



# Sistema intensivo de producción de leche en base a praderas permanentes de riego en el sur de Chile. I Parámetros productivos y reproductivos

Intensive milk production system based  
on irrigated permanent pastures in the south of Chile.  
I Productive and reproductive parameters

Butendieck, N.<sup>a</sup>, Lanuza, F.<sup>b</sup>, Romero, O.<sup>a</sup>, Hazard, S.<sup>a</sup>, Mardones, P.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Estación Experimental Carillanca, INIA, Chile.

<sup>b</sup> Estación Experimental Remehue, INIA, Chile.

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 30-01-2023

Accepted 18-12-2023

### Keywords:

Milk

Production system

Permanent pastures

Ryegrass-white clover

Irrigation

### Original Article,

Animal Science

### \*Corresponding author:

Butendieck, N.

E-mail address:

[nbutendieck@gmail.com](mailto:nbutendieck@gmail.com)

## ABSTRACT

Previous research (Butendieck et al., 1991) suggested the possibility of achieving 12,360 kg of milk ha<sup>-1</sup> from permanent perennial ryegrass-white clover irrigated pastures. To test this hypothesis, 9 ha of 12 years old pastures were subdivided in eighteen paddocks and managed as a closed dairy system with lactating and dry cows. Twenty to 27 Friesian cows were used, 50% autumn calving and 50% spring calving. A rotational grazing led by the milking cows and followed by the dry cows was used. Starting in May, and for 90-100 days the cows were kept in the barn, fed with grass-legume silage, hay and concentrate. This was the case for the first two seasons and in the following three seasons eight of the nine hectares were subdivided in half and randomly one half was grazed during the winter and the other half not. The pasture was fertilized at the end of July with 32 kg N, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 30 kg K<sub>2</sub>O and an additional 16 kg N in December. Furthermore, 10 tons of decomposed manure ha<sup>-1</sup> was applied to 1/3 of the area in March each year. The average milk yield over five seasons was 12,590 kg ha<sup>-1</sup> with a stocking rate of 2.3 A.U. As extra-system feed, 124 g of concentrate per kg of milk was given. Reproductive efficiency was 81,3% and the culling rate 24,3%. Grazing management generated an average difference of 12,8% in milk production in favor of winter lagged pastures.

## RESUMEN

Estudios previos (Butendieck et al., 1991), sugirieron la posibilidad de lograr 12.360 kg de leche ha<sup>-1</sup> a partir de pasturas permanentes regadas, de ryegrass y trébol blanco. Para comprobar esta hipótesis, 9 ha de praderas se subdividieron en 18 potreros y se manejaron como un sistema lechero cerrado. Se usaron vacas frisonas, 50% con parto de otoño y 50% de primavera. Se pastoreó en forma rotativa, primero con vacas en lactancia, seguido por las vacas secas y a partir de mayo entraron a galpón. Durante 90 a 100 días las vacas se mantuvieron en estabulación completa alimentadas con ensilaje de ballica trébol blanco, heno y concentrado. Así fue durante las dos primeras temporadas y en las tres siguientes, 8 de las nueve hectáreas se subdividieron por la mitad y aleatoriamente una mitad se pastoreó durante el invierno y la otra no. La pastura se fertilizó a fines de julio con 32 kgN, 60 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 kgK<sub>2</sub>O y 16 kg adicionales de N en diciembre. Además, se aplicaron 10 toneladas de estiércol descompuesto ha<sup>-1</sup> a 1/3 de la superficie en marzo de cada año. La producción promedio en cinco temporadas fue 12.590 kg ha<sup>-1</sup> con una carga promedio de 2,3 U.A. ha<sup>-1</sup>. Como alimento extrasistema se usaron 124 g de concentrado por kg de leche. La eficiencia reproductiva fue 81,3% y la tasa de reemplazo 24,3%. El rezago invernal generó una diferencia promedio de 12,8% en favor de las praderas rezagadas durante el invierno.

**Palabras clave:** leche, sistema de producción, praderas permanentes, ballica y trébol blanco, riego.

## INTRODUCCION

Hasta aproximadamente mediados de la década de 1950, la producción lechera del sur de Chile (Cautín a Llanquihue) se desarrolló en base el uso de las razas Overo Negro y Overo Colorado y de praderas naturales con predominio de pasto miel (*Holcus lanatus*),

pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rosado (*Trifolium pratense*) para conservación de heno y bajo condiciones de secano. A partir de esa fecha, la creación del INIA en 1964 y en las estaciones experimentales y organizaciones predecesoras, pertenecientes al CONFIN, entre ellas Barro Blanco y Cañal Bajo en Osorno y Trián y Santa

Amalia en Temuco, a lo cual debe agregarse la Oficina de Estudios Especiales (Fundación Rockefeller) del Ministerio de Agricultura, inician un programa de introducción y evaluación de especies y variedades forrajeras, que generaron resultados sorprendentes. Es así como en la primera Memoria Anual del Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, (1965), se señala para Cautín que "A pesar de las condiciones favorables para el establecimiento y buen uso de los recursos forrajeros, la carga animal promedio es baja, fluctuando entre 0,30 y 0,35 UA ha<sup>-1</sup>". Por otro lado, se indica que en la Estación Experimental Carillanca se ha podido producir hasta 1.600 kg de aumento de peso vivo/ha en un período de 8,5 meses utilizando novillos alimentados exclusivamente en base a pastoreo en praderas de riego compuestas de trébol ladino y ballica inglesa. Romero y Granzotto (1980), para la Región de la Araucanía señalan producciones de materia seca/ha de 8 a 10,8 toneladas para diferentes mezclas y que con ballica Nui o Ruanui se obtienen 15,2 y 15,7 tonMS ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Frente a esta alta posibilidad de producción de materia seca/ha contrastan los datos entregados por Zegers et al. (1971), que, al evaluar el Programa Ganadero Sur impulsado por CORFO, establecen para la provincia de Cautín una producción promedio por hectárea de 1.434 l y una producción por vaca masa de 1.420 l. Estos valores indican claramente que en el manejo de las lecherías había muchos elementos que mejorar en el manejo del rebaño y la utilización de las praderas. Estas producciones se obtuvieron fundamentalmente bajo condiciones de secano. Sin embargo, Butendieck et al. (1991), informan, que utilizando un sistema cerrado de producción de leche bajo condiciones de secano y utilizando otra base forrajera, como festuca para pastoreo, alfalfa para verdeo en otoño, y avena como rotación a trébol rosado para ensilaje, para un promedio de cinco temporadas lograron producciones superiores a 6.000 l/ha.

La creación en 1971 del Programa Producción de Leche en base a praderas de riego en la Estación Experimental Carillanca permitió vislumbrar prontamente que la producción de leche por hectárea podría aumentar notablemente hasta superar los 14.656 kg ha<sup>-1</sup> (Butendieck, 1980). La utilización del riego permitiría reducir la gran variación anual de producción de materia seca que se produce normalmente en las explotaciones ganaderas del sur de Chile, debido al crecimiento estacional de las praderas, de manera que aproximadamente el 60% de la producción se produce entre octubre y enero. (Butendieck, 1980; Soto, 1996).

El aumento de la población humana en el planeta y el cambio climático que estamos experimentando, con 16 años de precipitaciones bajo el promedio, con un déficit promedio de 22% (DGAC y Meteochile, 2022), van a poner presión a los sistemas de producción bo-

vina en el sentido de disminuir el uso de granos en la alimentación animal, que compiten con los recursos que debieran estar orientados a la alimentación humana. En consecuencia, los rumiantes debieran usarse como tal para la utilización de alimentos toscos, que no pueden ser consumidos por el hombre. Por otra parte, la disminución de las precipitaciones impulsará el uso del riego en la producción de leche como herramienta fundamental en el rubro.

Este razonamiento nos llevó a rescatar información antigua, pero valiosa y vigente sobre parámetros productivos, reproductivos y de consumo, generada a partir de un sistema de producción cerrado de producción de leche en base a praderas permanentes bajo riego realizado en la Estación Experimental Carillanca, el primer sistema cerrado de producción de leche realizado en el país. Esta información entrega las bases para generar un sistema de producción lechera eficiente en el uso de recursos forrajeros y con aporte estratégico de concentrado.

Estructurar sistemas de producción de leche basados en la maximización del uso de praderas permanentes de alta producción y bajo riego, sin duda permite altas producciones de leche en la Región de la Araucanía, Chile, a un menor costo, al requerir menor uso de maquinaria y evitar los tiempos improductivos del suelo producto de la preparación y siembra de praderas y prescindir del uso de insecticidas, que en su efecto son reemplazados principalmente por la acción de patos silvestres (*Anas flavirostris*), bandurrias (*Theristicus caudatus*), tiuques (*Milvago chumango*) y queltehues (*Vanellus chilensis*), que llegan al momento de efectuar el riego por tendido y consumen las larvas insectiles. Estudios previos realizados en la Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile, (Butendieck et al., 1991), habían demostrado que el potencial de producción de leche en praderas permanentes de riego, constituidas fundamentalmente por ryegrass (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.), era de 14.665 kilos de leche corregida al 4% de materia grasa (M.G.) por hectárea, descontado el concentrado suministrado. Sin embargo, estos valores se obtuvieron pastoreando una superficie exclusivamente con vacas en ordeña y sin conservar forraje de la pradera. Como puede observarse, bajo condiciones de riego se puede producir aproximadamente el doble de leche por hectárea, que, bajo condiciones de secano, a un menor costo y sin uso de pesticidas.

Basado en los antecedentes experimentales previos en cuanto a potencial de producción, eficiencia reproductiva y eficiencia en el uso de forraje conservado, se estructuró un sistema cerrado de producción de leche del cual se esperaba que cumpliera con los siguientes objetivos:

Demostrar que es posible obtener producciones de leche que superen los 12.360 kg de leche por hectárea.

Lograr estos niveles de producción con una alimentación constituida fundamentalmente por el aporte de praderas permanentes, forraje conservado y un suministro moderado y estratégico de concentrado.

Adicionalmente, comprobar si el pastoreo o rezago invernal tiene un efecto sobre la producción posterior de leche durante el período primavera-verano.

Valorar la transformación del nitrógeno aplicado y la proteína láctea producida.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Proyecto Producción de Leche de la Estación Experimental Carillanca perteneciente al INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Estación Experimental Carillanca se ubica a 20 km de Temuco en dirección noreste (38° 41' S, 72° 25' W, a 200 m.s.n.m.). El suelo de la superficie experimental corresponde a un Andisol de textura franca, con buen drenaje y disponibilidad de agua de riego.

Para montar el sistema se utilizó una superficie de 9 hectáreas de pradera de 12 años, constituida principalmente por *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. A partir de 1974 en todas las praderas de riego de la Estación Experimental Carillanca, incluida la superficie de este ensayo, se dejó de aplicar todo tipo de herbicida e insecticida, particularmente contra "cuncunilla negra" (*Dalaca pallens*). Esta superficie se dividió en 4 potreros de dos y 1 de una hectárea, los que a su vez se subdividieron en potrerillos de 0,5 ha. mediante cerco eléctrico. Parte de la pradera utilizada fue la misma en la cual anteriormente se midió el potencial de producción de leche, sin conservación de forraje. Las mediciones se realizaron durante 5 años, en las temporadas 80/81, 81/82, 82/83, 83/84, 84/85, partiendo en septiembre y terminando en agosto. Durante las tres temporadas finales se superpuso otro ensayo y para ello 8 hectáreas se subdividieron por la mitad. En forma aleatoria la mitad se pastoreó durante el período mayo agosto y la otra mitad no se pastoreó. El pastoreo se realizó con todo el rebaño en producción de leche durante el día. El ensayo donde se observó el efecto del rezago o pastoreo invernal se prolongó por dos temporadas más, 85/86 y 86/87. De estos registros se utilizó la información de la temporada 85/86 para agregar una sexta temporada de observación al sistema cerrado de producción de leche, de la cual sólo se tiene información productiva, no de consumo ni otros parámetros productivos y reproductivos, pero que se utilizó para complementar el Cuadro 2. La medición original se realizó en litros de leche, sin embargo, para efectos de facilitar comparaciones, los valores obtenidos se expresan en kilogramos, utilizando para ello una densidad estimada de 1,030. Los valores señalados por otros autores se presentan en la unidad de medida de la publicación citada.

## Animales

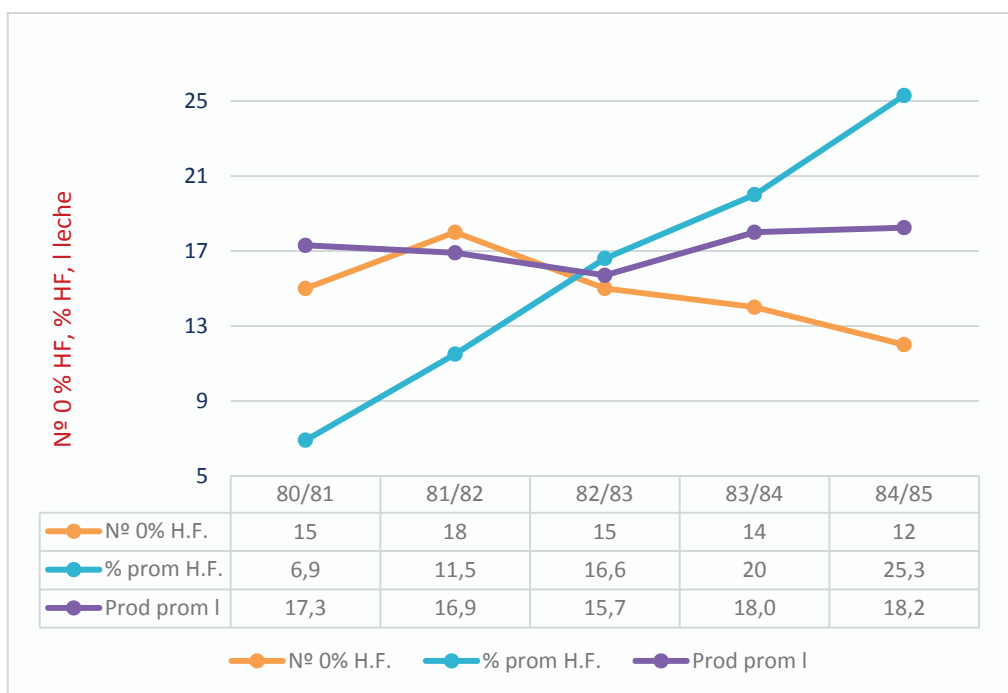
La utilización de la pradera se efectuó con vacas Frisón Negro Chileno, cuyo origen fue un grupo de 80 vaquillas de 12 a 14 meses importadas desde Holanda, rebaño al cual se incorporó planificadamente un 25% de sangre Holstein Friesian. En la Figura 1 se puede observar cómo se movió el % de sangre Holstein Friesian en el grupo experimental, que en promedio fue de 16% para los 5 años. Como era de esperar, el número de vacas sin sangre Holstein disminuyó y las vacas con sangre Holstein aumentaron fuertemente hasta alcanzar 25,3%. La producción promedio diario de leche mostró sólo una tendencia al alza. Los partos de primavera se producen fundamentalmente entre agosto y octubre. Las vacas utilizadas inicialmente fueron 18 con parto en agosto y luego se agregaron dos más que parieron a principios de septiembre para completar las 20 vacas iniciales. Por lo tanto, no hubo una selección especial en base a producción y se utilizaron vacas de primer, segundo, tercero y más partos para reflejar la estructura etaria normal de un rebaño lechero. Para este ensayo no se utilizaron vacas del grupo "Elite", base del Criadero Carillanca.

Durante la primera temporada todas las vacas tuvieron parto de primavera. (agosto y septiembre). A partir de la segunda temporada la planificación de partos se mantuvo igual a la del rebaño experimental, es decir, con igual proporción para las temporadas de otoño y primavera.

El porcentaje de reemplazo se fijó en 30% como máximo, procediéndose a su reposición después de la palpación de preñez posterior a cada periodo de servicio, una vez que la producción hubiese disminuido lo suficiente. Los reemplazos se efectuaron con vaquillas preñadas, en lo posible descendientes de las vacas del sistema. La eficiencia reproductiva se midió basado en el concepto días vaca acuñado por Butendieck et al. (1972), que permite generar una fórmula que posibilita calcular con exactitud la eficiencia reproductiva en rebaños bovinos expresada finalmente como porcentaje de parición en 365 días y también permite calcular exactamente el número de vacas masa, vacas ordeña y la tasa de incremento del rebaño.

## Manejo

La pradera se pastoreó en forma rotativa, permaneciendo las vacas 1 - 2 días en cada potrerillo según la disponibilidad visual de materia verde, pastoreando con vacas secas el residuo dejado por el grupo en ordeña. Cada potrero dispuso de un bebedero alimentado con agua de pozo profundo. El período de pastoreo se extendió hasta abril. A partir de mayo se procedió a la estabulación completa de las vacas en ordeña. Posteriormente también se estabularon las vacas secas. Esto



**Figure 1.** Cambio porcentual de sangre Holstein Friesian, número de vacas con 0% de sangre H.F. y producción promedio diario de leche en cinco años de observaciones.

**Figure 1.** Changes in the Holstein Friesian blood percentage, number of cows with 0% H.F. blood and daily average milk production, average of five years.

ocurrió durante las primeras dos temporadas. En las tres temporadas siguientes, en cuatro de ocho hectáreas hubo pastoreo durante el día y estabulación nocturna. Los corrales estaban provistos de techo, piso de cemento, cubículos individuales con colchonetas rellenas con paja, agua a discreción y comederos colectivos. Aproximadamente en la segunda quincena de agosto se reinició el pastoreo, manteniéndose la estabulación nocturna hasta que se terminó el forraje conservado. La pradera se fertilizó a fines de julio con 32 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Salitre sódico, 16% N); 60 kg P ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Superfosfato triple, 46% P); 30 kg K ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Cloruro de potasio, 60% K); 16 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> adicionales en diciembre. En el otoño se aplicó estiércol descompuesto a razón de 10 toneladas por hectárea, a 1/3 de la superficie cada año, siguiendo el mismo régimen de aplicación de estiércol para las praderas de la unidad de producción de leche de la Estación Experimental Carillanca. Durante la temporada de pastoreo se efectuaron 2 cortes de limpieza y los riegos por tendido necesarios, los que variaron entre 4 y 7. Según la disponibilidad, 3 – 5 ha. se destinaron a conservación como ensilaje premarchito y 2 ha se destinaron a la confección de heno. El ensilaje se conservó en un silo canadiense de madera y se cubrió con polietileno y tierra. Como suplementación extrasistema se incluyó una mezcla de sal, harina de hueso y Hostaphos\*, en igual proporción, la que se suministró

*ad libitum* en el potrero. También se suministró concentrado con 16% de proteína en la sala de ordeña de acuerdo con el nivel de producción y condición de la pradera; en general se suministró sobre 14 litros en invierno y sobre 24 litros en primavera, a razón de 1 kg de concentrado por cada dos litros sobre las bases establecidas. El concentrado tuvo similar composición promedio durante los cinco años, con una energía estimada por tabla de 1,56 Mcal kgMS<sup>-1</sup>

En cuanto al aspecto sanitario de los animales, se le sometió al tratamiento habitual del rebaño experimental, que incluye un programa de vacunaciones, tratamientos antiparasitarios externos, y contra distomatosis, exámenes reproductivos post parto, terapia de secado, exámenes de Bang y Tuberculina. Es importante destacar que el rebaño se formó como libre de brucelosis, tuberculosis y leucosis y desde sus orígenes se mantuvo como rebaño cerrado, con crecimiento sólo en base a sus propios descendientes, manteniendo, por lo tanto, la condición inicial de un rebaño libre de estas tres enfermedades durante todo el estudio.

\*Hostaphos marca registrada de Hoechst

### Controles

La información registrada incluyó: producción diaria total de leche recolectada en un estanque enfriador

exclusivo para el grupo experimental marca Japy, de formato vertical y tapa superior, con agitador y capacidad de 1.050 litros. La medición diaria se hizo con la regla calibrada del estanque, corroborada por el medidor del camión recolector de la planta lechera. Es decir, la leche registrada diariamente para el sistema fue la leche pagada por la planta industrializadora compradora de la leche. También se tomó una muestra diaria de leche del estanque, conservada con dicromato de potasio, la que se analizó quincenalmente para contenido graso en el Laboratorio de Nutrición Animal del CRI Carillanca, mediante el método de Gerber (Pinto *et al.*, 1973). Las vacas se pesaron mensualmente y se sometieron a los controles reproductivos correspondientes. El consumo total de concentrado se registró diariamente en la sala de ordeña.

## RESULTADOS

Los antecedentes que configuran los resultados que se presentan a continuación están constituidos por los valores registrados en cinco temporadas (septiembre a agosto) y su promedio desde 1980/1981 hasta 1984/85, los que se detallan en los cuadros 1 al 5 y figuras 1 al 3. En términos generales se puede sostener que los resultados obtenidos cumplen satisfactoriamente con los objetivos establecidos.

Los valores indicados en el Cuadro 1 configuran para cada año el número de días vaca total (DVT), es decir la sumatoria de cada día en que una vaca estuvo en el sistema, aunque hubiese sido sólo un día. No todas las vacas están el mismo número de días en un ensayo de larga duración y particularmente si es una réplica a escala de un sistema cerrado de producción. Algunas entran más tarde, otras salen antes de cumplir el año. Este valor se corrige sumando los días en que alguna vaca ingresó después del primero de septiembre al sistema o salió del sistema antes del 31 de agosto. La sumatoria de estos días constituye los días vaca exceso (DVE). Si a los días vaca total se les resta los días vaca exceso se tiene los días vaca neto (DVN). Al dividir este valor por 365 resulta el equivalente a días vaca año o número de vacas masa. Comúnmente en los predios

se contabiliza el número de vacas en forma quincenal o mensual, que permite sólo establecer un cálculo aproximado del valor vaca masa.

El Cuadro 2 presenta la producción de leche por mes de 6 temporadas. De la sexta temporada sólo se dispone de la producción de leche y no de otros antecedentes productivos y reproductivos. Sin embargo, se incluye en este cuadro para aumentar las repeticiones de los resultados y del porcentaje de producción por mes. Aquí se puede observar que de septiembre a enero se obtienen las mayores producciones con un 51,4% del total. El 66,2% se obtiene incluyendo marzo. El cuadro muestra, además, que la producción entre años es repetible, con poca variación. Para cinco temporadas el coeficiente de Variación es de 5,65%. Si se analizan 6 temporadas y se cambia el valor de la temporada 82/83/ por el promedio, el coeficiente de variación se reduce a 2,45%. En general, salvo condiciones especiales como la de la temporada 82/83, se podría señalar que la producción anual se puede estimar con un margen de error en torno al 5% aproximadamente.

La Figura 2 es un ejemplo de cómo se distribuye la producción de leche en un sistema de parición biestacional, obteniéndose las mayores producciones entre septiembre y enero con un máximo en octubre.

Un elemento muy importante de destacar es que el sistema es eficiente en el uso del nitrógeno exógeno, lo que se refleja en el Cuadro 3, donde se resume el análisis del balance de nitrógeno producido en el sistema. Asumiendo un contenido de proteína de la leche del 3,35% (valor inferior al obtenido para el rebaño de Carillanca), se analiza la situación con el menor aporte de concentrado por kg de leche y el aporte promedio de las cinco temporadas. En el primer caso el consumo de concentrado por hectárea es de 472 kg y en el segundo 1.561 kg. La producción total de proteína por hectárea es de 426 y 428 kg, lo que equivale a 68 kg de nitrógeno. Entre el concentrado y fertilizante se totalizan 60,1 kg de N con el menor consumo de concentrado y 88 kg de N con el consumo medio de concentrado. Eso representa una relación de 0,88 kg de N o 1,29 kg de N por kg de N producido, lo que indica una buena eficiencia

**Cuadro 1.** Valores obtenidos con los que se calculó N<sup>o</sup> vacas masa, ordeña y eficiencia reproductiva.

**Table 1.** Values obtained to calculate mass cow number, milking cows, and reproductive efficiency.

Temporadas	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
Días vaca total (DVT)	7.300	9.490	9.490	9.855	8.395
Días vaca exceso (DVE)	373	2.116	1.949	2.714	1.345
Días vaca gestante (DVG)	4.245	4.519	5.301	3.895	4.274
Días vaca ordeña (DVO)	6.345	6.575	6.347	6.475	6.154
Días vaca neto (DVN)	6.927	7.374	7.541	7.141	7.050

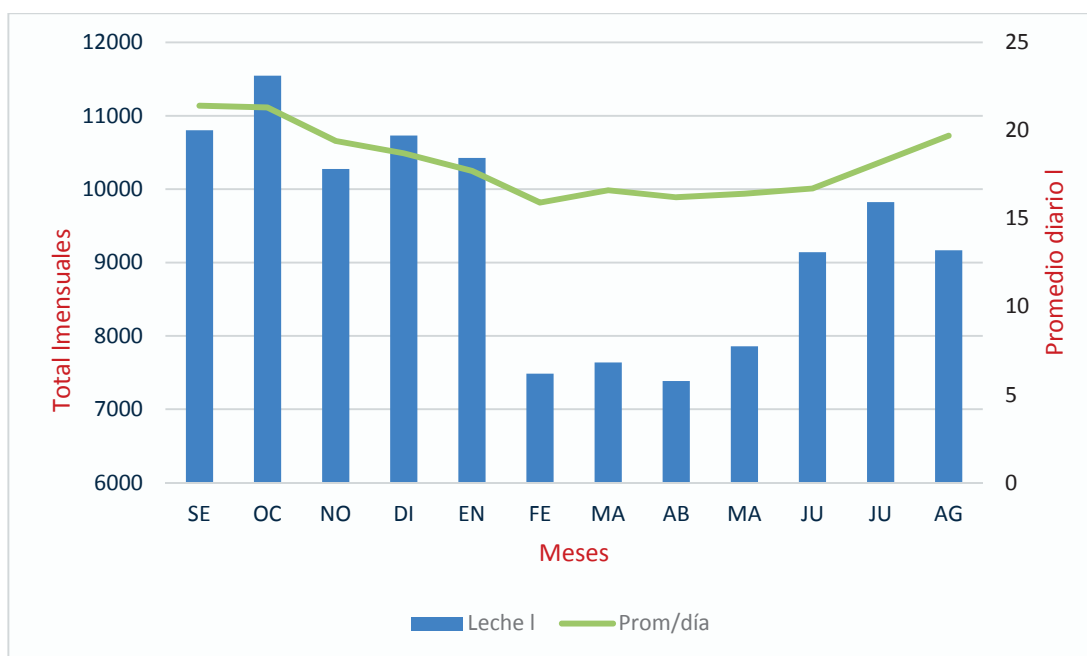
en la transformación de nitrógeno aplicado en proteína láctea, que se compara muy favorablemente con la producción y fertilización nitrogenada de 516 kg ha<sup>-1</sup> reportada por Leaver *et al.* (1969). En estos cálculos no se ha considerado el aporte del guano descompuesto, ya que parcialmente se genera en el sistema.

Conforme a lo señalado en el Cuadro 4 el sistema permitió mantener un promedio anual de 21,0 U.A. (Unidades Animal), lo que representa una carga media de 2,3 U.A./ha<sup>-1</sup> configurada por 19,7 vacas masa y 17,5 vacas ordeña, lográndose un 88,6% de vacas en ordeña, nivel que puede considerarse como excelente, algo superior a

**Cuadro 2.** Producciones de leche, % y % acumulado por mes y temporada (6 temporadas).

**Table 2.** Milk production, % and accumulated percentage by month and season (6 seasons).

Años	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	Total	%	% acumul
Septiembre	11.879	9.032	9.796	9.946	11.127	9.910	61.690	9,00	9,00
Octubre	14.430	12.863	10.123	13.889	11.894	12.158	75.357	11,00	20,00
Noviembre	12.809	13.303	12.058	13.052	10.583	12.679	74.485	10,87	30,87
Diciembre	12.780	12.483	11.572	12.744	11.053	12.428	73.060	10,66	41,54
Enero	11.657	10.961	10.976	11.503	10.738	11.710	67.544	9,86	51,40
Febrero	9.888	8.582	8.818	8.877	7.711	8.580	52.455	7,66	59,05
Marzo	8.715	8.093	7.976	7.668	7.867	8.781	49.100	7,17	66,22
Abril	6.539	6.782	6.844	6.833	7.607	8.739	43.343	6,33	72,55
Mayo	5.482	8.491	7.169	8.359	8.094	8.141	45.736	6,68	79,22
Junio	6.191	9.435	6.434	9.241	9.415	7.707	48.424	7,07	86,29
Julio	5.893	7.718	5.259	9.070	10.118	8.751	46.808	6,83	93,12
Agosto	6.611	7.024	5.869	9.206	9.441	8.981	47.131	6,88	100,00
<b>Total</b>	<b>112.874</b>	<b>114.766</b>	<b>102.895</b>	<b>120.388</b>	<b>115.647</b>	<b>118.564</b>	<b>685.134</b>	<b>100,00</b>	



**Figura 2.** Producción total de leche por mes y el promedio diario producido en la temporada 84/85.

**Figure 2.** Monthly milk production and the daily milk average in season 84/85.

lo reportado por Klee *et al.* (1983) y Lanuza *et al.* (1990). El peso promedio inicial de las vacas fue de 500 kg y el promedio final aumentó a 521 kg. El peso obtenido implica un incremento a un nivel adecuado de un 4,03%.

La producción promedio de leche del sistema llegó a un total de 113.314 kg, lo que representa en prome-

dio a 12.590 kg ha<sup>-1</sup>, con lo cual se superó claramente la cantidad teórica de 12.360 kg fijada en base a resultados anteriores, en que se midió el potencial productivo de una pradera, utilizando exclusivamente vacas en ordeña y sin conservar forraje. Adicionalmente, se tiene registro de un sexto año, producto del ensayo super-

**Cuadro 3.** Balance de nitrógeno.

**Table 3.** Nitrogen balance.

Leche ha <sup>-1</sup> kg	Concent kg kg <sup>-1</sup>	Proteína Leche kg ha <sup>-1</sup>	Kg N ha <sup>-1</sup> de leche	Kg N ha <sup>-1</sup> aporte concent	Kg N ha <sup>-1</sup> aporte fertiliz	Total N Extra sistema	Relación N:proteína
12.542	0,038						
12.590	0,124						
Conc ha <sup>-1</sup> Kg	472	426	68	12,1	48	60,1	7,09
Conc ha <sup>-1</sup> kg	1.561	428	68	40,0	48	88,0	4,86

**Cuadro 4.** Valores productivos y reproductivos de cinco años y el promedio de un sistema cerrado de producción de leche con praderas permanentes bajo riego.

**Table 4.** Five-year average of productive and reproductive values in a closed milk production system with irrigated permanent pastures.

Año Parámetro	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	Promedio
Nº vaca masa	19,0	20,2	20,7	19,6	19,3	19,7
Nº vaca ordeña	17,4	18,0	17,4	17,7	16,9	17,5
% vaca ordeña	91,6	89,2	84,2	90,7	87,3	88,6
Peso inicial kg	483	498	507	523	489	500
Peso final kg	520	507	523	518	538	521
Promedio anual kg	544	519	526	527	538	531
Unidades Animal por hectárea	2,3	2,3	2,4	2,3	2,3	2,3
Unidades Animal al promedio año	20,7	21,0	21,8	20,7	20,8	21,0
Producción total leche kg	112.874	114.766	102.895	120.388	115.647	113.314
Producción por vaca ordeña año kg	6.493	6.371	5.917	6.786	6.859	6.485
Producción por vaca masa año kg	5.948	5.681	4.980	6.153	5.987	5.750
Producción de leche por ha año kg	12.542	12.752	11.433	13.376	12.850	12.590
% materia grasa	3,80	3,90	3,88	3,68	3,90	3,83
Kg grasa totales	4.169	4.343	3.881	4.307	4.377	4.215
Producción grasa por ha por año kg	463	483	431	479	486	468
% fertilidad anual	80,1	79,9	96,6	71,1	79,0	81,3
Número de servicios por preñez	1,56	1,79	1,43	1,53	1,61	1,58
Tasa de mortalidad %	0	4,95	0	0	0	0,99
Tasa de eliminación %	21,1	14,9	29,0	35,8	20,7	24,3
Tasa de abortos %	5,26	0	0	0	10,35	3,12

puesto realizado en la misma superficie, con un rendimiento de 13.174 kg ha<sup>-1</sup>, lo que aumenta el promedio final de 6 años a 12.688 kg ha<sup>-1</sup>. Es interesante destacar que la producción anual promedio ha<sup>-1</sup> de 13.174 kg/ha<sup>-1</sup> es la segunda mayor después de la obtenida en la temporada 83/84, que alcanzó a 13.376 kg. Si a ello corregimos el efecto negativo sobre la producción en cuatro hectáreas que se sometieron a pastoreo invernal durante las tres últimas temporadas (Cuadro 5), el promedio final pudo haber sido mayor, equivalente a 13.307 kg ha<sup>-1</sup>. Además, estas cifras indican que el resultado es repetible.

El contenido graso de la leche producida fue de 3,83%, lo que se tradujo en una producción promedio de 468 kg ha<sup>-1</sup>. Las producciones anotadas anteriormente representan producciones medias de 6.485 y 5.750 kg por vaca ordeña año y vaca masa año respectivamente, lo que en términos de producción media diaria representa 17,8 y 15,8 kg.

La fertilidad anual promedio de cinco años se situó en 81,3%, el número de servicios por preñez fue 1,58, igual al reportado por Lanuza *et al.* (1990), aunque algo inferior en la eficiencia reproductiva. Ambas cifras respaldan una eficiencia reproductiva de buen nivel.

En cuanto a la tasa de mortalidad, sólo murió una vaca en los cinco años, lo que implica una tasa promedio anual de 0,99%.

En relación con la tasa de reemplazos, el promedio quinquenal fue de 24,3%, valor dentro del objetivo establecido. Sin embargo, se tuvo un valor que escapó a lo programado como máximo en el período 83/84, donde la eliminación llegó al 35,8%, tal vez como consecuen-

cia de dos periodos seguidos de bajas precipitaciones durante el período de pastoreo, como se observa en la Figura 3. La tasa de abortos promedio fue 3,12%, con un aborto en el período 80/81 y dos en el período 84/85. Las cifras indicadas reflejan un manejo productivo y reproductivo satisfactorio.

La Figura 3 muestra con claridad la notoria disminución de la precipitación durante la etapa de pastoreo de la temporada 82/83, que afectó severamente la producción de leche de ese período. Además, se puede ver el nivel de las precipitaciones acumuladas de octubre a marzo de las cinco temporadas en estudio. De ella se desprende que la temporada 82/83 tuvo la menor precipitación, pese a que la precipitación anual de 1982 fue de 1.606.6 mm 1.169,7 mm en 1983 y 1.615,7 en 1984. Las precipitaciones de las temporadas 82/83 y 83/84 son un 41,2 y 36,8% inferiores a las de la temporada 84/85, respectivamente.

En el Cuadro 5 se resume el efecto del rezago o pastoreo invernal, ensayo que se sobrepuso al sistema cerrado de producción invernal durante las últimas tres temporadas y se continuó posteriormente por dos temporadas más. De las cifras se desprende que el rezago invernal desde principios de mayo a mediados de agosto mejora la producción total del sistema en un 12,8%, valor estadísticamente significativo, calculado en base a la prueba de t: gl = 19; (P ≤ 0,01)

## DISCUSIÓN

Es indudable que el riego tiene un efecto muy importante en la producción de fitomasa y en consecuen-

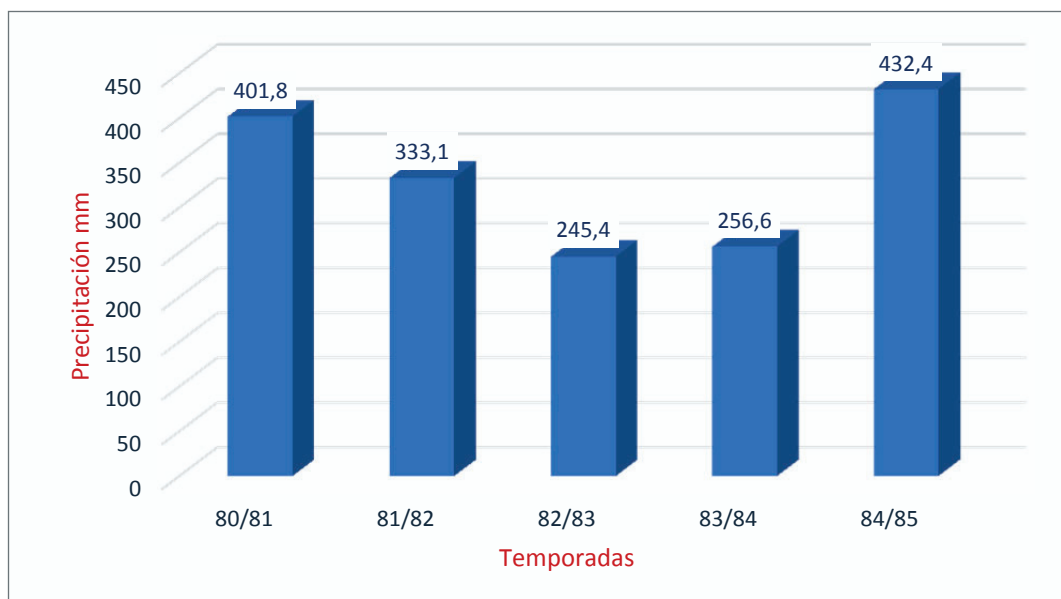


Figura 3. Precipitación acumulada meses de octubre a marzo.

Figure 3. Accumulated rainfall from October to March.



cia sobre la producción de leche en comparación a condiciones de secano. En términos generales se puede sostener que para la Región de la Araucanía la producción de leche bajo condiciones de riego al menos puede duplicar la producción que se puede lograr bajo condiciones de secano (Butendieck *et al.* 1991).

Estudios realizados por Sube *et al.* (2016), durante una temporada, evalúan el efecto del riego en la Región de Los Lagos y concluyen que el riego genera un aumento de 3 a 4 ton MS ha<sup>-1</sup> en comparación a 4.487 kgMS ha<sup>-1</sup> producida en secano. Llama la atención la baja producción de materia seca por hectárea en circunstancias que para la Región de Los Lagos Goic *et al.* (1980), informan sobre producciones de 10,8 a 13,7 ton de MS ha<sup>-1</sup> en evaluaciones con ballicas perennes.

**Cuadro 5.** Resultados de la comparación pastoreo o rezago invernal en 8 hectáreas, promedio de 5 años, expresado en kg de leche ha<sup>-1</sup>.

**Table 5.** Comparison of winter grazing or no winter grazing on 8 ha, five years average, expressed as kg.

Temporada	Potrero	Pastoreo	Rezago
82/83	28-2	10.348	10.196
	28-3	12.005	12.301
	29-1	11.455	11.374
	29-4	6.926	7.599
83/84	28-2	7.518	9.204
	28-3	9.072	9.874
	29-1	10.028	12.790
	29-4	6.984	6.603
84/85	28-2	8.096	8.716
	28-3	5.527	8.917
	29-1	7.898	8.742
	29-4	9.154	10.670
85/86	28-2	5.300	7.510
	28-3	11.797	10.316
	29-1	8.664	12.005
	29-4	8.321	10.065
86/87	28-2	9.473	10.423
	28-3	10.360	11.556
	29-1	12.253	11.626
	29-4	10.910	14.852
Suma		182.089	205.337
Promedio		9.104	10.267
Diferencia			23.248
Diferencia %			12,8

Sistemas de producción implementados en otras zonas del país, permiten señalar que en la Región Metropolitana se han obtenido producciones de leche del orden de los 28.523 kg ha<sup>-1</sup> en un sistema intensivo con vacas Holstein en estabulación libre y alimentación que incluye ensilaje de maíz y 3.395 kg MS. extrasistema. Si se excluye el aporte concentrado se llega a una producción de 8.154 kg ha<sup>-1</sup> (Pedraza *et al.*, 1990). Para el área centro sur, Klee *et al.* (1983), en un sistema de riego han establecido producciones de 7.516 kg ha<sup>-1</sup> utilizando como recursos alimenticios fundamentales los forrajes de praderas de *Trifolium repens L.* *Lolium perenne L.* y *Trifolium pratense cv. Quiñequeli* con suplementación adicional en invierno de coseta de remolacha y principalmente de afrecho de raps. Las producciones por vaca ordeña son bajas con 4.420 kg. Para esta misma región, Jahn *et al.* (1989), utilizando un sistema que incluye 3/5 de la superficie con maíz para ensilaje y cultivo de avena para pastoreo y 2/5 con *Trifolium repens L.* - *Lolium perenne L.* reportan para tres temporadas producciones que van de 11.128 a 12.014 l ha<sup>-1</sup> y una carga de 2,2 - 2,5 vacas ha<sup>-1</sup>. Jahn *et al.* (2000), también desarrollan un sistema basado sobre 4 ha de alfalfa y 1,5 ha variable de maíz para ensilaje. Con este sistema se logran 16.889 l ha<sup>-1</sup> con un suplemento adicional de 0,258 kg MS. l<sup>-1</sup>. Estudios ingleses realizados en parcelas han permitido obtener producciones de 7.923 l ha<sup>-1</sup> (Line, 1960) y de 10.350 kg ha<sup>-1</sup> al aplicar una fertilización nitrogenada de 516 kg ha<sup>-1</sup>. (Leaver *et al.*, 1969). Sin embargo, este no fue un sistema cerrado de producción, sino un ensayo de 150 días. Como se desprende de la comparación de estas cifras la producción de 12.590 kilos por hectárea, obtenida con una fertilización nitrogenada de sólo 48 kg pasa a constituirse en altamente eficiente desde el punto de vista biológico, reflejado por la eficiencia en el uso de nitrógeno externo para convertirlo en proteína láctea, donde se obtiene una relación de 0,88 kg N o 1,29 kg N kgN producido<sup>-1</sup>, lo que indica una muy buena eficiencia en la transformación de nitrógeno aplicado en proteína láctea, producto del bajo uso de fertilizante nitrogenado (48 U) en comparación a otros estudios realizados en Chile

Las producciones obtenidas por Jahn *et al.* (1989), son algo inferiores, ya que promedian en tres años 11.559 l, pero superiores en el sistema alfalfa maíz (Jahn *et al.*, 2000), donde se incluyen suplementaciones extrasistema mayores a las aplicadas en este caso y que en el segundo reporte son justo el doble. En todo caso se debe señalar, que este no es un sistema cerrado propiamente tal, ya que la superficie de maíz fue variable, no incluyó vaquillas de primer parto y las producciones de las vacas de segundo parto se corrigieron a edad al parto. Si se elimina este efecto, la producción por hectárea disminuye en aproximadamente 1.600 l ha<sup>-1</sup>. Como puede observarse, es muy difícil establecer una comparación entre todos los sistemas desarrollados en Chile,

ya que sus metodologías fueron diferentes. Si a todos los sistemas reportados en Chile, (Lanuza, 1993) se elimina el efecto del concentrado, asumiendo conservadoramente 1,5 litro de leche por kg de concentrado, el sistema desarrollado en Carillanca logra las mayores producciones de leche por ha en base a forraje, de aproximadamente 10.491 l, le sigue el sistema alfalfa maíz (Jahn et al., 2000) con 9.715 l ha<sup>-1</sup> y el sistema desarrollado por Lanuza et al, 1993) permite producciones de 6.693 litros ha<sup>-1</sup>. Tanto el sistema desarrollado por Lanuza et al. (1993), como el presente trabajo tienen mayor duración y permiten observar si la pradera sufre un deterioro en el tiempo. Ambos sistemas tienen el mismo costo de producción por litro de leche. La mayor rentabilidad es la del sistema desarrollado en Carillanca, con un 23%, estudio realizado con los datos de las dos primeras temporadas (Navarro 1993). Es necesario destacar que el sistema elaborado por Lanuza et al. (1993), se realizó bajo condiciones de secano y los demás todos bajo condiciones de riego. Lanuza et al. (1990), informan haber alcanzado producciones de 8.500 l ha<sup>-1</sup> en la tercera temporada. En la Estación Experimental Remehue, Osorno, Klein (1998), establece un sistema, que combina elementos de los sistemas del norte y del sur usando vacas Holstein. La superficie del sistema físico contemplaba un 70% de pradera permanente (ballica-trébol blanco), 15% alfalfa y 15% maíz para ensilaje, bajo condiciones de secano; la pradera utilizada en pastoreo y como forraje conservado (ensilaje/heno), la alfalfa como ensilaje premarchito y/o pastoreo mecánico, el maíz para ensilaje directo. La distribución de partos fue 50% en otoño, 25% en invierno y el resto en primavera-verano. Klein (1998), señala usar en cinco temporadas una carga promedio de 2,4 vacas ha<sup>-1</sup>, sistema en el cual se aplica al menos el doble de fertilización fosforada y nitrogenada que en el presente trabajo y además suministra 2,141 kg M.S. en concentrado- 3,3 veces más que en este estudio. Con este esquema reporta producciones de 19.081 l ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con 3,03% de M.G. Si la producción se estandariza al 4% de M.G. y se descuenta el concentrado para poder comparar los sistemas, finalmente la producción se reduce a 8.399 l ha<sup>-1</sup>, con lo que se sitúa 1.321 l por debajo de la producción lograda en Cari-

llanca considerando sólo el forraje. El punto débil del sistema es su alto uso de concentrado, porque con ello genera una alta dependencia del precio de la leche. Los sistemas del centro-sur y norte en general son sistemas más complejos con uso intensivo de maquinaria y mayores niveles de suministro de concentrado, donde la rentabilidad de los sistemas fue menor por tratarse de una producción basada en cultivos en contraposición a la de una pradera permanente (Navarro 1993). Finalmente, sumando y restado es importante destacar las buenas condiciones que tiene la Región de la Araucanía para producir leche usando praderas permanentes bajo riego, con condiciones equivalentes o mejores a las de la zona centro-sur. Durante los últimos veinte años no ha habido nuevos estudios sobre sistemas cerrados de producción de leche en Chile. Sería interesante retomar estos estudios, que incluyan nuevas variedades de ballica y tal vez festuca Fuego y otras especies, con las cuales probablemente se podría aumentar la producción por hectárea.

Producciones por hectárea superiores a las señaladas en este caso han sido informadas por Campbell y Clayton (1966), que en Nueva Zelanda han obtenido producciones de 685 kg de grasa por hectárea usando vacas Jersey.

Fariña y Chilibroste (2019), informan sobre datos de producción y productividad de diversos países, que se reproducen parcialmente en el Cuadro 6. Los valores se expresan en ECM (Energy Corrected Milk) conforme al cálculo realizado por Bach (2005). Si los valores presentados en este estudio se expresan en kg ECM ha<sup>-1</sup>, se llegan a valores de 12.622, 12.719 y 13.340, si se considera el promedio de 5 años, el promedio de 6 años o el promedio corregido por el efecto perjudicial del pastoreo invernal (Cuadro 5), respectivamente. Como puede observarse, los valores presentados se comparan muy favorablemente con los de Uruguay, Argentina, Australia e Irlanda y son algo inferiores a los de Nueva Zelanda. Finalmente, si se analiza la información existente para Chile en base al Control Lechero Oficial de Cooprinsem, se puede señalar que, para una población total de 155.917 vacas bajo control oficial en el año 2021, la leche por lactancia fue 7.643 kg, 304 kg de gra-

**Cuadro 6.** Datos seleccionados de producción de varios países.

**Table 6.** Selected production data from different countries.

		USA	Holanda	Irlanda	Nueva Zelanda	Australia	Argentina	Uruguay
Variable	Unidades	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
<b>Productividad</b>	Kg ECM ha <sup>-1</sup>	57.965	15.618	6.638	14.609	11.184	4.107	3.971
<b>Producción por vaca</b>	Kg ECM Vaca año <sup>-1</sup>	10.184	8.796	5.407	5.243	6.569	4.951	5.842
<b>Carga</b>	Vacas ha <sup>-1</sup>	5,47	1,79	1,77	2,84	2,14	1,04	0,72

sa y 271 kg de proteína, lo que representa 8.010 kg de ECM por lactancia, valor muy superior al de los países que producen fundamentalmente en base a forraje y que además revela las muy buenas condiciones del sur del país para producir leche de calidad y bajo costo. (Lizana, 2022. Comunicación personal).

Los resultados del ensayo superpuesto, que midió durante 5 temporadas el efecto del rezago o pastoreo invernal demostraron que, para nuestras condiciones invernales con heladas severas, el rezago invernal muestra un efecto positivo del 12,8%. Con ello se aclara, que para nuestras condiciones no es recomendable el pastoreo invernal, a diferencia de lo que sostenía el investigador neozelandés. Brougham (1961), y las recomendaciones de investigadores neozelandeses que visitaron la Estación Experimental Carillanca, quienes hicieron esa observación. Por otra parte, Parmenter y Bowell (1983), obtienen 20% de mayor producción con pastoreos severos de ovinos en invierno. Vale la pena recordar que las temperaturas invernales de la isla norte de N. Zelanda son muy diferentes a las que se observan en Carillanca, como la registrada en el mes de mayo de 1968, fecha de establecimiento de la pradera, donde la temperatura de suelo llegó a -13,8 °C. En virtud de las heladas que se producen en el período invernal, como la señalada anteriormente, el pisoteo animal produce mucho daño y como la producción de materia seca del período invernal se mueve en torno al 7% de la producción total (Butendieck, 1980), se había suprimido el pastoreo invernal para cuidar la pradera y facilitar el manejo del rebaño lechero durante el invierno. Adicionalmente, Romero y Gatica (1989), usando las mismas praderas midieron el efecto del pastoreo o rezago invernal sobre la producción de materia seca y otros componentes de la pradera sin encontrar diferencias significativas. Sin embargo, es necesario destacar que se trató de una tesis, que abarcó una temporada incompleta, midiendo desde junio a diciembre. Por último, lo que realmente cuenta es la producción secundaria, con datos promedios de un quinquenio.

## CONCLUSIONES

Finalmente, se puede concluir que:

El sistema permite producir más de 12.360 kilos de leche por hectárea con un bajo componente de concentrado, 124 g/kg<sup>-1</sup> de leche.

Los parámetros reproductivos son muy satisfactorios.

El rezago invernal de praderas comparado con aquellas que se pastorean durante el invierno permite un incremento de un 12,8% en la producción de leche durante el período de pastoreo primavera-verano.

El sistema es altamente eficiente en el uso del nitrógeno, requiriendo entre 0,88 a 1,29 kg de nitrógeno exógeno para producir 1 kg de nitrógeno como proteína láctea.

## REFERENCIAS

- Bach, A. 2005. El consumo de materia seca en el vacuno lechero. Frisona Española N° 150, 84-88.
- Brougham, R. W. 1961. Factors limiting pasture production. New Zealand Society of Animal Production. Vol. 21, 33-46.
- Butendieck, B.N., Stehr, H.G. y Bonilla, E.W. 1972. Método continuo para determinar la eficiencia reproductiva y tasa de incremento anual en una población bovina. Arch Med Vet. IV (1), 26-30.
- Butendieck, B.N. 1980. Alimentación de vacas lecheras en praderas de riego. VI Jornadas Médico Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. pp. 80-95
- Butendieck, B.N., Hazard, T.S. Stehr, H.G. y Lanuza, A.F. 1991. Potencial de producción de leche de praderas permanentes bajo riego en la IX Región de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 51 (2), 103-109.
- Butendieck, B.N., Romero, Y.O., Hazard, T.S. 1991. Sistema cerrado de producción de leche para condiciones de secano en la IX Región. Agricultura Técnica (Chile) 51(3), 220-227.
- Campbell, A.G. y Clayton, D.G. 1966. Increasing stocking rate and butterfat production by redistribution of available food supply. Proceedings of the Ruakura Farmers Conference Week. 12 p.
- Dirección Meteorológica de Chile y Dirección General de Aeronáutica Civil. 2022. <http://www.meteochile.gob.cl/PortalDMC-web/index.xhtml> Visita 30 noviembre 2023
- Fariña, y Chilibroste, P. 2019. Oportunidades y desafíos para el crecimiento de la producción de leche a pasto en Uruguay. Revista INIA del Uruguay, N° 57, 28-32.
- Goic, M.J., Bernier, V.R., Teuber, K.N. 1980. En: Convenio Corfo-Inia. Introducción de nuevas variedades forrajeras entre las provincias de Ñuble y Chiloé. 51 p.
- INIA. 1965. Primera Memoria Anual del Instituto de Investigaciones Agropecuarias 1964-1965. 108 p.
- INIA, Estación Experimental Carillanca, Temuco. Registros Meteorológicos.
- Jahn, B.E., Vidal, V.A., Vyhmeister, B.H., Bonilla, E.W. y Pulido, F.R. 1989. Sistema intensivo de producción de leche para la zona centro-sur. Agricultura Técnica (Chile) 49 (2), 130-134.
- Jahn, B.E., Vidal, V.A. y Soto, O.P. 2000. Sistema de producción de leche basado en alfalfa (*Medicago Sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro-sur I. Producción de leche. Agricultura Técnica (Chile) 60 (1), 43-51
- Klee, G.G., Jahn, B.E., Bonilla, E.W., Fernández, R.M. 1983. Un sistema de producción de leche basado en un plan forrajero de riego para el área centro sur de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 43 (4), 323-327.
- Klein, F. 1998. Sistema intensivo de producción de leche para la décima región de Chile <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/39237> Osorno: Boletín Técnico -Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Lanuza, E.F., Dumont, J.C., Navarro, D.H., Meyer, O.F., Bassi, V.A., Boldt, Q.J., Castro, L.L. y Bondarenko, M.M. 1990. Un sistema de producción de leche permanente con parición biestacional. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Remehue. Boletín Técnico N°155. 19 p <https://hdl.handle.net/20.500.14001/41774>

- Lanuza, A.F. 1993. Sistema de producción de leche en Chile. Descripción técnica. Osorno: Serie Remehue N° 33, 22 p <https://hdl.handle.net/20.500.14001/38232>
- Leaver, J.D., Campling, R.C. y Holmes, W. 1969. The influence of flexible and rigid grazing management and supplementary feed on output per hectare and per cow. *Animal Production* Vol. II, 161-172.
- Line, C. 1960. Maximum milk production from pasture. *Proceeding of the Eighth International Grassland Congress Reading – England*, p. 598 – 601.
- Lizana, G.C. 2022. Gerente Tecnologías de la Información Cooprinsem, Comunicación personal.
- Navarro, D.H. 1993. Análisis económico de los sistemas lecheros en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue (Osorno), Serie Remehue N° 33, 181-205. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16165.pdf>
- Parmenter, G.A., and Boswell, C.C. 1983. Effect of number and timing of winter grazing on winter and spring pasture production. *N.Z. Journal of Experimental Agriculture* 11 4, 281-287.
- Pedraza, G.C., Chacón, S.A., Agüero, E.H., López, M.J. 1990. Evaluación técnico-económica de un sistema intensivo de producción de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina. Informe Técnico Programa producción de leche.
- Pinto, C.M., Bidegain, P.H., y Jaramillo, Sch L. 1973. Estudio comparativo de los métodos Gerber y Röse Gottlieb en la determinación de la materia grasa en leche. *Arch. Med. Vet.*5(2), 77-83.
- Romero, Y. O. & Granzotto, D. A. 1980. En: Convenio CORFO-INIA. Introducción de Nuevas Variedades Forrajeras entre las Provincias de Ñuble y Chiloé. 51 p.
- Romero, Y. O. & Gatica, A.R. 1989. Efecto Residual del rezago o pastoreo invernal sobre el rendimiento y sus componentes en una pradera de ballica perenne y trébol blanco. *Agricultura Técnica (Chile)* 49 (2), 141-147.
- Soto, P. 1996. Forrajes suplementarios de invierno y verano. En: Ruiz N. I. (Ed). *Praderas para Chile*. 2ª ed. Santiago. Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. p. 109-138.
- Sube, A., Aguirre, C., Dec, D., Balocchi, O., Alonso, M.F. 2016. Rendimiento y calidad de praderas de *Lolium perenne* L. bajo riego en la Zona Sur de Chile.
- Zegers, P. C., Badilla, Q. R., Ramírez, M.S. y Aguirre, Ch. R. 1971. Evaluación Programa Ganadero Sur. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile.