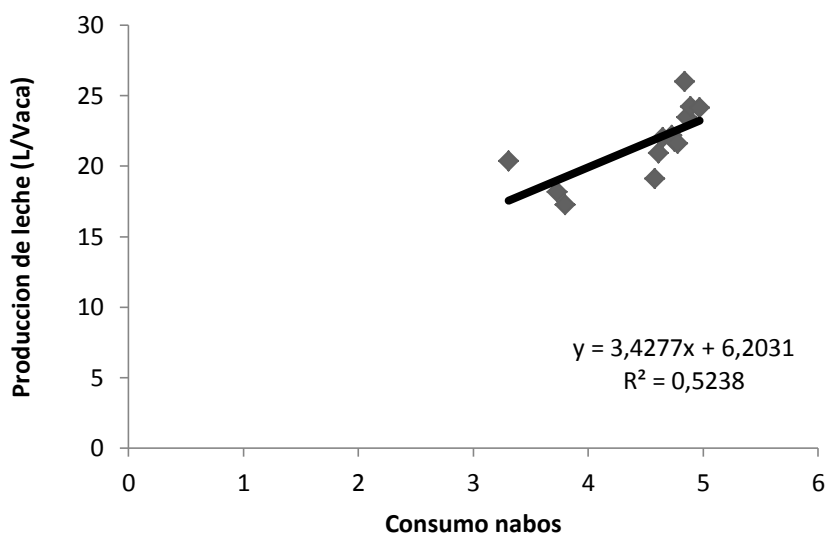


Figura 36. Consumo nabo respecto a la producción de leche. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Consumo de ensilaje: A partir del 14 de mayo de 2013 se incorporó ensilaje a la ración de las vacas, debido a la disminución de alimentación en base a praderas manteniéndose constante hasta el 6 de septiembre de 2013 donde finaliza la entrega de ensilaje (Figura 37).

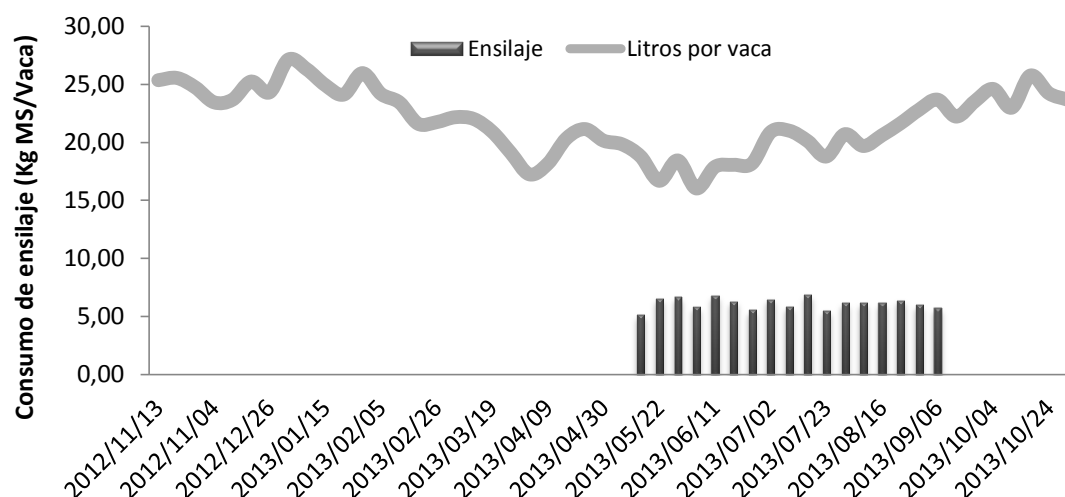


Figura 37. Consumo de ensilaje. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Teuber, *et al.*,(2007), señala que la suplementación del ganado en función de la producción se justifica solo cuando la disponibilidad y la calidad de la pradera no cumplen con las necesidades de los animales, así se permite compensar la utilización de este alimento.

Delaby, *et al.*,(2003), indica que el aporte de forrajes conservados no produce un incremento de producción y se justificaría, solo en el caso de escasas praderas con el propósito de aumentar la ingestión total o de prolongar la estación de pastoreo.

El mayor consumo de ensilaje se registra el día 17 de junio de 2013 con un total de 8,89 Kg MS/Vaca y con una producción de leche de 20,12 litros por vaca. El promedio de consumo de ensilaje del rebaño fue 6,12 Kg MS/Vaca con una producción de leche de 19,65 litros por vaca.

La tendencia general del uso de ensilaje, indicó que este producto no generó un aumento en la producción de leche, solo mantuvo los niveles, en el periodo que se utilizó en la dieta de las vacas (Figura 38).

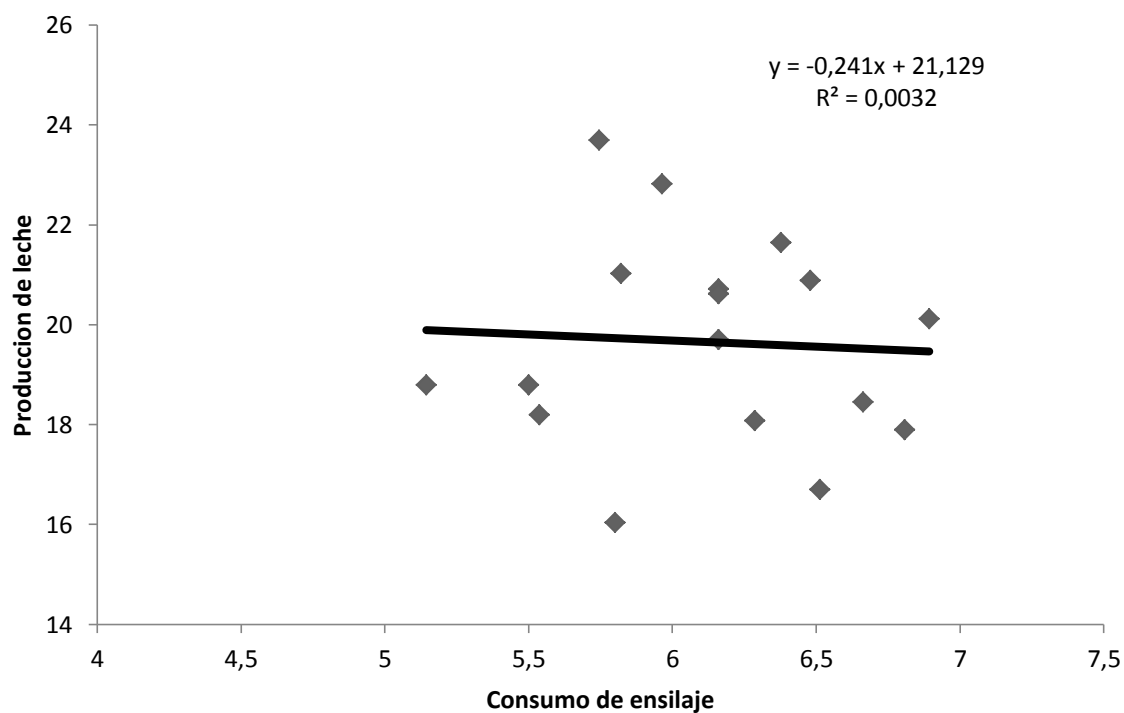


Figura 38. Consumo de ensilaje respecto a la producción de leche. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

5.- Conclusiones

- ✓ El 26% del consumo en pastoreo provino de la pastura compuesta, principalmente de ballica perenne, 24% de ballica anual más avena y 7% de nabos forrajeros.
- ✓ El sistema basa su alimentación en forrajes que son pastoreados durante todas las estaciones del año.
- ✓ El sistema de producción de leche de la Estación Experimental Maquehue, puede ser considerado pastoril donde el 57% de la dieta promedio anual de las vacas en producción de leche, corresponde a pastura consumida en pastoreo.

6.- Resumen

El estudio se realizó en un Andisol de la Serie Freire, Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de la Frontera, ubicada en el Llano Central de la Región de la Araucanía, Comuna de Freire, Provincia de Cautín (38°50' LS – 72°40' LO).

El periodo de investigación se inició el día 13 de noviembre del 2012 y finalizó el día 28 de octubre de 2013 donde el pastoreo se realizó de forma aleatoria según el manejo utilizado habitualmente por el sistema productivo, definido por la administración del predio. Se buscó evaluar el consumo de materia seca de las vacas, cuya raza es Frisón Negro Chileno en una superficie total de 74,85 ha que se distribuyeron en 47 ha de pasturas permanentes compuesta por Ballica perenne más trébol blanco. Como suplemento a la pastura permanente, el sistema estableció en el año 2013, una pastura de Ballica anual + avena en una superficie de 19,85 ha. Además, en el mes de noviembre se estableció una superficie de 8 hectáreas de nabos forrajeros, como suplemento de verano. La superficie del área lechera estuvo particionada en 8 potreros con superficie promedio de 9,35 hectáreas

Las pasturas permanentes corresponden al tipo polifítica compuesta, principalmente, por *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Bromus stamineus* y especies de hoja ancha. El aporte de Ballica perenne a la composición botánica total del año fue 88,6%, trébol blanco 1,4%, otras gramíneas perennes 5,9% y las especies de hoja ancha 4,1%. Las pasturas de buena condición lograron un rendimiento anual de 14,4 Ton MS/ha, y corresponde al 65% de la superficie. Como suplemento invernal y elaboración de forraje conservado, en el sistema lechero consideró el establecimiento de una pastura anual, compuesta por *Lolium multiflorum* var. *Westerwoldicum* cv. Adrenalina + *Avena sativa* cv. Urano, cuya producción total alcanzada fue 12.5 Ton MS/ha, donde el mayor aporte se verificó en el periodo de primavera. El proceso de entrega de *Brassica rapa subsp. Rapa* fue realizado en un sistema de pastoreo controlado con cerco eléctrico, con franjas largas y angostas, que aportó en forma diaria 4,5 Kg MS/vaca/Día.

Para determinar las disponibilidades de MS pre y post pastoreo se utilizó un método indirecto Rising Plate Meter, que permitió definir el consumo de materia seca de pastura por unidad de superficie. La superficie de pastoreo se calculó en forma manual con una huincha de medir graduada a 1 centímetro de precisión. El consumo de materia seca aparente del resto de los alimentos utilizados fue a través del pesaje del alimento ofrecido y alimento rechazado.

El diseño de evaluación corresponde a una investigación no experimental sobre base de datos secundarios históricos que se correlaciona entre sí en base a un diseño descriptivo

donde se obtiene que el 26% del consumo en pastoreo provino de la pastura compuesta, principalmente, de ballica perenne, 24% de ballica anual más avena y 7% de nabos forrajeros. El sistema basa su alimentación en forrajes que son pastoreados durante todas las estaciones del año y el sistema de producción de leche de la Estación Experimental Maquehue, puede ser considerado pastoril donde el 57% de la dieta promedio anual de las vacas en producción de leche, corresponde a pastura consumida en pastoreo.

7. - Summary

The study was conducted in an Andisol of Freire series, Maquehue Experimental Station, belonging to the Universidad de la Frontera, located in the Llano Central Region of the Araucanía, commune of Freire, Cautín province (38 ° 50' LS - 72 ° 40' thing).

The investigation period started on November 13 2012 and ended the day 28 October 2013 where grazing was carried out randomly according to management commonly used by the system productive, defined by the administration of the estate. We sought to evaluate the dry matter intake of cows, whose race is Frisian black Chilean on a surface of 74,85 ha which were distributed in 47 has permanent pasture made up of perennial ryegrass more white clover. As Supplement to permanent pasture, the system established in the year 2013, a pasture of annual ryegrass oats has a surface of 19.85. In addition, 8 hectares of forage turnips, as summer supplement was established in November. The surface of the dairy area was partitioned in 8 paddocks with average area of 9,35 hectares

Permanent pastures correspond to type composite polifítica, mainly, for *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Bromus stamineus* and broadleaf species. The contribution of perennial ryegrass to total botanical composition of the year was 88.6%, 1.4% white clover, other perennial grasses 5.9% and 4.1% broadleaf species. Pastures of good condition achieved an annual yield of 14.4 Ton MS / ha, and corresponds to 65% of the surface. As winter supplement and preparation of forage preserved in the dairy system considered the establishment of an annual pasture, composed of *Lolium multiflorum* var. *Westerwoldicum* cv. Adrenaline Avena sativa cv. Uranus, whose total production reached was 12.5 Ton MS / ha, where the biggest contribution was verified in the period of spring. The process of delivery of *Brassica rapa subsp. Rapa* was performed in a grazing system controlled with electric fences, with long, narrow, strips that I contribute on a daily basis 4,5 Kg MS/cow/day.

Grazing was used to determine the availability of MS pre and post a Rising Plate Meter indirect method, allowing to define the consumption of dry matter of grazing per surface

unit. Grazing surface was calculated manually with a banner measuring scale to 1 cm accuracy. Apparent dry matter of the rest of the used food consumption was through the weighing of food offered and refused food

The evaluation design corresponds to a non-experimental research on database side historical that is correlated among themselves based on a descriptive design where you get that 26% of consumption in grazing came composite pasture, mainly, perennial ryegrass, 24% of annual ryegrass more oats and 7% of forage turnips. System based his power on Forages that are grazed during all seasons of the year and the system of milk production of the Experimental Station of Maquehue, can be considered pastoral where 57% of diet average annual milk production in cows, it corresponds to consumed in grazing pasture.

8.-LITERATURA CITADA

Anwandter, V., Balocchi, O., Parga, J., Canseco, C., Teuber, N., Abarzúa, A., Lopetegui, J y Demanet, R. 2007. Métodos y control de pastoreo. Manejo de pastoreo. Proyecto FIA. Gobierno de Chile. Osorno, Chile. P 91- 105.

Balocchi, O., Teuber, N., Parga, J., Demanet, R., Anmandter, V., Lopetegui, J., Canseco, C., Abarzua, A. 2007. Crecimiento de las plantas forrajeras y su adaptación al pastoreo. Proyecto FIA. Gobierno de Chile. Osorno Chile, P 9-22.

Bryant, R.H., Dalley, D.E., Gibbs, J., Edwards, G.R. 2013. Effect of grazing management on herbage protein concentration, milk production and nitrogen excretion of dairy cows in mid-lactation. Grass and Forage Science.

Canseco, C., Demanet, R., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa, A., Teuber, N y Lopetegui, J. 2007. Manejo de pastoreo. Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. Manejo de pastoreo. Proyecto FIA. Gobierno de Chile. Osorno, Chile. P 23-105.

Chapman, D.F., Tharmaraj, J., Agnusdei, M., Hill., J. 2011. Regrowth dynamics and grazing decision rules: further analysis for dairy production systems based on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) pastures. Grass and Forage Science. 67, 77–95.

Cid Iván. 2008. Relación entre el consumo aparente de forraje de forraje en primavera y la producción de leche de vacas en pastoreo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. P 3-63.

Demanet, R., Cantero, E., Canseco, C. 2006. Técnicas de manejo de pastoreo para producción de carne bovina en praderas permanentes. Revista mundo ganadero, Octubre 2006. P 15-17.

Fariña, S.R., García, S.C., Fulkerson, W.J., Barchia, I.M. 2011. Pasture-based dairy farm

systems increasing milk production through stocking rate or milk yield per cow: pasture and animal responses. *Grass and Forage Science*. 66, 316–332.

Fariña, S.R., García, S.C., Fulkerson, W.J., Barchia, I.M. 2011. Pasture-based dairy farm systems increasing milk production through stocking rate or milk yield per cow: pasture and animal responses. *Grass and Forage Science*. 66, 316–332.

Faverdin, P., Baratte, C., R, Delagarde., Peyraud, J.L. 2010. Grazeln: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 1. Prediction of intake capacity, voluntary intake and milk production during lactation. *Grass and Forage Science*. 66, 29–44.

Gibb, M.J., Huckle, C.A., Nuthall, R., Rook, A.J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behavior by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science*. 52, 309–321.

Gregorini, P., Gunter, S.A., Masino, C.A., Beck, P.A. 2007. Effects of ruminal fill on short-term herbage intake rate and grazing dynamics of beef heifers. *Grass and Forage Science*. 62, 346–354.

Hodgson, J. 1984 Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44, 99-104.

Hofstetter, P., Steiger Burgos, M., Petermann, R., Münger, A., Blum, J.W., Thomet, P., Menzi, H., Kohler, S., Kunz, P. 2010. Does body size of dairy cows, at constant ratio of maintenance to production requirements, affect productivity in a pasture-based production system? *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 95, 717–729.

Klei, F., 2003. Utilización de praderas y nutrición de vacas en pastoreo. Hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de investigación agropecuaria, centro de investigación Remehue. Osorno, Chile 3:1-13.

Kondo, S. 2011. Recent progress in the study of behavior and management in grazing

cattleas. *Animal Science Journal*. 82, 26–35.

Lisonbee, L.D., Villalba, J.J., Provenza, F.D. 2009. Effects of tannin on selection by sheep of forages containing alkaloids, tannins and saponins. *J Sci Food Agric*. 89, 2668–2677.

McCarthy, S., Horan, B., Rath, M., Linnane, M., O'Connor, P., Dillon, P. 2006. The influence of strain of Holstein-Friesian dairy cow and pasture-based feeding system on grazing behaviour, intake and milk production. *Grass and Forage Science*. 62, 13–26.

McGilloway, D.A., Cushnahan, A., Laidlaw, A.S., Mayne, C.S., Kilpatrick, D.J. 1998. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass and Forage Science*. 54, 116–126.

Mella, A. y Kühner, A. 1985. *Suelos volcánicos de Chile*. Editor Juan Tosso. Primera Edición. INIA, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Capítulo 8. 772 p.

Mitani, T., Takahashi, M., Ueda, K., Nakatsuji, H., Kondo, S., Okubo, M. 2005. Effects of supplementary corn silage on the feed intake and milk production of time-restricted grazing dairy cows. *Animal Science Journal*. 76, 331–337.

Mitani, T., Ueda, K., Endo, T., Takahashi, M., Nakatsuji, H., Kondo, S. 2012. Effect of feeding non-fibrous carbohydrate before grazing on intake and nitrogen utilization in dairy cows throughout the grazing season. *Animal Science Journal*. 83, 121–127.

Nakatsuji, H., Nishimichi, Y., Yayota, M., Takahashi, M., Ueda, K., Kondo, S., Okubo, M. 2006. Effects of grass height at the start of grazing on herbage intake and milk production under rotational grazing by lactating dairy cows. *Grassland Science*. 52, 175–180.

Ohgi, T., Hara, S., Ozeki, T., Fujita, M., Sakai, O., Kashuya, H., Doukoshi, A., Nishimura, K. 2006. Feed intake, lactation performance, blood metabolites and fertility in early lactation dairy cows grazing a timothy pasture. *Animal Science Journal*. 77, 215–222.

Orr, R.J., Griffith, B.A., Cook, J.E., Champion, R.A. 2011. Ingestion and excretion of nitrogen and phosphorus by beef cattle under contrasting grazing intensities. *Grass and*

Forage Science. 67, 111–118.

Pérez-Prieto, L.A., Peyraud, J.L., Delagarde, R. 2012. Does pre-grazing herbage mass really affect herbage intake and milk production of strip-grazing dairy cows? Grass and Forage Science. 68, 93–109.

Rouanet, J 1983. Clasificación Agroclimática Novena Región, Macroáreas II. Segunda aproximación. Investigación y progreso agropecuario. INIA Carillanca Chile (2): 23-26.

Sayers, H.J., Mayne, C.S. 2001. Effect of early turnout to grass in spring on dairy cow performance. Grass and Forage Science. 56, 259-267.

Teuber, N. y Romero, O. 2004. Manejo de praderas. 254 p. *In: R. Romero* (ed) Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX, X Regiones Instituto de investigaciones agropecuarias, centro de investigación Carillanca. Temuco, Chile.

Vidal Ana. 2008. Relación entre el consumo aparente de forraje de forraje en verano y la producción de leche de vacas en pastoreo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. P 6-59.

9.- Anexo

Cuadro 22: Producción de leche semanal Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013

Fecha	Litros por vaca
2012/11/13	25,37
2012/11/20	25,56
2012/11/27	24,75
2012/11/04	23,47
2012/12/11	23,69
2012/12/18	25,26
2012/12/26	24,33
2013/01/01	27,14
2013/01/08	26,32
2013/01/15	24,95
2013/01/22	24,14
2013/01/29	25,98
2013/02/05	24,20
2013/02/12	23,45
2013/02/19	21,62
2013/02/26	21,75
2013/03/05	22,18
2013/03/12	22,03
2013/03/19	20,93
2013/03/26	19,10
2013/04/02	17,25
2013/04/09	18,18
2013/04/16	20,35
2013/04/26	21,16
2013/04/30	20,16
2013/05/06	19,84
2013/05/14	18,79
2013/05/22	16,69
2013/05/28	18,45
2013/06/04	16,03
2013/06/11	17,90
2013/06/18	18,07
2013/06/26	18,19
2013/07/02	20,89
2013/07/09	21,02
2013/07/17	20,12
2013/07/23	18,79
2013/07/30	20,71
2013/08/06	19,70
2013/08/16	20,61
2013/08/23	21,65
2013/08/28	22,82
2013/09/06	23,69
2013/09/13	22,23
2013/09/26	23,54
2013/10/04	24,62
2013/10/08	23,00
2013/10/17	25,77
2013/10/24	24,25
2013/10/28	23,69

Cuadro 23: Distribución porcentual de la alimentación total recibida por los animales productivos Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013

Fecha	Pradera	Avena-Ballica	Nabos	Ensilaje	Maíz GH	Concentrado
2012/11/13	68	0	0	0	0	32
2012/11/20	71	0	0	0	0	29
2012/11/27	64	0	0	0	0	36
2012/11/04	62	0	0	0	0	38
2012/12/11	70	0	0	0	0	30
2012/12/18	68	0	0	0	0	32
2012/12/26	63	0	0	0	0	37
2013/01/01	65	0	0	0	0	35
2013/01/08	64	0	0	0	0	36
2013/01/15	63	0	0	0	0	37
2013/01/22	43	0	31	0	0	26
2013/01/29	42	0	31	0	0	26
2013/02/05	41	0	32	0	0	27
2013/02/12	35	0	36	0	0	30
2013/02/19	33	0	36	0	0	31
2013/02/26	30	0	38	0	0	32
2013/03/05	21	0	43	0	0	37
2013/03/12	24	0	40	0	0	35
2013/03/19	31	0	37	0	0	33
2013/03/26	21	0	42	0	0	37
2013/04/02	31	0	33	0	0	36
2013/04/09	30	0	34	0	0	37
2013/04/16	36	0	29	0	0	35
2013/04/26	21	52	0	0	0	27
2013/04/30	26	46	0	0	0	28
2013/05/06	22	49	0	0	0	29
2013/05/14	17	44	0	22	0	17
2013/05/22	10	43	0	29	0	18
2013/05/28	9	46	0	28	0	17
2013/06/04	16	36	0	28	0	20
2013/06/11	11	33	0	35	0	21
2013/06/18	17	28	0	34	0	22
2013/06/26	18	33	0	28	0	21
2013/07/02	12	26	0	29	14	18
2013/07/09	9	34	0	25	15	18
2013/07/17	11	29	0	29	14	17
2013/07/23	15	31	0	23	13	17
2013/07/30	14	26	0	28	14	18
2013/08/06	15	29	0	26	13	17
2013/08/16	12	31	0	26	14	17
2013/08/23	0	40	0	28	14	18
2013/08/28	0	42	0	26	14	18
2013/09/06	0	45	0	25	13	17
2013/09/13	0	60	0	0	17	23
2013/09/26	62	0	0	0	17	21
2013/10/04	0	65	0	0	15	20
2013/10/08	0	65	0	0	15	20
2013/10/17	0	64	0	0	16	20
2013/10/24	62	0	0	0	17	21
2013/10/28	62	0	0	0	17	21

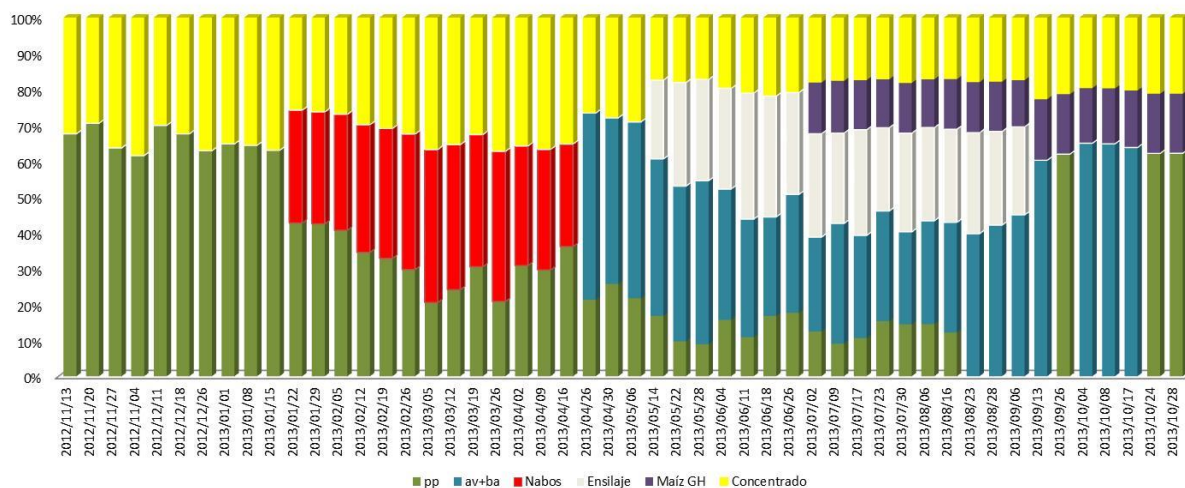


Figura 34 Distribución porcentual de alimentación Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013

Cuadro 24: Participación porcentual de pradera más suplementos pastoreables Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012 – 2013.

Fecha	Pastura	Nabos	Ensilaje	Maíz GH	Concentrado
2012/11/13	68	0	0	0	32
2012/11/20	71	0	0	0	29
2012/11/27	64	0	0	0	36
2012/11/04	62	0	0	0	38
2012/12/11	70	0	0	0	30
2012/12/18	68	0	0	0	32
2012/12/26	63	0	0	0	37
2013/01/01	65	0	0	0	35
2013/01/08	64	0	0	0	36
2013/01/15	63	0	0	0	37
2013/01/22	43	31	0	0	26
2013/01/29	42	31	0	0	26
2013/02/05	41	32	0	0	27
2013/02/12	35	36	0	0	30
2013/02/19	33	36	0	0	31
2013/02/26	30	38	0	0	32
2013/03/05	21	43	0	0	37
2013/03/12	24	40	0	0	35
2013/03/19	31	37	0	0	33
2013/03/26	21	42	0	0	37
2013/04/02	31	33	0	0	36
2013/04/09	30	34	0	0	37
2013/04/16	36	29	0	0	35
2013/04/26	73	0	0	0	27
2013/04/30	72	0	0	0	28
2013/05/06	71	0	0	0	29
2013/05/14	61	0	22	0	17
2013/05/22	53	0	29	0	18
2013/05/28	55	0	28	0	17
2013/06/04	52	0	28	0	20
2013/06/11	44	0	35	0	21
2013/06/18	44	0	34	0	22
2013/06/26	51	0	28	0	21
2013/07/02	39	0	29	14	18
2013/07/09	43	0	25	15	18
2013/07/17	39	0	29	14	17
2013/07/23	46	0	23	13	17
2013/07/30	40	0	28	14	18
2013/08/06	43	0	26	13	17
2013/08/16	43	0	26	14	17
2013/08/23	40	0	28	14	18
2013/08/28	42	0	26	14	18
2013/09/06	45	0	25	13	17
2013/09/13	60	0	0	17	23
2013/09/26	62	0	0	17	21
2013/10/04	65	0	0	15	20
2013/10/08	65	0	0	15	20
2013/10/17	64	0	0	16	20
2013/10/24	62	0	0	17	21
2013/10/28	62	0	0	17	21

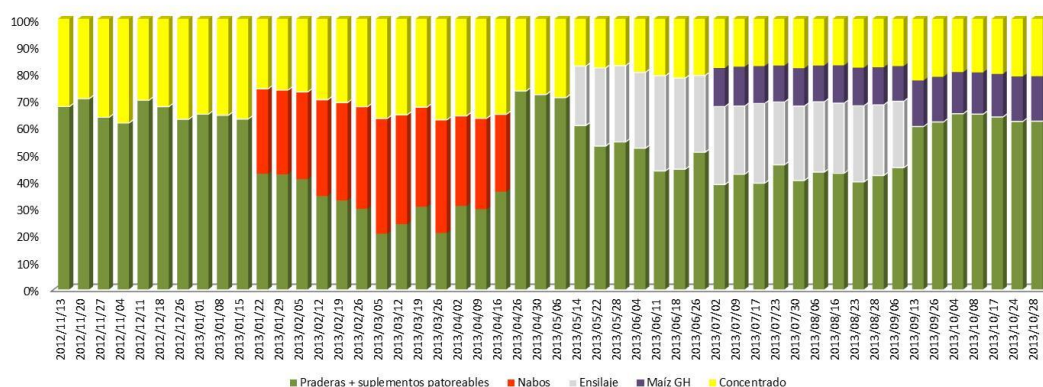


Figura 35. Participación porcentual de pradera más suplementos pastoreables Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013

Cuadro 25. Participación porcentual del consumo mensual Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013

Meses	Pradera	Avena - Ballica	Nabo	Ensilaje	Maíz GH	Concentrado
nov-12	66%	0%	0%	0%	0%	34%
dic-12	67%	0%	0%	0%	0%	33%
ene-13	44%	0%	31%	0%	0%	25%
feb-13	35%	0%	35%	0%	0%	30%
mar-13	24%	0%	40%	0%	0%	35%
abr-13	19%	39%	19%	0%	0%	22%
may-13	13%	42%	0%	27%	0%	18%
jun-13	15%	33%	0%	31%	0%	21%
jul-13	12%	29%	0%	27%	14%	18%
ago-13	7%	35%	0%	27%	14%	18%
sep-13	16%	30%	0%	24%	13%	17%
oct-13	24%	40%	0%	0%	16%	20%

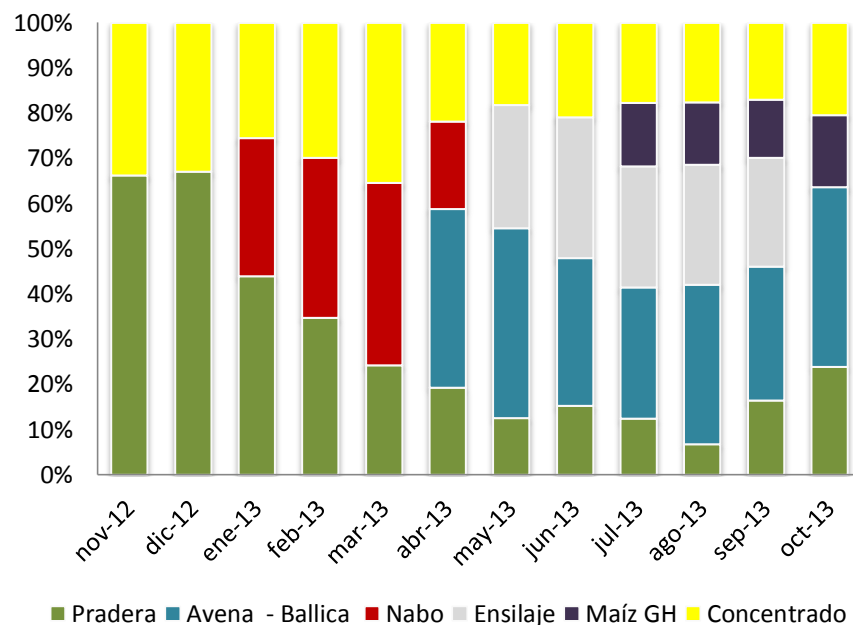


Figura 36: Participación porcentual del consumo mensual Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013

Cuadro 26: Participación porcentual del consumo mensual más suplementos pastoreables Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013

Meses	Pastura	Nabo	Ensilaje	Maíz GH	Concentrado
nov-12	66%	0%	0%	0%	34%
dic-12	67%	0%	0%	0%	33%
ene-13	44%	31%	0%	0%	25%
feb-13	35%	35%	0%	0%	30%
mar-13	24%	40%	0%	0%	35%
abr-13	59%	19%	0%	0%	22%
may-13	55%	0%	27%	0%	18%
jun-13	48%	0%	31%	0%	21%
jul-13	41%	0%	27%	14%	18%
ago-13	42%	0%	27%	14%	18%
sep-13	46%	0%	24%	13%	17%
oct-13	64%	0%	0%	16%	20%

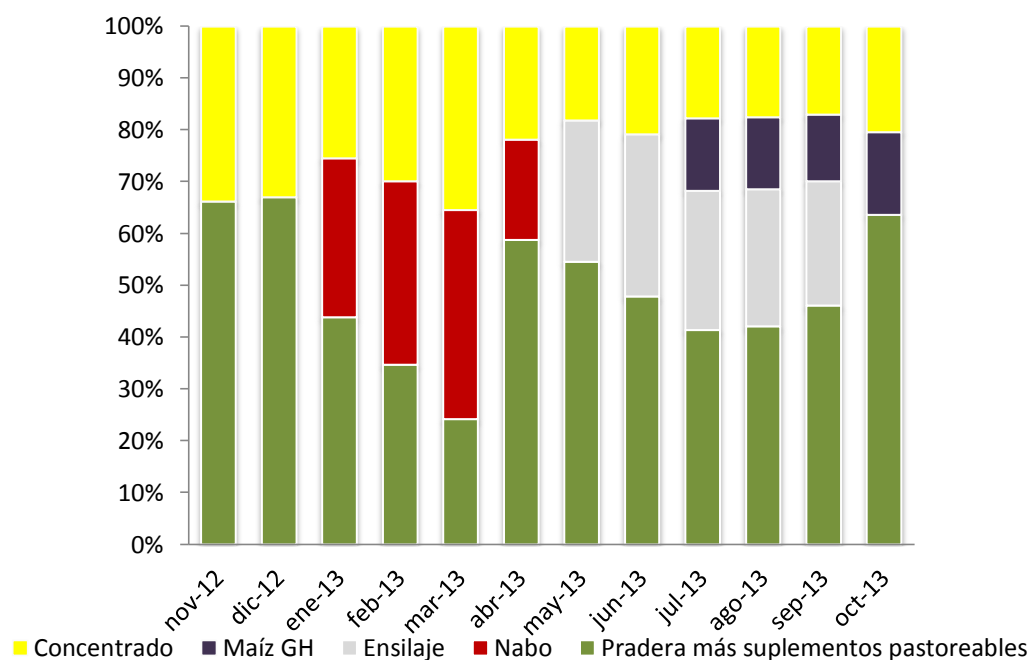


Figura 37: Participación porcentual del consumo mensual más suplementos pastoreables Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2012/2013