

INVESTIGACIONES

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE BASADO EN ALFALFA (*Medicago sativa*) Y MAÍZ (*Zea mays*) PARA LA ZONA CENTRO-SUR. I. PRODUCCIÓN DE LECHE¹

A milk production system based on lucerne (*Medicago sativa*)
and corn (*Zea mays*) silage in the central south zone. I. Milk production

Ernesto Jahn B²., Agustín Vidal V³., Patricio Soto O².

ABSTRACT

For two consecutive years a milk production system was evaluated at Humán Experimental Station, Los Angeles, Chile (37°28' Lat. S. and 72°23' Long. W.). Four hectares of alfalfa were used alternately for rotational grazing at the prebud stage and for cutting for hay production at the 10% bloom stage. Corn silage (1.8 ha) and alfalfa hay were used during winter. The cows received concentrates throughout the year according to their milk production level. The composition of the concentrate was varied according to season of the year, forage quality and the production level of the cows. Sixteen Holstein cows with calving dates concentrated between May and August were used. Average milk production was 16,889 L ha⁻¹ or 6,300 L cow⁻¹ with a supplementation of 0.256 kg of concentrate per liter of milk produced. The efficiency of alfalfa utilization for grazing varied during the year, with a tendency to be lower in the spring period and higher in summer. A large variation in the efficiency of utilization was observed whose values varied between 26 and 92%.

Key words: *Zea mays*, *Medicago sativa*, milk production systems, corn silage.

INTRODUCCIÓN

En el país se desarrollan diferentes sistemas de producción lechera dependiendo de las condiciones agroecológicas que se presentan en cada sector (Jahn, 1996). En la zona norte los sistemas son del tipo intensivo teniendo como principal base forrajera a la alfalfa (*Medicago sativa*); en la zona centro sur las lecherías se ubican en el valle regado, con niveles productivos, medidos

a nivel de estación experimental, que fluctúan entre 6.000 y 17.800 L ha⁻¹ (Vyhmeister *et al.*, 1986; Jahn *et al.*, 1989; Jahn *et al.*, 1994), influyendo en el nivel productivo el tipo de forraje y la intensificación del sistema, y las praderas utilizadas, que están basadas en mezclas de ballica-trébol, alfalfa y ensilaje de maíz. En la zona sur se concentra el mayor porcentaje de lecherías del país, y los sistemas productivos tienen una gran variabilidad en nivel de intensificación; los niveles productivos potenciales varían entre 6.100 y 12.600 L ha⁻¹ (Lanuzza *et al.*, 1990; Butendieck *et al.*, 1991; Lanuzza *et al.*, 1991; Jahn, 1996). En estos sistemas el pastoreo se realiza en el período de primavera verano, y la principal base forrajera es la mezcla trébol blanco (*Trifolium repens*) y ballica

¹Recepción de originales: 25 de julio de 1999.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile. E-mail: ejahn@quilampu.inia.cl

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Experimental Humán, Casilla 767, Los Angeles, Chile.

(*Lolium perenne*), en el período invernal se utilizan ensilajes y henos. Sin embargo, en los últimos años, se ha incrementado el uso de la alfalfa y maíz (*Zea mays*) para ensilaje intensificando el sistema (Jahn, 1996).

En la zona centro sur de Chile los sistemas de producción lechero bajo riego se basan principalmente en praderas para pastoreo y henificación. Al intensificar la producción se ha hecho necesario buscar alternativas forrajeras de alta producción para alcanzar una mayor carga animal. La producción por hectárea es mayor en sistemas basados en alfalfa que cuando la base forrajera es el trébol blanco y ballica (Jahn, 1983; Baez *et al.*, 1988; Jahn *et al.*, 1990; Soto *et al.*, 1993; Jahn *et al.*, 1993). La incorporación de la alfalfa, además del ensilaje de maíz, aumenta la producción lográndose con esto un mejor resultado económico (Jahn, 1996). El precio de la leche tiene un efecto importante sobre el resultado económico del sistema y determina el sistema más rentable (Gómez y Jahn, 1993).

En condiciones naturales la producción ganadera del país está sujeta a grandes fluctuaciones estacionales, ya que las praderas no mantienen un ritmo constante de crecimiento a través del año. Aunque existen variaciones de una zona a otra, por lo general un 60% de la producción de forraje ocurre en los meses de primavera (Soto, 1996).

En el ganado lechero cualquier variación diaria en su alimentación, ya sea en volumen o calidad, repercute en los rendimientos alterándolos profundamente. La alfalfa cambia su calidad rápidamente con el avance de su estado fenológico, siendo lo indicado, para su utilización en pastoreo y lograr la mayor productividad por hectárea, realizar el pastoreo con un estado de prebotón con un bajo residuo post pastoreo (Baez *et al.*, 1988). Sin embargo, el pastorear en estado de prebotón agota las reservas de carbohidratos y es imprescindible recuperarlas para su sobrevivencia mediante corte con 10% de floración (Soto y Jahn, 1993).

El ensilaje de maíz constituye un recurso forrajero rico en energía, pero pobre en proteínas y minerales lo que lo hace poco recomendable para ser usado como único alimento, aún así se ha observado que aumenta el consumo de materia seca y producción de leche en los animales (Klein *et al.*, 1993).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial de producción lechero de un sistema de producción cuya base forrajera es la alfalfa utilizada en pastoreo y ensilaje de maíz, utilizando vacas Holstein.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Campo Experimental Humán del Instituto de Investigaciones Agropecuarias en Los Ángeles (37°28' Lat. S. y 72°23' Long. O.) en un suelo trumao profundo (Typic distrandep) de la serie Humán de riego, se evaluó durante dos años consecutivos un sistema de producción de leche. La base forrajera del sistema fue de 4 hectáreas (ha) de alfalfa var. WL-321 (dos ha de tercer año y dos de cuarto año al inicio del ensayo) y maíz para ensilaje, cuya superficie se estimó en base al consumo real de los animales.

Se utilizó un pastoreo rotativo con potreros de 1000 m², con períodos de rezago variables según la época del año, en el cual los animales permanecieron alrededor de dos días según la disponibilidad y residuo de forraje. Las vacas entraron al potrero con la alfalfa en estado de prebotón. Los excedentes de forraje de alfalfa se cosecharon para heno a un 10% de floración, permitiendo un mayor rezago a la pradera para que logre un buen nivel de reservas de carbohidratos. Se alternó la utilización en base a pastoreo y corte.

El sistema se inició con 16 vacas sorteadas al azar del rebaño del Campo Experimental, que tuvieran fechas probables de parto previamente determinadas. De esta manera se tuvo nueve partos entre el 1-15 de mayo, y siete entre el 15-30 de agosto. Las vacas se sortearon al azar lo

que permitió obtener una muestra representativa de una población normal y no trabajar con los animales de mayor potencial.

En el grupo de vacas seleccionadas, 4 fueron de 2° parto, 4 de 3°, 4 de 4° y 4 de 4 o más partos. Anualmente el reemplazo se realizó con vacas de 2° parto para evitar la competencia de los animales en el comedero. En los rebaños comerciales normalmente las vacas de primer parto se manejan separadas, lo cual no fue posible realizar en este ensayo. Los datos de producción fueron corregidos por edad al parto.

Se realizó un período de ajuste del sistema desde diciembre a abril previo al inicio del ensayo. Para el primer y segundo año de evaluación del sistema, los periodos se consideraron desde el 1 de abril al 31 de marzo del respectivo año. En febrero del primer año murió una vaca por meteorismo la cual no fue reemplazada de inmediato, sino en la fecha que correspondía realizar los reemplazos (abril-mayo). Este se realizó anualmente hasta un máximo de 30% de las vacas en dos períodos, abril y agosto, con vacas con parto probable igual al considerado al inicio del ensayo. Las vacas de segundo parto para los reemplazos también se eligieron al azar dentro de las épocas de parto programadas.

Se realizaron las siguientes mediciones: producción de leche individual 3 veces por semana utilizando medidores volumétricos; composición de leche quincenal (materia grasa, proteína y sólidos totales), peso vivo quincenal sin destare inmediatamente después de la ordeña de la mañana, limitando el consumo de agua de bebida después de esa ordeña. Periódicamente se determinó condición corporal de las vacas en la escala de 1 a 5.

La disponibilidad y residuos de alfalfa se evaluaron en un total de seis potreros, realizando los muestreos antes y después de cada utilización, ya sea que fuera en pastoreo o en corte. En cada oportunidad se tomaron 10 muestras, cortando con tijera esquiladora a 2 cm del suelo,

utilizando un marco de 0,5 x 1,0 m en cada potrero de 1000 m².

La composición de alimentos se determinó de la siguiente manera: MS, contenido de proteína por el método de Kjeldahl (A.O.A.C, 1970) y fibra detergente ácida (FDA), según Van Soest (1963). Se midió el contenido de P disponible en el suelo (Olsen y Dean, 1965), K disponible (Chapman y Pratt, 1973), N disponible (Bremner, 1965) y nivel de acidez, a una profundidad de 0-20 cm y 20-40 cm en algunos potreros utilizados en el sistema de producción de leche evaluado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos señalan un alto nivel productivo en el sistema evaluado, alcanzándose valores promedio de 16889 L ha⁻¹ y 6301 L vaca masa⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 1). Esta producción es considerablemente superior a la lograda en sistemas que utilizan la mezcla de trébol blanco y ballica como base forrajera (Jahn *et al.*, 1989; Jahn *et al.*, 1994). La producción durante la segunda temporada completa de evaluación fue algo inferior a la primera debido, en parte, a un menor nivel de suplementación con concentrado, sin embargo, las diferencias son pequeñas si se considera que intervienen múltiples factores para definir la productividad del sistema. Estos niveles productivos se lograron con una suplementación de 0,256 kg de suplemento por litro de leche. En este valor se consideran todos los suplementos, es decir concentrado, pulpa húmeda y melaza de remolacha azucarera.

El consumo de alimentos indicado en el Cuadro 1 corresponde a lo consumido por vacas en producción y secas, fundamentalmente durante el período invernal para los forrajes y los subproductos de remolacha azucarera, en cambio el concentrado es consumido durante todo el año. El heno consumido corresponde al cosechado de los excedentes del pastoreo en el área del sistema de producción. En base al consumo de ensilaje se calculó la superficie de ensilaje de maíz requerido para cumplir con las necesidades de las vacas.

Cuadro 1. Resultados generales del sistema, período marzo 1989 a marzo 1991

Table 1. General results of the system for the period March 1989 to March 1991

	Temporadas	
	1 ^a	2 ^a
Número de vacas	16	16
Producción de leche, L ha ⁻¹	17.818	15.960
Producción leche vaca masa, L vaca ⁻¹ masa ⁻¹	6.459	6.144
Superficie de alfalfa, ha	4	4
Superficie de maíz, ha	1,8	2,16
Consumo de alimento, kg MS vaca⁻¹ año⁻¹		
Heno de alfalfa, kg	1.078	1.078
Ensilaje de maíz, kg	1.708	2.435
Concentrado, kg	1.337	1.132
Melaza de remolacha azucarera, kg	425	668
Pulpa húmeda de remolacha azucarera, kg	114	74
Afrecho de raps, kg	-	86
Kg suplemento/L leche producido	0,304	0,208
Peso vivo inicial, kg	571	615
Peso vivo final, kg	615	591

La composición de los suplementos se indican en el Cuadro 2 y corresponden al promedio de los dos años. El alto contenido de proteína del ensilaje de maíz se debe a que se agregó urea a razón de 5 kg t⁻¹ de forraje fresco al momento de ensilar.

Durante la primera temporada completa se observó un aumento del PV de las vacas de 44 kg (Cuadro 1) lo cual significó un aumento en la condición corporal promedio de los animales desde 3,3 (rango 2,5-4,0) al inicio del período a 3,5 al final del primer año con un rango entre 3,0 y 4,0. En cambio en la segunda temporada el PV vivo disminuyó en 24 kg vaca⁻¹.

Cuadro 2. Composición de los alimentos utilizados en el sistema

Table 2. Composition of the feed used in the system

	MS %	Pt ¹ (%)	FDA ¹ (%)
Ensilaje de maíz	27,2	11,3	33,8
Heno de alfalfa	82,3	16,0	41,5
Coseta húmeda	19,5	8,1	26,6
Concentrado	89,0	26,0	17,5
Afrecho de raps	91,3	38,3	22,4

¹Base materia seca.

¹Dry matter basis.

La disponibilidad promedio de alfalfa en el primer año fue de 2960 kg MS ha⁻¹, con un residuo de 994 kg MS ha⁻¹, lo que significó en promedio un 67% de utilización lo cual es bastante aceptable (Cuadro 3). Sin embargo, al analizar individualmente los rangos en la eficiencia de utilización, estos son bastante grandes, variando entre 26% y 92,2% para los potreros 4-4 y 1-17, respectivamente, siendo este último caso una utilización para heno. Las eficiencias más bajas se observan principalmente en primavera o en períodos de lluvia, lo que se corrobora en el Cuadro 4, en el cual las menores eficiencias de utilización se observan en el mes de octubre con un 35,6% de aprovechamiento del forraje disponible. Durante el resto del período la eficiencia de utilización es cercana al 60%. De acuerdo a esta información no es recomendable realizar pastoreo de alfalfa temprano en la temporada, siendo más aconsejable recolectar el forraje con máquina para evitar las elevadas pérdidas por pisoteo. Otra alternativa sería utilizar franjas de menor tamaño de manera que los animales consuman en el sector cercano al cerco eléctrico.

El rezago de las praderas fue entre 30 y 39 días entre diciembre y marzo, durante los dos años cuando la utilización fue en pastoreo (Cuadro 5) y éste aumentó de 37 a 54 días cuando la alfalfa se utilizó bajo corte. El período de rezago para el pastoreo fue levemente superior a lo que se programó al

Cuadro 3. Disponibilidad inicial, residuo y porcentaje de utilización de alfalfa en algunos potreros (kg MS ha⁻¹). Primera temporada**Table 3. Availability, residue and percentage utilization of alfalfa in some paddocks (kg DM ha⁻¹). First season**

Potrero	Disponibilidad		Residuo		% utilización	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1-6	2.828	1.866-3.402	1.176	233-2.010	62	39-88
1-11	3.022	2.561-3.316	773	416-1.230	74	61-88
1-17	3.246	3.062-3.568	844	250-1.576	75	58-92
4-4	3.103	2.398-3.920	1.333	979-2.250	56	26-69
4-10	2.827	2.158-3.467	978	490-2.248	66	43-83
4-15	2.734	2.060-3.408	862	535-1.189	70	51-74
Promedio	2.960		994		67	

Cuadro 4. Contenido de MS (%), disponibilidad inicial (kg MS ha⁻¹), residuo de alfalfa (kg MS ha⁻¹) y eficiencia de utilización (%) por mes. Segunda temporada**Table 4. Dry matter content (%), initial availability (kg DM ha⁻¹), alfalfa residue (kg MS ha⁻¹) and efficiency of utilization according to month of utilization. Second season**

Fecha	Inicial		Residuo		Eficiencia utilización %
	MS %	MS kg ha ⁻¹	MS %	MS kg ha ⁻¹	
Octubre 1990	19,8	3.115	27,2	1.963	35,6
Nov. 1990	20,6	5.355	30,5	1.870	57,5
Dic. 1990	20,9	4.832	23,6	2.720	58,9
Enero 1991	18,0	3.634	28,8	1.998	58,5
Febrero 1991	23,8	4.969	32,5	1.489	70,6
Marzo 1991	20,9	2.900	26,8	1.040	63,9
Abril 1991	25,6	3.432	25,4	1.210	64,2

Cuadro 5. Períodos de rezago (días) de alfalfa como promedio mensual para los potreros del potrero 1 y 4**Table 5. Average days of rest period for alfalfa under grazing or cutting according to month of utilization for plots 1 and 4**

Mes	Potrero N° 4		Potrero N° 1	
	Pastoreo	Corte	Pastoreo	Corte
Noviembre	-	-	53,3	-
Diciembre	33,2	45,5	39,0	44,5
Enero	37,8	45,3	30,8	39,9
Febrero	32,0	54,0	36,0	36,8
Marzo	36,3	41,0	34,1	-
Abril	47,1	41,0	55,4	-
Mayo	58,0	-	-	-

iniciar el ensayo, puesto que el desarrollo de la pradera se consideró poco adecuado para iniciar el pastoreo con un rezago menor. Los potreros destinados a corte tuvieron un rezago mayor, que es consecuente con lo programado, lo que permitió que se recuperaran las reservas de las raíces de la alfalfa (Soto y Jahn, 1993).

La composición de la leche se presenta en el Cuadro 6, observándose un contenido de materia grasa en general bajo para la raza Holstein la mayor parte del año, con un contenido de proteína cercano al 3,2%. Estos bajos valores se pueden deber al alto contenido de humedad del forraje de alfalfa, por lo tanto un bajo contenido de fibra efectiva para las vacas.

Cuadro 6. Composición de la leche según épocas del año como promedio de todas las vacas**Table 6. Average milk composition according to yearly time period for all the cows**

	Agosto-septiembre	Octubre-noviembre	Diciembre-enero	Febrero-marzo
Materia grasa, %	3,06	3,12	3,08	2,93
Sólidos solubles, %	9,43	9,85	10,2	11,1
Proteína total, %	3,16	3,08	3,19	3,25

En el Cuadro 7 se indican algunos parámetros de fertilidad del suelo durante la evolución del ensayo en dos potreros a diferentes profundidades de muestreo. Llama la atención las grandes diferencias que se presentan en los contenidos de nutrientes en cortos intervalos de tiempo. Los niveles de fósforo disminuyen de 10 a un promedio de 5 ppm en el potrero 1-6, en la estrata 0-20 cm alcanzando valores extremadamente bajos en la profundidad 20-40 cm. En cambio en el potrero 1-11 se observa un importante incremento tanto en la estrata superior como inferior a partir de octubre de 1990. En el mismo suelo, en un estudio de fertilización en alfalfa mantenido bajo corte, se obtuvo 8 ppm de P en

una profundidad de 0-20 cm. con una aplicación anual de 33 kg de P ha⁻¹, pero resultando en un balance negativo de 33 kg de P en un período total de 4 años (Acuña *et al.*, 1991).

El nivel de K en el potrero 1-6 aumentó de 56 ppm a 367 ppm entre octubre y mayo del año siguiente, y una tendencia similar se observó en el potrero 1-11. Hacia el final del período, después de dos años de pastoreo, los niveles de K estaban sobre los 100 ppm en la estrata 0-20 cm. En el caso del estudio bajo corte (Acuña *et al.*, 1991) el nivel de potasio disminuyó de 191 a 33 ppm en un período de 3 años en la estrata de 0-10 cm, entre agosto de 1986 y abril de 1989,

Cuadro 7. Análisis de suelo (N, P, K y pH) en dos potreros y diferentes fechas en dos profundidades de suelo**Table 7. Soil analysis (N, P, K and pH) of two plots at different dates and soil depths**

Fecha	Profundidad 0-20 cm				Profundidad 20-40 cm			
	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	pH
Potrero 1								
3/10/89	23	10	56	6,2	17	4	59	6,5
10/04/90	32	4	145	6,0	14	1	27	6,4
28/05/90	33	6	367	6,0	65	4	204	5,9
22/10/90	20	6	85	6,1	11	1	44	6,5
5/11/91	18	4	160	6,1	7	1	124	6,5
Potrero 2								
3/10/89	16	8	119	6,2	11	4	98	6,4
10/04/90	44	6	347	6,1	13	1	115	6,4
28/05/90	124	9	326	5,5	38	3	218	6,1
22/10/90	6	19	88	10,8	1	6	66	5,4
5/11/91	5	23	109	6,3	1	15	96	6,4

ocurriendo un balance negativo incluso con aplicaciones tan altas como 168 kg de K ha⁻¹ año⁻¹. El nivel de 33 ppm en el ensayo de corte se obtuvo en el mes de abril, lo cual sería comparable con 367 ppm de mayo en el ensayo de pastoreo.

En la estrata de 20 a 40 cm de profundidad se produjo la misma tendencia en el K que la estrata anterior, aumentando el contenido desde 59 a 204 ppm para el potrero 1-6, y de 98 a 218 ppm en el potrero 1-11, en la primera temporada de utilización de la pradera. Al final de los dos años el K se mantuvo en alrededor de 100 ppm. De acuerdo a estos resultados se puede indicar que la alfalfa mantenida en un régimen de pastoreo logra mantener el nivel de K en el suelo, en cambio bajo un sistema de corte se produce una rápida disminución de este nutriente en el suelo cuando no hay devolución de los purines. El nivel de K en el suelo alcanza los mayores valores a principios del mes de mayo, es decir

antes de iniciarse el período normal de lluvias en la zona; por otra parte el nivel más bajo de K en el suelo se encuentra en el mes de octubre. Esto estaría indicando que es probable una alta lixiviación de este elemento por efecto de lluvias y se aconseja su aplicación como fertilizante a partir de esta última fecha señalada.

CONCLUSIONES

Es factible lograr altos niveles de producción de leche en un sistema de producción basado en alfalfa utilizada en pastoreo y corte y ensilaje de maíz durante el invierno.

La eficiencia de utilización de la materia seca es altamente variable cuando se pastorea alfalfa, observándose altas pérdidas en primavera.

La utilización de alfalfa en pastoreo permite mantener el nivel de potasio en el suelo.

RESUMEN

En la Estación Experimental Humán, ubicada cerca de la ciudad de Los Ángeles (37°28' Lat. S. y 72°23' Long. O.), se evaluó durante dos años consecutivos un sistema de producción de leche, cuya base forrajera fueron 4 hectáreas de alfalfa suministradas como pastoreo rotativo al estado de prebotón y alternativamente como henificación; 1,8 hectáreas de maíz para ensilaje, superficie que se ajustó según consumo real. Las vacas recibieron además concentrados según producción de leche durante todo el año. La composición del concentrado fue variable según la época del año, el nivel productivo de las vacas y la calidad del forraje. Se utilizaron 16 vacas Holstein cuyas pariciones se concentraron entre mayo y agosto. La producción de leche promedio fue de 16.889 L ha⁻¹ y 6.300 L vaca masa⁻¹ al año, con una suplementación de 0,256 kg de suplemento por litro de leche. La eficiencia

de utilización de la alfalfa en pastoreo varió entre las épocas del año, con una tendencia a ser menor en primavera y mayor en el verano. Se observó gran variabilidad en la eficiencia de utilización cuyos valores fluctuaron entre un 26 y 92%.

Palabras claves: *Zea mays*, *Medicago sativa*, ensilaje de maíz, sistema de producción de leche.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa cooperación del Sr. Juan Curilemu por su dedicación al muestreo del forraje y control general durante toda la ejecución del experimento; y al Sr. Daniel Reyes por el procesamiento y análisis de muestras.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA, H.; SOTO, P.; VIDAL, A. Y MARTÍNEZ, G. 1991. Fertilización de alfalfa con fósforo, potasio y azufre. *Agricultura Técnica (Chile)* 51(4): 315-322.
- A.O.A.C. 1970. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 11th ed. Washington DC., USA. 1015 p.
- BAEZ, F.; JAHN, E.; SCHWENN, G.; SOTO, P.; VIDAL, A. Y COSSIO, F. 1988. Pastoreo de alfalfa en tres estados de madurez y dos residuos con vacas en lactancia. Resúmenes XIII Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal. Osorno, Chile. 19-21 de octubre. p. 28.
- BREMNER, J. M. 1965. Inorganic forms of nitrogen. *In: Black, C.A.(Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy.* p. 1179-1237.
- BUTENDIECK, N.; ROMERO, O. Y HAZARD, S. 1991. Sistema cerrado de producción de leche para condiciones de secano en la IX Región. *Agricultura Técnica (Chile)* 51(3): 220-226.
- CHAPMAN, N. D. Y PRATT, P. A. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y agua.. México. Editorial Trill. 195 p.
- GÓMEZ O, P. AND JAHN, B. 1993. Opportunities and constraints for production of marketable products from temperate grassland systems with minimal financial inputs. *Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerston North, Hamilton, Lincoln, New Zealand. 13-21 February.* p. 1487-1491.
- JAHN, E. 1983. Evaluación de mezclas de trébol blanco ladino y trébol rosado para ganado lechero. *Agricultura Técnica (Chile)* 43(3): 263-266.
- JAHN, E. 1996. La pradera en los sistemas de leche bovina. *In: Ruiz N., I. (Ed.) Praderas para Chile. 2ª ed. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.* p. 658-664.
- JAHN, E.; VIDAL, A.; BONILLA, W. Y PULIDO, R. 1989. Sistema intensivo de producción de leche para la zona centro sur. *Agricultura Técnica (Chile)* 49(2): 130-134.
- JAHN, E.; BONILLA, W.; SOTO, P.; OVALLE, C. Y ORMEÑO, G. 1990. Mezclas forrajeras de riego para vacas en lactancia. Resumen. XV Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal. Temuco, Chile. Octubre. p. 43.
- JAHN, E.; VIDAL, A.; BAEZ, F. AND SOTO, P. 1993. Use of irrigated lucerne at different growth stages. II. Utilization for milk production. *Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerston North, Hamilton, Lincoln, New Zealand. 13-21 February.* p. 1506-1507.
- JAHN, E.; GUTIÉRREZ, G. Y VELASCO, R. 1994. Modelo de simulación en producción de leche. Niveles de concentrado para diferentes potenciales de producción. XIX Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 19-21 octubre. p. 19-21.
- KLEIN F.; LANUZA, F. Y NAVARRO, H. 1993. Niveles de inclusión de ensilaje de maíz en la ración de vacas lecheras con parto de otoño. *Agricultura Técnica (Chile)* 53(2): 118-125.
- LANUZA, F.; DUMONT, J.C.; NAVARRO, H.; MEYER, F.; BASSI, A.; BOLDT, J.; CASTRO, L. Y BONDARENKO, 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.

- LANUZA, F.; DUMONT, J.C. Y NAVARRO, H. 1991. Evolución de algunos indicadores productivos y económicos de un sistema biestacional de producción de leche en la X Región de Chile. *Revista Argentina de Producción Animal* 11(2): 205-215.
- OLSEN, S. R. AND DEAN, L. A. 1965. Phosphorus. *In: Black, C.A. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part. 2. American Society of Agronomy.* p. 1035-1049.
- SILVA, M.; CHAHIN, A. Y SOTO, M. 1996. Desarrollo y valor nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa*). *Avances en Producción Animal* 21 (1-2): 13-22.
- SOTO, P.; JAHN, E.; ACUÑA, H. AND OVALLE M., C. 1993. Pasture productivity of different species evaluated under grazing in the central valley of Chile. *Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerston North, Hamilton, Lincoln, New Zealand.* 13-21 February. p. 868-869.
- SOTO, P. AND JAHN, E. 1993. Use of irrigated lucerne at different growth stages. I. Evaluation under cutting. *Proceeding of the XVIII International Grassland Congress. Palmerston North, Hamilton, Lincoln, New Zealand.* 13-21 February. p. 869-870.
- SOTO, P. 1996. Forrajes suplementarios de invierno y verano. *In: Ruiz N., I. (Ed.). Praderas para Chile. 2ª ed. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.* p. 109-138.
- VAN SOEST, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.* 46: 829-834.
- VYHMEISTER, H.; JAHN, E.; BONILLA, W.; BECERRA, L. Y ORMEÑO, G. 1986. Comparación de dos módulos demostrativos lecheros pequeños. *Aspectos productivos. Agricultura Técnica (Chile)* 46(1):91-99.