



COMITE EDITORIAL
FACULTAD DE AGRONOMIA
CASILLA 114-D
SANTIAGO-CHILE



CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA

VOLUMEN 10-Nº 1-ENERO-ABRIL, 1983

ISSN 0304-5609

ARTICULOS DE INVESTIGACION

- Estudio de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, competencias de rendimiento y contenido proteico en seis mutantes de trigo (*Triticum aestivum* L.) de diferentes contenidos de proteína. 1, 2, 3.
Rathgeb, Patricio Parodi, Isabel Nebreda. 3
- Utilización de la inulina del Topinambur (*Helianthus tuberosa*) por aves y cerdos.
Cañas, Manuel Camiruaga, Claudio Aguilar, Jorge Serani y Marilyn Gasman. 19
- Modelo matemático para estimación del requerimiento energético y aminoacídico del cerdo a diferentes pesos y ganancias de peso.
Cañas, Claudio Aguilar, Jaime Bascuñán, Adrián Catrileo y Marilyn Gasman. 27
- Estabilidad espacial de la velocidad de infiltración del agua en el suelo. I. Generación de la familia.
Gurovich y Jack Stern. 35
- Estudios de los efectos de los suplementos al beneficio, características de la canal y relaciones entre carne, piel y hueso en patos híbridos, criollos-white roman (anser domésticos) y patos muscovy (*cairina moschata*).
San Gallo, José de la Vega, Marco Campos, Valerio Bifani y José Silva. 43
- Reproducción y fructificación de perales Packham's Triumph en Chile.
Alvaro Gil, Riccardo Gatti, Carlos Crisosto. 53
- Modelo matemático para determinar un sistema óptimo económico de crianza de terneros en reemplazo.
Cañas, Claudio Aguilar, Pamela González y Marilyn Gasman. 63
- Reproducción de la forma de manzanas tipo Delicious con geberelina y citocinina.
Alvaro Gil y Carlos Crisosto. 73
- Reproducción y fructificación de perales Packham's, Beurre D'Anjou y Salvador Izquierdo.
Alvaro Gil, Riccardo Gatti, Carlos Crisosto y Alvaro Sanhueza. 81
- Resistencia del cultivar de soya, *Glycine max* (L.) Merrill, Amsoy 71, a la tensión hídrica.
Nebreda, Patricio Parodi y Luis Gurovich. 89
- ARTICULO DE OPINION
- El rol del Agropecuario: Situación actual y perspectivas período 1981/85.
San Hurtado. 97
- La producción reciente y perspectivas del sector lechero.
San Zegers. 113

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA
SANTIAGO DE CHILE

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA

CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA

COMITE EDITOR:

Gonzalo Gil, Presidente
Hernán Hurtado
Osvaldo Paladines
José Rodríguez
Cristian Krarup
Irma Soza, Secretaria Ejecutiva

CONSULTORES TECNICOS DE LA REVISTA
"CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA"

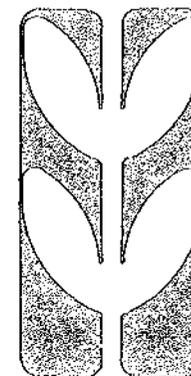
Son Consultores Técnicos de esta revista, además de los profesores de la Escuela de Agronomía de Universidad Católica de Chile, las siguientes personas:

EDMUNDO ACEVEDO
JUAN ACEVEDO
MARIO ALVAREZ
PABLO ALVARADO
FERNANDO ARAOS
PEDRO BAERLE
ENRIQUE BERQUIST
EDUARDO BESOAIN
SERGIO BONILLA
OSCAR CACERES
MILAN CAGLEVIC
JUAN EDO. COEYMANS
RENE CORTAZA
DAVID CONTRERAS
RENE CORTAZAR
RAUL CORTES
ANTONIO CORVALAN
RICARDO COSTABAL
MOISES ESCAIF
WALDO ESPINOZA

JULIA ETCHEGARAY
JORGE ETCHEVERS
ELISEO GALLARDO
CARMEN GALLO
JORGE GARCIA HUIDOBRO
RAMON GARCIA
GOETZ VON GERSDORF
ROBERTO GONZALEZ
ERNST HAYEK
ELIAS LETELIER
MIGUEL JORDAN
ANTONIO LIZANA
HERNAN LOPEZ
WALTER LUZIO
CARLOS NAGOEKI
GUIDO MORA
RODRIGO MUJICA
RAFAEL NOVOA
ADRIANA PINTO
ALVARO PINTO

JOSE LUIS PISTINO
OLIVIA PRADO
MARCELO QUEZADA
PATRICIO RAMIREZ
IGNACIO RAMIREZ
HERNAN RIQUELME
CARLOS RIVERA
JUAN JOSE ROMERO
GREGORIO ROSEMBERG
RAFAEL RUIZ
KLAUS RUSCH
FERNANDO SANTIBANEZ
EDUARDO SCHALSCHA
JUAN TOSSO
JORGE URRUTIA
JORGE VALENZUELA
ALEJANDRO VALENZUELA
EDUARDO VARAS
VITAL VALDIVIA

CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA



Toda correspondencia relacionada a la revista debe dirigirse a:
all mail concerning this publication must be addressed to:
REVISTA CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA
Escuela de Agronomía
Casilla 114-D
Santiago, Chile

SUSCRIPCIONES:

Terms of subscription:

Chile:

\$ 200

\$ 600

Extranjero:

Other countries:

US\$ 4, single number

US\$ 14, anual subscription

VOLUMEN 10-Nº 1-ENERO-ABRIL, 1983

Abreviatura recomendada: Cienc. Inv. Agr.

AGRADECEMOS CANJE - WIR BITEN UM AUSTAUSCH - EXCHANGE

SOLICITED -- ON DEMANDE L'ECHANGE -- GRADIREMMO CAMBIO

VOL. 10—N° 1—January-April—1983

RESEARCH

Effects of Nitrogen Fertilizer on the Yield, yield components and protein content of six wheat (*Triticum aestivum* L.) mutants of different protein content.
Víctor E. Rathgeb P.; Patricio C. Parodi e Isabel Nebreda.

Utilization of Topinambur inuline by puoltry and swine.
Raúl Cañas; Manuel Camiruaga; Claudio Aguilar; Jorge Serani y Marilyn Gasman.

Mathematical model for the estimation of energy and aminoacid requirements of swine at different weights and rates of gain.
Raúl Cañas; Claudio Aguilar G.; Jaime Bascuñán N.; Adrián Catrileo S. y Marilyn Gasman.

Field spatial variability of soil water infiltrability. I. Data generation.
Luis A. Gurovich y Jack Stern.

Evisceration yields, carcass characteristics and meat, skin and bone rations of white roman hybrid geese (*anser domesticus*) and miscovy ducks (*cairina noschata*).
Carmen Gallo; José de la Vega; Marco Campos; Valerio Bifani y José Silva.

Fruit setting in the Packham's Triumph pear in Chile.
Gonzalo F. Gil; Ricardo Gatti y Carlos Crisosto.

Mathematical Model for determining an Optimun Economical heifer Calf Rearing System.
Raúl Cañas; Claudio Aguilar; Pamela González y Marilyn Gasman.

Regulation of Delicious type apple shape with gibberellin and cytokinin.
Gonzalo F. Gil y Carlos H. Crisosto.

Pollination and fruit set of Packham's Triumph, Beurre D'Anjou, and Salvador Izquierdo Pears.

Gonzalo Gil; Riccardo Gatti; Carlos Crisosto y Alvaro Sanhueza.

Response of soybeans, *Glycine Max* (L.) Merrill, Cultivar amsoy 71, to moistures stress.
Isabel M. Nebreda M.; Patricio C. Parodi P.; y Luis Gurovich R.

ENSAYO

Agricultural sector: Current situation and outloock for the period 1981/85.
Hernán Hurtado Z.

Recent Evolution and Perspectives of the Dairy Sector.
Cristián Zegers P.

Se autoriza la reproducción y cita del material que aparece en Ciencia e Investigación Agraria, siempre que se indique el nombre del autor(es), año, volumen, número y páginas del cual se obtiene. Las opiniones y afirmaciones expuestas en los trabajos representan exclusivamente los puntos de vista de los autores. La mención de productos o firmas comerciales en la revista no implica una recomendación por parte de la Universidad.

ARTICULOS DE INVESTIGACION

EFFECTOS DE LA FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y CONTENIDO PROTEICO DE SEIS MUTANTES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE DIFERENTE CONTENIDO DE PROTEINA^{1 2 3}

EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZER ON THE YIELD, YIELD COMPONENTS AND PROTEIN CONTENT OF SIX WHEAT (*Triticum aestivum* L.) MUTANTS OF DIFFERENT PROTEIN CONTENT

VICTOR E. RATHGEB P., PATRICIO C. PARODI E ISABEL M. NEBREDAS

SUMMARY

Six spring wheat (*Triticum aestivum* L.) mutants, developed through induced mutations with gamma radiation, which differed in their grain protein content, were subjected to four doses of nitrogen, 0, 45, 90 and 180 kg/ha with the objective of determining the effects of these nitrogen levels on yield components, test-weight, yield, protein content and other variables.

The experiment was conducted under a split-plot design with four replications, at the Pirque Experiment Station of the Catholic University of Chile, 33°42' lat. South, 70°35' long. West, 654 m altitude. Mutants were classified as high-protein (Mutants 1 and 2, 14.5 and 13.7% protein); medium-protein (Mutants 3 and 4, 12.0 and 11.4% protein); and low-protein (Mutants 5 and 6, 9.0 and 9.0% protein).

Nitrogen produced a significant increase in the number of spikes per unit area in all mutants. Number of kernels per spike increased significantly with 45 and 90 kg/ha of N, but tended to level or decrease with 180 kg/ha N. High-protein mutants generally produced less kernels per spike, but had significantly heavier kernels. Nitrogen had minor effects on the test-weight of the high-protein mutants; the highest N dosis significantly deteriorated the test-weight of both low-protein mutants, and one of the medium-protein mutants. Nitrogen effects on test-weight were consistently negative, although they produced a comparatively slighter depression in the high-protein mutants.

Nitrogen significantly increased the yield of all six mutants, generally up to the highest dosis, and mostly independently of their original protein content. Differences in the mutants' protein content remained relatively constant under all nitrogen

¹Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 261/81.
Fecha de recepción: 12 de mayo de 1981.

²Investigación financiada en parte por la Agencia Internacional de Energía Atómica, a través del Research Contract N° 033/R5/R6/GS.

³Parte de la tesis presentada por Víctor E. Rathgeb P., a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

⁴Departamento parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

levels. The 45 and 90 kg/ha doses significantly depressed the protein content of all mutants. The protein content expressed in the absence of nitrogen fertilizer was significantly surpassed with 180 kg/ha N in Mutants 1 and 2, and equalled in Mutants 4 and 5. Correlation analyses detected a weak and inconsistent negative association between yield and protein content.

These results also point out that mutation induction through gamma irradiation allowed to develop differentiable individuals, suggesting that the mutagenic treatments altered the original genotype.

INTRODUCCION

En Chile el trigo ocupa un lugar preponderante en la dieta humana, aportando en promedio cerca del 40% de las calorías y proteínas consumidas por la población (FAO, 1971).

Una de las limitantes de los cultivares actualmente utilizados en el país, es su relativamente bajo contenido proteico (aproximadamente 10,5%), hecho importante en consideración a que la población tiene un alto consumo de este cereal, alrededor de 160 kilos por habitante al año, y que la principal deficiencia nutricional es el bajo consumo de proteínas, aunque también existen deficiencias calóricas. Esta situación hace necesario el desarrollo de cultivares de alto rendimiento con mayor contenido de proteína, la cual además debe presentar un adecuado balance aminoacídico.

Se ha establecido que el contenido proteico del trigo está genéticamente controlado (Hauhold, Johnson y Schmidt, 1962; Stuber, Johnson y Schmidt, 1962); sin embargo, este carácter está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales, particularmente por el tipo de suelo, clima y nitrógeno disponible (El Giny, Lamb y Burrell, 1957, Miezán, Heyne y Finney, 1977).

En muchas investigaciones se ha encontrado un efecto significativo de la fertilización nitrogenada sobre el contenido proteico; sin embargo, se ha observado respuestas diversas como consecuencia de variados efectos ambientales y genéticos sobre este carácter. Dubetz (1972) trabajando con dos cultivares de trigo, encontró que, en general, el contenido proteico de ambos aumentaba con cada incremento en la fertilización nitrogenada. Gandhi y Nathawat (1968), citados por Hulse y Evangeline M. Laing (1974), determinaron que, en general, aplicaciones crecientes de nitrógeno, aumenta-

ban el contenido proteico de los granos; algunos cultivares mostraron una disminución en su porcentaje de proteína cuando el nivel de nitrógeno fue superior a 134,5 kg/ha, mientras que otros mostraron un incremento sólo a un nivel mayor de fertilización.

Varios investigadores han encontrado una significativa correlación negativa entre rendimiento y contenido proteico (Partridge y Shykewich, 1972; Duffield, Croy y Smith, 1972). Sin embargo, se ha demostrado que este tipo de relación no es necesariamente constante, sino que está fuertemente influenciada por el cultivar, contenido de nitratos del suelo y otras condiciones ambientales (Terman *et al.*, 1969; Mc Neal *et al.*, 1972).

El aparente ligamiento negativo entre contenido proteico y rendimiento ha sido quebrado al demostrarse que la constitución genética que confiere mayor contenido proteico es heredada en forma independiente del rendimiento y se basa principalmente en una utilización más eficiente del nitrógeno (Middleton, Bode y Bayles, 1954; Johnson, Mattern y Schmidt, 1967).

Existe evidencia de que es posible aumentar en forma simultánea el rendimiento y el contenido proteico, ya sea mediante mejoramiento genético o por medio de fertilización nitrogenada. Mc Neal *et al.* (1971), Hucklesby *et al.* (1971), y otros, han obtenido aumentos simultáneos en rendimiento y contenido proteico mediante la fertilización nitrogenada y sugieren que un manejo apropiado de ésta es un método efectivo para lograr altos rendimientos en genotipos de alto contenido proteico.

En relación al efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes de rendimiento, Nass, MacLeod y Susuki (1976), trabajando con seis cultivares de trigo de hábito primaveral, encontraron que el número de espigas por

superficie aumentó significativamente con mayores aplicaciones de nitrógeno, mientras que el número de granos por espiga y el peso de los granos no fueron consistentemente afectados. Gardner y Jackson (1976) encontraron efectos positivos del nitrógeno sobre el número de espigas por superficie y número de granos por espiga, mientras que el peso de los granos se vio negativamente afectado por este nutriente.

María Soledad Díaz y Parodi (1974) determinaron que tanto el rendimiento como el número de espigas por superficie, aumentaron significativamente al incrementar los niveles de fertilización nitrogenada y fosforada. El número de granos por espiga se vio afectado en casos de ambientes estrechos, en especial en los que respecta a recursos nutricionales aparentemente limitados. El peso de los granos aumentó en forma significativa a partir del control sin fertilizante, pero las dosis mayores de fertilizante, 120 y 160 kg/ha de N y 135 kg/ha de P, produjeron un deterioro de este componente.

El objetivo de esta investigación fue determinar si modificaciones del nivel de nitrógeno en el suelo, afectaban el contenido de proteína de los cultivares de trigo que diferían relativamente en el contenido proteico de sus granos, y además, determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, peso específico y componentes de rendimiento de los mutantes estudiados.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental de la Universidad Católica de Chile, ubicada en la comuna de Pirque, 33°42' latitud Sur y 70°35' longitud W, 654 m de elevación, en un suelo de textura franca cuyo contenido inicial de nitrógeno era de 14 ppm.

Se utilizaron seis mutantes de trigo de hábito primaveral (*Triticum aestivum* L.), derivados por inducción con rayos gamma del mismo progenitor, el cultivar Collafin, los que diferían relativamente en el contenido proteico del grano. El porcentaje de proteína de los mutantes, determinado en base al método de Kjeldahl fue el siguiente: Mutante 1, 14,5%; Mutante 2, 13,7%; Mutante 3, 12,0%; Mutante 4, 11,4%; Mutante 5, 9,0% y Mutante 6, 9,0%. Se usó el diseño de parcelas divididas (split-plot), con

cuatro repeticiones, correspondiendo los seis mutantes a las parcelas principales y las cuatro dosis de nitrógeno 0, 45, 90 y 180 kg/ha a las subparcelas. Cada subparcela estuvo constituida por cinco surcos de 2 m de longitud, separados entre sí a 20 cm. La separación entre subparcelas fue de 40 cm.

En cada subparcela se cosechó los tres surcos centrales, eliminando un surco exterior en cada lado y 25 cm en cada extremo.

Las variables medidas fueron: a) número de espigas por subparcela; b) número de granos por espiga; c) peso de 1000 granos; d) peso específico, expresado en kilos por hectólitro; e) rendimiento, expresado en kilos por hectárea, y f) contenido de proteína del grano, determinado por el método de capacidad de fijación de colorante (DBC).

El análisis estadístico de las variables se realizó mediante análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Duncan al nivel 0,05. Además, se computaron correlaciones lineales simples para rendimiento versus contenido proteico, peso específico y componentes de rendimiento, contenido proteico versus peso específico, y entre los componentes de rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los cuadrados medios provenientes del análisis de varianza para componentes de rendimiento, peso específico, rendimiento y contenido proteico, se presentan en el Cuadro 1.

Los cuadrados medios de repeticiones fueron significativos para peso de los granos y rendimiento, y altamente significativos para el número de espigas por parcela y contenido proteico. Los cuadrados medios de mutantes fueron significativo para rendimiento y altamente significativos para el número de espigas por parcela, peso de los granos, peso específico y contenido proteico, sugiriendo que en estas variables se produjeron diferencias debidas a la constitución de los mutantes. Los cuadrados medios de mutantes no fueron significativos para número de granos por espiga ni para peso específico. Los cuadrados medios de fertilización nitrogenada fueron altamente significativos para todas las variables mencionadas, indicando que en ellas se produjeron diferencias debidas a los distintos niveles de fertiliza-

C U A D R O 1
CUADROS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO, PESO ESPECIFICO, RENDIMIENTO Y CONTENIDO PROTEICO

Means squares from analyses of variance for yield components, test-weight, grain yield and protein content

Fuente de variación <i>Source of variation</i>	g.l. <i>d.f.</i>	Cuadrados medios <i>Mean squares</i>					Contenido proteico ¹ <i>Protein content</i>
		Espigas por parcela <i>Spikes per plot</i>	Granos por espiga <i>Kernels per spike</i>	Peso granos <i>Kernel weight</i>	Peso específico <i>Test-weight</i>	Rendimiento <i>Yield</i>	
Repeticiones	3	15884,58**	33,22	18,13*	0,58	3644112,00*	10,69**
Mutantes (A)	5	31583,20**	16,98	117,78**	15,37**	1986099,20*	31,44**
Error a	15	2109,02	12,73	3,47	2,23	744595,20	0,80
Fertilización (B)	3	137312,92**	415,44**	39,73**	121,04**	43426923,00**	65,64**
AB	15	1915,55	5,42	9,50**	4,68**	387306,67	2,62**
Error b	54	1862,89	6,71	2,91	1,97	409517,63	0,50

¹ Este análisis se realizó con ocho repeticiones.

*, **Significativo al nivel de 0,05 y 0,01, respectivamente.

Los cuadrados medios de interacciones entre mutantes y niveles de fertilización fueron altamente significativos para peso de los granos, peso específico y contenido proteico, lo que sugiere que estas variables respondieron en forma diferencial a la fertilización nitrogenada en los distintos mutantes. Con las excepciones señaladas, sin embargo, los factores en estudio afectaron en forma independiente al rendimiento y sus componentes.

El análisis de los promedios mediante la prueba de Duncan para el número de espigas por superficie, Cuadro 2, indicó que hubo diferencias significativas para este componente entre los mutantes, observándose los mayores valores para los Mutantes 5 y 6; valores intermedios para los Mutantes 2, 3 y 4 y el menor valor para el Mutante 1. La fertilización nitrogenada causó efectos significativamente diferentes en la expresión de este componente en todos los mutantes estudiados, obteniéndose sin excepción, el mayor número de espigas con 180 kg/ha de N. En general, cada incremento en el nivel de nitrógeno aplicado, originó aumentos significativos en el número de espigas, con excepción de los Mutantes 1 y 4, que no presentaron diferencias significativas entre 0 y 45 kg/ha de N; y los Mutantes 3 y 5, los cuales no difirieron estadísticamente entre los niveles 45 y 90 kg/ha de N.

De este análisis se puede concluir que el número de espigas por superficie fue modificado significativamente por diferencias genotípicas, debido posiblemente a diferencias en el potencial genético en la expresión de este carácter. Además, la fertilización nitrogenada afectó en forma positiva y significativa al número de espigas, aunque se presentaron algunas diferencias en la respuesta de los mutantes a las dosis de nitrógeno. Este resultado concuerda con el obtenido por otros investigadores, corroborando que aplicaciones crecientes de nitrógeno pueden producir incrementos significativos en el número de espigas por unidad de superficie, lo que podría deberse, entre otros factores, a una mayor viabilidad de las macollas, como consecuencia de una mejor nutrición.

El análisis de los promedios mediante la prueba de Duncan para el número de granos por espiga, Cuadro 3, indicó que no hubo dife-

rencias significativas para este componente entre los mutantes, lo que sugiere que posiblemente éstos poseían un potencial genético similar para la expresión de este carácter. La fertilización nitrogenada causó efectos estadísticamente significativos sobre este carácter en los seis mutantes, en los cuales el menor número de granos por espiga correspondió, sin excepción, a los tratamientos que no recibieron fertilización nitrogenada. La aplicación de 45 kg/ha de N, tuvo un efecto positivo sobre este componente, obteniéndose en todos los mutantes, valores significativamente superiores a los obtenidos sin fertilización.

Con 90 kg/ha de N, se observó respuestas diferentes, en los Mutantes 1, 2 y 3; este nivel de nitrógeno aumentó significativamente el número de granos por espiga en relación al nivel 45 kg/ha de N; en cambio, los Mutantes 4, 5 y 6, no presentaron diferencias significativas entre los niveles 45 y 90 kg/ha de N. Con el mayor nivel de nitrógeno, no se observó diferencias significativas en relación a la aplicación de 90 kg/ha de N, con excepción del Mutante 1, en el cual esta dosis originó una disminución significativa en el número de granos por espiga. Estos datos sugieren que la dosis de nitrógeno de 180 kg/ha, no fue adecuada para producir incrementos en la expresión del componente número de granos por espiga, y que además, podría incluso ser detrimental causando una disminución significativa, como sucedió en el Mutante 1, lo que se debería posiblemente a efectos compensatorios entre los componentes de rendimiento. Aparentemente, la máxima expresión de este componente, en los mutantes estudiados y bajo las condiciones en que se realizó este experimento, se lograría con una fertilización nitrogenada de 90 kg/ha.

El análisis de los promedios mediante la prueba de Duncan para peso de 1.000 granos, se presenta en el Cuadro 4. Los mutantes difirieron significativamente entre sí para el peso de 1.000 granos, observándose los mayores valores para los Mutantes 1 y 2; valores intermedios para los Mutantes 3 y 4 y los menores valores para los Mutantes 5 y 6. Es interesante destacar que el peso de 1.000 granos apareció positivamente asociado con el contenido proteico original de los mutantes. La fertilización

C U A D R O 2
 NUMERO DE ESPIGAS POR PARCELA DE SEIS MUTANTES DE TRIGO SOMETIDOS A CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA

Number of spikes per plot of six wheat mutants subjected to four levels of nitrogen fertilizer

Variables	Número de espigas por parcela <i>Number of spikes per plot</i>					
	1	2	3	4	5	6
Mutantes <i>Mutants</i>	354,56 C ¹	420,12 B	421,87 B	422,44 B	467,87 A	480,50 A
Dosis de nitrógeno <i>Nitrogen levels</i> kg/ha						
0	299,50p ¹	329,00 no	350,00 mn	376,00 jklm	364,50 klm	373,25 klm
45	313,75 op	379,50 jkl	405,25 hij	388,50 ijk	454,50 ef	429,50 fgh
90	357,75 lm	437,50 fg	413,50 ghi	431,75 fgh	484,50 de	525,00 b
180	447,25 f	534,50 b	518,75 bc	493,50 cd	568,00 a	594,25 a

¹Los valores unidos por la misma letra, no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0.05.

C U A D R O 3
 NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA DE SEIS MUTANTES DE TRIGO SOMETIDOS A CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA

Number of kernels per spike of six wheat mutants subjected to four levels of nitrogen fertilizer

Variables	Número de granos por espiga <i>Number of kernels per spike</i>					
	1	2	3	4	5	6
Mutantes <i>Mutants</i>	21,32 A ¹	20,90 A	23,04 A	22,87 A	23,09 A	23,29 A
Dosis de nitrógeno <i>Nitrogen levels</i> kg/ha						
0	14,68 j ¹	17,33 i	14,70 j	16,65 i	17,06 i	17,58 i
45	22,41 g	20,63 h	23,61 efg	24,08 cdefg	24,45 cdef	24,04 defg
90	25,21 bcde	22,91 fg	27,51 a	25,22 bcde	25,90 abc	25,75 abcd
180	22,97 fg	22,74 fg	26,33 ab	25,54 bcd	24,95 bcde	25,81 abcd

¹Los valores unidos por la misma letra, no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0.05.

CUADRO 4
PESO DE 1000 GRANOS DE SEIS MUTANTES DE TRIGO SOMETIDOS A CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

1000-kernels weight of six wheat mutants subjected to four levels of nitrogen fertilizer

Variables	Peso de 1000 granos 1000-kernel weight (g)					
	Mutantes Mutants					
	1	2	3	4	5	6
Mutantes Mutants	45.47 A ¹	44.54 AB	43.61 BC	42.57 C	39.81 D	38.58 D
Dosis de nitrógeno Nitrogen levels kg/ha						
0	43.64 efgh ¹	44.47 de	44.05 defg	42.80 hi	41.66 ij	40.36 kl
45	45.99 ab	44.42 de	44.31 def	43.07 gh	43.17 fgh	39.92 l
90	46.54 a	44.94 bcd	44.73 cde	44.27 def	38.34 m	38.34 m
180	45.72 abc	44.35 def	41.36 jk	40.13 j	36.06 n	35.71 n

¹ Los valores unidos por la misma letra, no son estadísticamente diferentes. Duncan, 0.05.

nitrogenada originó diferencias significativas para el peso de los granos en todos los mutantes, con excepción del Mutante 2, el cual no presentó diferencias significativas entre los distintos niveles de fertilización. En el Mutante 1, el menor peso de los granos se obtuvo con 0 kg/ha de N, aumentando significativamente con 45 kg/ha de N, sin observarse diferencias significativas entre el peso alcanzado con este nivel de nitrógeno y las dosis mayores. En el Mutante 3, los primeros tres niveles de nitrógeno no produjeron diferencias significativas en el peso de los granos; la aplicación de 180 kg/ha, sin embargo, originó una significativa disminución en este componente, el cual presentó un valor significativamente inferior al obtenido con 0 kg/ha de N. En los Mutantes 4, 5 y 6, el menor peso de los granos se obtuvo con 180 kg/ha de N y los mayores valores con 90 kg/ha de N en el Mutante 4, y con 45 kg/ha de N en los Mutantes 5 y 6.

Estos resultados permiten concluir que existían diferencias genotípicas en la expresión de este componente dentro del material estudiado. Además, la respuesta del peso de los granos a la fertilización nitrogenada no presentó una tendencia definida, puesto que se observaron importantes diferencias en el comportamiento de los mutantes. Estos resultados, sin embargo, corroboran los informes de otros investigadores (Gardner y Jackson, 1976) en el sentido que altas aplicaciones de nitrógeno pueden ejercer un efecto negativo sobre el peso de los granos, aunque esta tendencia no fue generalizada en todos los genotipos estudiados.

Existen otros dos aspectos interesantes de señalar respecto al efecto del nitrógeno sobre el peso de los granos. Primero, el estable comportamiento del Mutante 2, el que no sufrió alteraciones estadísticamente significativas por efecto de las dosis de nitrógeno. Segundo, la aparente asociación entre el contenido original de proteína de los mutantes y sus pesos de granos bajo la dosis de 180 kg/ha de N. Los Mutantes 1 y 2 de alta proteína, tuvieron los granos más pesados; los Mutantes 3 y 4, de contenido proteico intermedio, mientras que los Mutantes 5 y 6, de bajo contenido, produjeron los granos más livianos.

El análisis de los promedios mediante la prueba de Duncan para peso específico, se

presenta en el Cuadro 5. Se observó diferencias significativas entre los genotipos con los mayores valores para los Mutantes 1, 2 y 6, los que no difirieron significativamente entre sí, y los menores valores para los Mutantes 3, 4 y 5; no hubo diferencias significativas entre el Mutante 4 y los Mutantes 2 y 6. En general, aplicaciones crecientes de nitrógeno produjeron un efecto negativo sobre el peso específico, lo que se aprecia claramente en el Mutante 2, en el cual cada aumento en el nitrógeno aplicado, produjo reducciones significativas en su peso específico. En los otros mutantes, los menores valores se obtuvieron con 180 kg/ha de N, con excepción del Mutante 4 que no presentó diferencias significativas entre 90 y 180 kg/ha de N. Los mayores valores se obtuvieron con 0 kg/ha de N, con excepción del Mutante 1, que no presentó diferencias significativas entre los primeros tres niveles de nitrógeno, y el Mutante 3, el cual no difirió significativamente entre los niveles 0 y 45 kg/ha de N. De este análisis se puede concluir que con la excepción señalada, la fertilización nitrogenada ejerció un efecto negativo sobre el peso específico de los mutantes; sin embargo, no es fácil generalizar, ya que el comportamiento de los mutantes no fue consistente y por lo tanto sería conveniente analizarlos en forma separada.

El análisis de los promedios mediante la prueba de Duncan para rendimiento, Cuadro 6, indicó que no hubo diferencias significativas entre los mutantes, con excepción del Mutante 1, que presentó un rendimiento significativamente inferior a los Mutantes 3, 4, 5 y 6, sin diferir significativamente del Mutante 2. La fertilización nitrogenada originó en todos los mutantes diferencias significativas en el rendimiento, produciéndose variaciones atribuidas a los distintos niveles de fertilización nitrogenada. En general, se observó que cada incremento en el nivel de nitrógeno produjo aumentos significativos en el rendimiento, con excepción de los Mutantes 4 y 6 que no presentaron diferencias significativas entre 90 y 180 kg/ha de N, y el Mutante 5 que no presentó diferencias significativas entre 45, 90 y 180 kg/ha de N. La información sugiere una aparente falta de asociación entre el contenido original de proteína de los mutantes y su rendimiento. El Mutante 1, de alta proteína, produjo el más

CUADRO 7

CONTENIDO PROTEICO DE SEIS MUTANTES DE TRIGO SOMETIDOS A CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA

Protein content of six wheat mutants subjected to four levels of nitrogen fertilizer

Variables	Contenido proteico Protein content %					
	Mutantes Mutants					
	1	2	3	4	5	6
Mutantes Mutants	11,86 A ¹	11,59 A	10,10 B	9,97 BC	9,59 C	9,73 BC
Dosis de nitrógeno Nitrogen levels kg/ha						
0	12,70 b ¹	12,17 c	11,48 d	10,55 fgh	10,26 hi	10,70 fg
45	10,82 ef	10,55 fgh	9,71 kl	9,40 lm	8,78 o	9,23 m
90	10,83 ef	11,09 c	9,08 mn	9,57 kl	8,88 o	9,20 m
180	13,10 a	12,58 b	10,14 ij	10,36 ghi	10,43 ghi	9,80 jk

¹Los valores unidos por la misma letra, no son estadísticamente diferentes. Duncan. 0.05.

respuestas diversas: los Mutantes 1 y 2 produjeron con esta dosis los mayores contenidos proteicos, observándose valores significativamente superiores a los obtenidos sin fertilización; en los Mutantes 3, 4, 5 y 6, se obtuvo valores significativamente superiores en relación a los obtenidos con 90 kg/ha de N, siendo éstos significativamente inferiores a los obtenidos sin fertilización en los Mutantes 3 y 6; en los Mutantes 4 y 5 estos valores no difirieron significativamente en relación al nivel 0 kg/ha de N.

Cabe destacar que las diferencias originales en el contenido proteico entre los mutantes utilizados, se mantuvieron en este experimento, con excepción del Mutante 6, el cual tenía un contenido proteico bajo y presentó un contenido de proteína intermedio. Además, se observó la tendencia de estas diferencias a mantenerse bajo los distintos niveles de fertilización nitrogenada, siendo más notorias las diferencias entre los Mutantes 1 y 2, de alto contenido proteico, y el resto de los mutantes. Esto sugiere que las diferencias en el contenido proteico original entre los mutantes se deberían princi-

palmente a distintas constituciones genotípicas para este carácter inducidas por radiación gama.

Además, es de interés enfatizar que los Mutantes 1 y 2 en general, se comportaron como genotipos de alto rendimiento y alto contenido proteico.

La fertilización nitrogenada afectó significativamente la expresión del contenido proteico en todos los mutantes. Sin embargo, no se presentó una tendencia definida, ya que éstos respondieron en forma diferencial a la fertilización. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Partridge y Shaykewich (1972) en relación a que aplicaciones moderadas de nitrógeno pueden producir disminuciones significativas en el contenido proteico, particularmente, en suelos con bajo contenido inicial de nitratos.

Para determinar el grado de asociación entre las variables medidas en este experimento, se realizaron correlaciones lineales simples entre ellas. En el Cuadro 8 se presentan los coeficientes de correlación de los mutantes para contenido proteico versus rendimiento y peso

CUADRO 8

COEFICIENTES DE CORRELACION EN SEIS MUTANTES DE TRIGO PARA CONTENIDO PROTEICO VERSUS RENDIMIENTO Y PESO ESPECIFICO, Y RENDIMIENTO VERSUS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PESO ESPECIFICO

Correlation coefficients in six wheat mutants for protein content versus yield and test-weight, and yield versus yield components and test-weight

Mutantes Mutants	Contenido proteico vs. Protein content vs.		Rendimiento vs. Yield vs.			
	Rendimiento Yield	Peso específico Test-weight	Número de espigas por parcela Number of spikes per plot	Número de granos por espiga Number of kernels per spike	Peso de 1.000 granos 1 000-kernel weight	Peso específico Test-weight
	1	-0,03	0,01	0,76**	0,85**	0,32
2	0,38*	-0,27	0,93**	0,86**	0,27	-0,76**
3	-0,52*	0,27	0,81**	0,93**	-0,24	-0,82**
4	-0,35*	0,09	0,71*	0,83**	0,06	-0,66*
5	-0,14	-0,27	0,76**	0,90**	-0,26	-0,59*
6	-0,46	0,27	0,84**	0,88**	-0,59*	-0,86**

**Significativo al nivel 0.05 y 0.01, respectivamente.

específico, y para rendimiento y peso específico, y para rendimiento versus componentes de rendimiento y peso específico.

El contenido proteico se correlacionó en forma negativa y significativa con el rendimiento en los Mutantes 3, 4 y 6; en forma positiva y significativa en el Mutante 2 y en forma negativa y no significativa en los Mutantes 1 y 5. Esto sugiere que hubo importantes diferencias en la forma de asociación entre contenido proteico y rendimiento entre los mutantes, aunque éstas no se presentaron bajo una tendencia definida. Dadas las respuestas diferenciadas de los mutantes, no es posible generalizar, y para aumentar los rendimientos y/o contenido proteico de cada genotipo, sería necesario considerarlos individualmente.

Las correlaciones entre contenido proteico y peso específico no fueron significativas, lo que sugiere que no hubo asociación entre estas variables.

El número de espigas por unidad de superficie se correlacionó en todos los casos en forma positiva y altamente significativa en el rendimiento, con excepción del Mutante 4, en el cual la correlación fue sólo significativa al 5%. Los coeficientes de correlación entre rendi-

miento y número de granos por espiga fueron sin excepción positivos y altamente significativos. Las correlaciones entre el peso de los granos y rendimiento no fueron significativas, con excepción del Mutante 6 que presentó una correlación negativa y significativa.

Estos resultados permiten concluir que el rendimiento estuvo asociado en forma positiva con el número de espigas por superficie y con el número de granos por espiga, componentes que explicaron en un alto porcentaje las variaciones en el rendimiento. El peso de los granos no presentó una asociación definida con el rendimiento.

El peso específico se correlacionó en forma negativa con el rendimiento, con excepción del Mutante 1 que presentó una correlación positiva y no significativa. En los mutantes 4 y 5 la correlación fue significativa; en los Mutantes 2, 3 y 6 la correlación fue altamente significativa.

En el Cuadro 9 se presentan los coeficientes de correlación de los mutantes para el número de espigas versus número de granos por espiga y peso de los granos, y para el número de granos por espiga versus peso de los granos. El número de espigas por superficie se correlacio-

CUADRO 9

COEFICIENTES DE CORRELACION EN SEIS MUTANTES DE TRIGO PARA NUMERO DE ESPIGAS VERSUS NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA Y PESO DE LOS GRANOS, Y NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA VERSUS PESO DE LOS GRANOS

Correlation coefficients in six wheat mutants for number of spikes versus number of kernels per spike and kernel weight, and number of kernels per spike versus kernel weight

Mutantes Mutants	Número de espigas vs. Number of spikes vs.	Número de granos por espiga vs. Number of kernels per spike vs.	
		Número de granos por espiga Number of kernels per spike	Peso de 1000 granos 1000-kernel weight
1	0,33	0,27	0,49
2	0,63*	0,14	0,13
3	0,55*	-0,57*	-0,04
4	0,26	-0,34	0,09
5	0,41	-0,65*	-0,19
6	0,16	-0,83**	-0,33

*. **Significativo al nivel 0.05 y 0.01, respectivamente.

nó positivamente con el número de granos por espigas en todos los mutantes; sin embargo, estas correlaciones fueron significativas sólo en los Mutantes 2 y 3, lo que indica que no existió una tendencia consistente de asociación entre estos componentes en los mutantes estudiados. El número de granos por espiga no presentó correlaciones significativas con el peso de los granos; sin embargo, el peso de los granos se correlacionó en forma negativa y significativa con el número de espigas por superficie en los Mutantes 3 y 5 y en forma negativa y altamente significativa en el Mutante 6. Estos datos sugieren que, con las excepciones señaladas, no hubo una tendencia consistente de asociación entre los componentes de rendimiento en los mutantes estudiados.

Los resultados presentados permiten concluir que el nitrógeno produjo un significativo aumento en el número de espigas por unidad de superficie en todos los mutantes. El número de granos por espiga aumentó significativamente con 45 y 90 kg/ha de N, pero tendió a nivelarse o decrecer con 180 kg/ha de N; los mutantes de alta proteína produjeron generalmente un menor número de granos por espiga. Los mutantes

de alta proteína, sin embargo, tuvieron granos significativamente más pesados.

El nitrógeno tuvo efectos menores sobre el peso específico de los mutantes de alto contenido proteico; la dosis más alta de nitrógeno produjo deterioros significativos en el peso específico de los dos mutantes de baja proteína, en uno de los intermedios. Los efectos del nitrógeno sobre el peso específico fueron consistentemente negativos, aunque produjeron una comparativamente menor depresión en los mutantes de alto contenido proteico.

El nitrógeno aumentó significativamente el rendimiento de todos los mutantes en general hasta la dosis más alta, en la mayoría de los casos independientemente de su contenido proteico original.

Las diferencias en el contenido proteico de los mutantes permanecieron relativamente constante bajo todos los niveles de nitrógeno. Las dosis de 45 y 90 kg/ha deprimieron significativamente el contenido de proteína de todos los mutantes. El contenido proteico expresado sin fertilizante nitrogenado fue superior significativamente con 180 kg/ha en los Mutantes 1

y 2, de alta proteína y sólo igualado en los Mutantes 4 y 5.

Los análisis de correlación detectaron una débil y no consistente asociación negativa entre rendimiento y contenido de proteína.

Finalmente, es importante enfatizar que la inducción de mutaciones por medio de irradiación gamma permitió desarrollar individuos diferenciables, lo que sugiere que los tratamientos mutagénicos produjeron alteraciones genotípicas.

RESUMEN

Seis mutantes de trigo primavera (*Triticum aestivum* L.), desarrollados a través de mutaciones inducidas con rayos gamma, y que difieren en el contenido proteico de sus granos, fueron sometidos a cuatro dosis de nitrógeno, 0, 45, 90 y 180 kg/ha, con el objeto de determinar el efecto de esos niveles de nitrógeno sobre los componentes de rendimiento, peso específico, rendimiento, contenido de proteína y otras variables. El experimento se condujo bajo el diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones, en la Estación Experimental de Parque de la Universidad Católica de Chile, 33°42' latitud Sur, 70°35' longitud Oeste, 654 m de elevación. Los mutantes fueron clasificados como alta proteína (Mutantes 1 y 2, 14,5 y 13,7% proteína); media proteína (Mutantes 3 y 4, 12,0 y 11,4% proteína); y baja proteína (Mutantes 5 y 6, 9,0 y 9,0% proteína).

El N produjo un aumento significativo en el número de espigas por unidad de superficie en todos los mutantes. El número de granos por

espiga aumentó significativamente con 45 y 90 kg/ha de N, pero tendió a nivelarse o decrecer con 180 kg/ha de N. Los mutantes de alta proteína en general produjeron menos granos por espiga, pero tuvieron granos significativamente más pesados. El N tuvo sólo efectos menores sobre el peso específico de los mutantes de alta proteína; la mayor dosis de N deterioró significativamente el peso específico de ambos mutantes de baja proteína y de uno de los de media proteína. Los efectos del N sobre el peso específico fueron consistentemente negativos, produciendo una menor depresión en los mutantes de alta proteína.

El N aumentó significativamente el rendimiento de los seis mutantes, en general hasta la dosis más alta, y en su mayor parte independientemente de su contenido proteico original. Las diferencias en el contenido de proteína de los mutantes permanecieron relativamente constantes bajo todos los niveles de N. Las dosis de 45 y 90 kg/ha de N, deprimieron significativamente el contenido de proteína de todos los mutantes. El contenido proteico expresado en ausencia de fertilizante nitrogenado fue superado significativamente con 180 kg/ha de N en los Mutantes 1 y 2, e igualado en los Mutantes 4 y 5. Los análisis de correlación detectaron una asociación negativa débil e inconsistente entre rendimiento y contenido de proteína.

Los resultados también señala que la inducción de mutaciones por medio de irradiación gamma permitió desarrollar individuos diferenciales, sugiriendo que los tratamientos mutagénicos alteraron el genotipo original.

LITERATURA CITADA

- DÍAZ, MARÍA SOLEDAD y P.C. PARODI. 1974. Influencia de la densidad de siembra y fertilización sobre componentes de rendimiento y rendimiento en trigo (*Triticum* spp.). Cien. Inv. Agr. 1: 199-205.
- DUBETZ, S. 1972. Effects of nitrogen on yield and protein content of Manitou and Pitic wheats grown under irrigation. Can. J. Pl. Sci. 52: 887-890.
- DUFFIELD, R.D., L.I. CROY, and E.L. SMITH. 1972. Inheritance of nitrate reductase activity, grain protein, and straw protein in a hard red winter cross. Agron. J. 64: 249-251.
- EL GINDY, M.M., C.A., LAMB, and R.C. BURRELL. 1957. Influence of variety, fertilizer treatment and soil on the protein content and mineral composition of wheat flour fractions. Cereal Chem. 34: 185-195.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 1971. *Anuario de producción*. Vol. 25 s.p.
- GARDNER, B.R. and E.B. JACKSON, 1976. *Fertilization, nutrient composition and yield relationships in irrigated spring wheat*. Agron. J. 68: 75-78.
- HAUNOLD, A., V.A. JOHNSON, and J.W. SCHMIDT, 1962. *Variation in protein content of the grain in four varieties of Triticum aestivum L. em Thell*. Agron. J. 64: 46-48.
- HUCKLESBY, D.P., C.M. BROWN, S.E. HOWELL, and R.H. HAGEMAN, 1971. *Late spring applications of nitrogen for efficient utilization and enhanced production of grain and grain protein of wheat*. Agron. J. 63: 274-276.
- HULSE, J.H. and EANGELINE, M. LAING (Editors) 1974. *Nutritive Value of Triticale Protein*. IDRC-021e, Ottawa, Canada. 183 pp.
- JOHNSON, V.A., P.J. MATTERN, and J.W. SCHMIDT, 1967. *Nitrogen relations during spring growth in varieties of Triticum aestivum differing in grain protein content*. Crop. Sci. 7: 664-667.
- MC NEAL, F.H., M.A. BERG, P.L. BROWN and C.F. MCGUIRE, 1971. *Productivity and quality response of five spring wheat genotypes, Triticum aestivum L., to nitrogen fertilizer*. Agron. J. 63: 908-910.
- MC NEAL, F.H., M.A. BERG, C.F. MCGUIRE, V.R. STEWART, and D.E. BALDRIDGE 1972. *Grain and*

- plant nitrogen relationships in eight spring wheat crosses, Triticum aestivum L.* Crop. Sci. 12: 599-602.
- MIDDLETON, G.K., C.E. BODE, and B.B. BAYLES, 1954. *A comparison of the quantity and quality of protein in certain varieties of soft wheat*. Agron. J. 46: 500-502.
- MIEZAN, K., E.G. HEYNE, and K.F. FINNEY, 1977. *Genetic and environmental effects on the grain protein content in wheat*. Crop. Sci. 17: 591-593.
- NASS, H.G., J.A. MACLEOD, and MICHIO SUZUKI, 1976. *Effects of nitrogen application on yield, plant characters and N levels in grain of six spring wheat cultivars*. Crop. Sci. 6: 877-879.
- PARTRIDGE, J.R.D. and C.F. SHAYKEWICH, 1972. *Effects of nitrogen, temperature, and moisture regime on the yield and protein content of Neepawa wheat*. Can. J. Soil Sci. 52: 179-185.
- STUBER, C.W., V.A. JOHNSON, and J.W. SCHMIDT, 1962. *Grain protein content and its relationships to other plant and seed characters in the parents and progeny of a cross of Triticum aestivum L.* Crop. Sci. 2: 506-508.
- TERMAN, G.L., R.E. RAMIG, A.F. DREIER and R.A. OLSON, 1969. *Yield protein relationships in wheat grain, as affected by nitrogen and water*. Agron. J. 61: 755-759.

Vol. 10, N° 1, 1981

UTILIZACION DE LA INULINA DEL TOPINAMBUR (*Heliantus Tuberosa*) POR AVES Y CERDOS¹

(UTILIZATION OF TOPINAMBUR INULINE BY POULTRY AND SWINE)

RAUL CAÑAS, MANUEL CAMIRUAGA, CLAUDIO AGUILAR, JORGE SERANI, MARILYN GASMAN²

SUMMARY

The objective of this investigation was to determine Topinambur (*Heliantus tuberosa*) inuline metabolization for poultry and swine. For this purpose 75 chickens were assigned to five treatments differing in substitution percentage (0, 10, 15, 20 and 50%) of dehydrated tubercle in a basal ration, maintaining the protein, vitamins and minerals level constant. Poultry feed consumption and feces excretion were daily measured for a period of 20 days; the difference between them allowed estimation of ME.

For the swine trial 8 young sows were allocated in metabolic cages. Feed consumption, urine and feces daily measurements were carried out. Topinambur ME values in both trials were calculated by linear regression in which intercept was forced to be equal to basal ration ME.

Topinambur ME values were 1643 and 3246 Kcal/Kg for poultry and swine respectively. Assuming that nitrogen free extract (NFE) corresponds to Inuline present in the tubercle (82,3% of dry matter), topinambur free NFE metabolizable energy was then calculated. The difference between this two energy values represent Inuline ME percentage for metabolization calculation. Thus, poultry and swine metabolizes inuline in 42,59 and 91,0% respectively.

From regression equation between inuline ME and periods it is concluded in both trials that enzymatic activity is not changed by the substrate.

INTRODUCCION

Existen algunas plantas tales como el topinambur (*Heliantus tuberosa*), en la cual sus carbohidratos se presentan preferentemente como inulina, siendo poco conocida su utilización en aves y cerdos.

Becker *et al.* (1969) indican que la inulina corresponde a una cadena no ramificada de más 35 unidades de fructosa, unidas por enlaces glicosídicos β 1-2 en forma de beta-furano. Su peso molecular varía entre 5.000 y 6.000.

Szejtli *et al.* (1970) indican que la inulina, al

menos la del topinambur, posee entre 1,5 y 7% de glucosa, la cual es posible detectar mediante la hidrólisis enzimática de la inulina. Se supone que esta unidad de glucosa se encuentra en el extremo reductor de la cadena y unida a una fructosa por un enlace de tipo sucrosa 1-5.

Según Byun y Nahm (1971), la fluctuación en el porcentaje de glucosa en la inulina es el resultado de los distintos grados de polimerización que tiene esta molécula de acuerdo a la fuente de donde provenga. En el caso de la inulina del topinambur, Bacon y Loxley (1952)

¹Investigación financiada por proyecto DIUC. 138/81.

²Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 294/82.

Fecha de recepción: 17 de mayo de 1982.

indican que la molécula de inulina está formada por un 98% de fructosa, y un 2% de glucosa al momento de la cosecha.

Durante el almacenaje bajo tierra, las enzimas presentes en los tubérculos, depolimerizan la inulina formando moléculas menores, y de aquí el mayor porcentaje de glucosa que se observa en los tubérculos al transcurrir el tiempo de almacenaje. Edelman (1968) y Bacon y Loxley (1952) observaron que el contenido de glucosa en los tubérculos aumentaba en un 25% durante el almacenaje.

Becker *et al.* (1969) indican que aparentemente el cerdo no posee en sus jugos digestivos la enzima necesaria para provocar una hidrólisis de la inulina presente en el tubérculo del topinambur, por lo cual su utilización, como fuente de energía, es pobre. Los mismos autores indican que la inulina se encuentra presente en el tubérculo de topinambur, en algunos hongos y en los jugos digestivos de los caracoles.

Fingerling (1944) fue el primer investigador en señalar, usando pruebas de digestibilidad con cerdos, que la utilización de topinambur correspondía a 58% de aquella del almidón, no encontrándose diferencias significativas al suministrar el topinambur crudo, cocido, vaporizado o seco. Por otra parte, se ha observado una mejor utilización del topinambur ensilado, debido posiblemente a una hidrólisis de la inulina por la fitoinulasa y/o la acción de los microorganismos del ensilaje.

En aves no fue posible encontrar antecedentes que indicaran la posible utilización de la inulina del topinambur.

El objetivo de este ensayo fue determinar la utilización por aves y cerdos de la inulina presente en el topinambur cosechado inmediatamente después de madurar.

MATERIALES Y METODOS

En el primer ensayo se utilizó pollos broiler para determinar el aprovechamiento de la inulina en el topinambur.

Se usó un total de 75 pollos divididos en cinco tratamientos, los que se obtuvieron sustituyendo 0, 10, 15, 20 y 50% de una dieta base (Tabla 1) por topinambur deshidratado y molido y ajustadas cada una de las dietas experimentales resultantes en su contenido de proteí-

T A B L A 1
COMPOSICION DE LA DIETA BASE DE
AVES

Composition of swine basal diet

Ingrediente	%
Maíz	9
A. de Soya	59,5
H. de Pescado	24,0
Soap-Stock	11,0
H. de Huesos	3,5
Elementos Menores*	1,9
Proteína Cruda	0,1
Extracto Etéreo	21,9
Fibra Cruda	7,4
Ceniza	3,8
	5,9

*Mezcla de vitaminas y minerales.

na, Ca, P y elementos menores (minerales y vitaminas). Es decir, el topinambur reemplazó fundamentalmente al maíz. Todas las raciones se planificaron isoproteicas 20% y ninguna con un porcentaje de harina de pescado menor a 5,3% de la ración, de manera de asegurar el aporte de aminoácidos esenciales. Cada una de las dietas experimentales se suministró a las aves durante 20 días, a partir de la segunda y hasta la quinta semana de vida de las aves. Los tres primeros días se usaron como período preexperimental de acostumbramiento.

Durante los 17 días experimentales se controló diariamente consumo de alimento y excreción fecal a una misma hora. Las heces se pesaron y usaron para los análisis de energía bruta correspondiente. Igual procedimiento se siguió para las dietas.

La energía metabolizable de cada una de las dietas experimentales, se determinó por diferencia entre la energía consumida y la excretada. Para estimar la energía metabolizable del topinambur, se comparó los valores de energía metabolizable de cada una de las dietas experimentales y se determinó la ecuación de regresión cuyo intercepto correspondiera forzosa-mente a la energía metabolizable de la dieta base sola. Esto debido a que se conocía exactamente y por otros métodos la energía metabolizable de la ración control.

En el segundo ensayo se utilizó 8 chanchi-llas mestizas de aproximadamente 25 kg de peso y 3 meses de edad. Los animales fueron acomodados en jaulas individuales de metabolismo, una semana antes del período experimental para permitir su adaptación a las jaulas y comedores.

Al igual que en el ensayo con aves, los tratamientos se formaron al reemplazar en una dieta base (Tabla 2) diferentes porcentajes de topinambur seco o húmedo, según el siguiente esquema.

T A B L A 2
COMPOSICION DE LA DIETA BASE DE
CERDOS

Composition of Swine Basal Diet

Ingrediente	%
Maíz	76,5
H. de Pescado	11,0
A. de Trigo	11,0
H. de Hueso	0,8
Carbonato de Calcio	0,1
Sal	0,5
Elementos menores*	0,1
Proteína Cruda	13,9
Extracto Etéreo	3,6
Fibra Cruda	2,9
Ceniza	5,0

*Mezcla de vitaminas y minerales

T1 Dieta base sin topinambur.

T2 Dieta base 86% + 14% topinambur fresco.

T3 Dieta base 80% + 20% topinambur seco molido.

T4 Dieta base 50% + 50% topinambur seco molido.

Los reemplazos se hicieron fundamentalmente de maíz por topinambur, manteniendo el nivel proteico similar en todos los tratamientos (13%) y manteniendo un mínimo de 5,3% de harina de pescado para asegurar el requerimiento de aminoácidos esenciales.

En el caso del tratamiento 2 se utilizó tubérculos de topinambur fresco y proporcionados en forma separada al concentrado base. El reemplazo correspondió al 14% de la dieta base, expresado en material seco.

El período experimental se prolongó por 20 días después del acostumbramiento de los ani-

males a las jaulas y al alimento. Diariamente se midió consumo y se recolectó las heces fecales y orina, homogenizadas posteriormente en una licuadora. Se tomó una alícuota de 10% la que se deshidrató para almacenar y realizar las determinaciones de energía bruta correspondiente.

Las determinaciones de energía metabolizable de cada dieta experimental y la del topinambur se calculó usando la misma metodología que en aves.

Tanto en el ensayo de aves como el de cerdos, partiendo de los datos experimentales de la metabolización del topinambur y asumiendo que el extracto no nitrogenado está formado íntegramente por la inulina (Pazur y Dordon, 1953), se determinó la utilización de la inulina para ambas especies. Además, con los datos diarios de la energía metabolizable del topinambur, se determinó el posible efecto de actividad de la inulina por el sustrato.

Los resultados fueron comparados mediante análisis de varianza y análisis de regresión, determinándose significancia entre pendientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

El valor de energía metabolizable del topinambur, así como el de cualquier otro alimento, está dado por la metabolización que hacen los animales de los distintos componentes de dicho alimento (proteína, grasas, carbohidratos, etc).

Asumiendo que prácticamente la totalidad de la inulina del topinambur aparece en el extracto no nitrogenado del análisis de Weende, lo cual se desprende del estudio de cromatografía de Pazur (1953) y en base al análisis químico del topinambur (Tabla 3) y a los coeficientes de digestibilidad normalmente aceptados para aves y cerdos de cada uno de los nutrientes, se pudo estimar la energía digestible y metabolizable de aquellos nutrientes que no corresponden al extracto no nitrogenado (Tabla 4). La energía metabolizable se consideró igual a 82% de la energía digestible (Cañas, 1976).

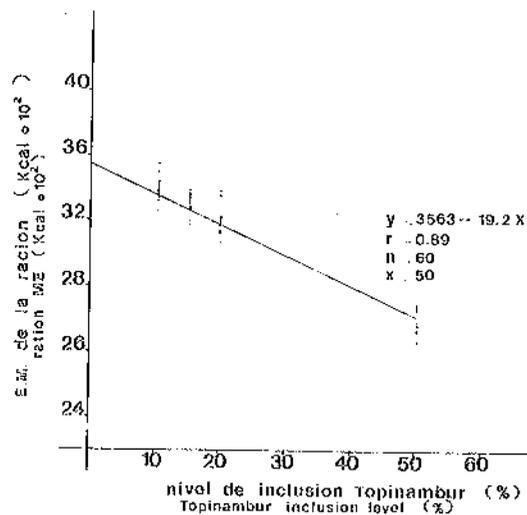
Por otra parte, usando los resultados experimentales, se determinó tanto en aves como en cerdos la energía metabolizable del topinambur, mediante una regresión como muestra el Gráfico¹.

T A B L A 3
COMPOSICION DEL TOPINAMBUR

Jerusalem artichoke composition

Nutriente	Contenido
Energía Bruta (Kcal/Kg)	3.977,3
Materia Seca %	100,0
Proteína Total %	5,05
Fibra Total %	4,55
Extracto Etéreo %	0,51
Ceniza %	7,58
Extracto no nitrogenado	82,30

Laboratorio de Análisis, Depto. Zootecnia U. Católica.



La E.M. de la dieta base fue 3563 Kcal/Kg como se muestra en el Gráfico 1. Por cada unidad (10 g/Kg) de reemplazo de topinambur

la E.M. de la ración disminuyó en 19,2 Kcal/Kg.

Usando los valores de la energía metabolizable estimada del topinambur libre de inulina (Tabla 4) y la energía metabolizable del topinambur determinada por la regresión, se calculó por diferencia la metabolización de la inulina.

La E.M. de los nutrientes del topinambur que no corresponden a inulina es 251,7 Kcal/Kg; por consiguiente, la metabolización total de la inulina del topinambur sería de 1.391,3 Kcal/Kg.

Si se considera por otra parte que la inulina estaría comprendida en la fracción Extracto no Nitrogenado, se puede determinar el aprovechamiento de la inulina expresado en términos de E.M.

El 82,3% de la materia seca del topinambur corresponde a Extracto no Nitrogenado, que a su vez se estima es mayoritariamente inulina. La energía bruta esperada de la inulina contenida en el topinambur sería 3292 Kcal (4000 x 0,823).

Por otra parte, dado que la E.M. de la inulina presente en el topinambur es de 1391,3 Kcal/Kg, está indicando que la metabolización de ella es del orden de 42,5% (1391,3/3292) para el caso de las aves. Este valor relativamente bajo estaría reflejando el comportamiento también deficiente de las aves con las dietas que incluyen topinambur, especialmente en los niveles más altos (Tabla 5).

De lo anterior se desprende que si la ración fuese teóricamente formulada con 100% de

T A B L A 4
ESTIMACION DE LA ENERGIA METABOLIZABLE DEL TOPINAMBUR EXCLUYENDO LA INULINA

Estimation of metabolizable energy of jerusalem artichoke inuline free

Nutriente	Valor de Combustión (gr/Kg)	Combustión Total (Kcal/g)	Coef. Dig. Aves (%)	E. Dig. Aves (Kcal/Kg)	Coef. Dig. Cerdos (%)	E. Dig. Cerdos (Kcal/Kg)
Proteína	50,5	5,7	85	244,7	80	230,3
Fibra	45,5	4,0	10	18,2	20	36,4
E. Etéreo	5,1	9,4	92	44,1	90	43,1
E. Digestible (Kcal/Kg)				307,0		309,8
E. Metabolizable (Kcal/Kg)				251,7		254,0

T A B L A 5
ENERGIA METABOLIZABLE DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS Y PERIODOS EN AVES

Metabolizable energy of the different treatment and periods in poultry

% Inclusión	TRATAMIENTOS				
	T1 0%	T2 10%	T3 15%	T4 20%	T5 50%
Periodos (ds)	1	2	3	4	5
	3669,0	3724,2	3400,7	3587,7	3799,1
	3606,8	3540,9	3422,7	3515,0	3505,0
	3473,8	3420,4	3427,8	3429,3	3441,6
	3572,9	3408,7	3346,5	3381,6	3370,4
	3211,1	3389,1	3320,9	3336,9	3211,1
	3398,4	3408,7	3299,4	3145,2	3398,4
	2533,9	3203,7	3282,6	3197,7	2533,9
	2585,2	2452,7	3186,2	3138,3	2585,2
	2452,7	2503,4	3186,2	3069,3	2452,7
	2283,7	2283,7	3069,3	2283,7	2283,7
E.M. media del período	3562,5 ^a	3412,5 ^b	3322,1 ^c	3249,9 ^{cd}	2550,4 ^c
E. Standard	34,7	22,6	19,8	38,4	35,5

Letras diferentes indican diferencias significativas (P > 0,05).

T A B L A 6
ENERGIA METABOLIZABLE DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS Y PERIODOS EN CERDOS

Metabolizable energy of the different treatments and periods in swine

% de Inclusión	TRATAMIENTOS			
	T1 0%	T2 14%	T3 20%	T4 50%
Periodos (ds)	1	2	3	4
	3.935,0	4.094,8	4.036,5	4.042,5
	3.757,9	4.010,4	3.757,9	4.010,4
	4.115,0	4.115,0	4.115,0	4.115,0
	3.824,3	3.824,3	3.824,3	3.824,3
	3.697,6	3.697,6	3.697,6	3.697,6
	3.957,8	3.957,8	3.957,8	3.957,8
	3.446,4	3.446,4	3.446,4	3.446,4
	3.497,6	3.497,6	3.497,6	3.497,6
	3.396,2	3.396,2	3.396,2	3.396,2
	3.420,5	3.420,5	3.420,5	3.420,5
	3.286,6	3.286,6	3.286,6	3.286,6
E.M. media del período	3.946,2 ^a	3.866,2 ^a	3.907,3 ^a	3.561,0 ^b
E. Standard.	48,9	32,0	39,1	43,2

Letras diferentes indican diferencias significativas (P > 0,05).

topinambur, su energía metabolizable sería 1643 Kcal/Kg.

Usando el mismo razonamiento que en el caso de las aves, para los cerdos se puede indicar que la ecuación de regresión que permitió determinar la energía metabolizable del topinambur es del tipo:

$$Y = 3946 - 7,0 \times X$$

donde X es el porcentaje de inclusión del topinambur en la dieta.

De esta ecuación se desprende que la energía metabolizable del topinambur en cerdos es de 3246 Kcal/Kg de materia seca, lo que hace un excelente alimento energético para cerdos.

La estimación de la energía metabolizable libre de inulina, en el caso del cerdo, correspondió a 254 Kcal/kg (Tabla 4), por consiguiente, la energía metabolizable de la inulina contenida en el topinambur es de 3635,5 Kcal/Kg, lo que estaría indicando que la metabolización de la inulina corresponde a un 91%, comparable al aprovechamiento que hace el cerdo por el almidón.

Al comparar el aprovechamiento de la inulina por aves (42,5%) y por cerdos (91%) se puede observar que el topinambur, que está formado aproximadamente por el 80% de su peso seco por inulina, no es un alimento adecuado para aves, pero sí lo es para cerdos. La razón de la mayor metabolización de la inulina por cerdos no queda aún clara, sin embargo, los valores de energía metabolizable del topinambur, concuerdan con los resultados de ganancia de peso encontrados en ensayos de respuesta animal (Cañas, 1982).

Con el objeto de determinar la posible inducción de la actividad de la inulasa debido al substrato, tanto en aves como en cerdos, se determinó la ecuación de regresión que relaciona período (día del tratamiento) con energía metabolizable. De las tablas 4 y 5 se pudo concluir que las pendientes de los tratamientos testigos no fueron significativamente distintas a cero ($P \geq 0,05$) y que los tratamientos con diferentes porcentajes de inclusión de inulina como topinambur no difieren ($P \geq 0,05$) de los testigos tanto para aves como para cerdos.

De lo anterior se puede inferir que la energía metabolizable del topinambur es de 1643 y

3246 Kcal/Kg de M.S. para el caso de pollos y cerdos respectivamente. El aprovechamiento de la inulina suministrado como topinambur es de 42,5 y 91,0% respectivamente, no existiendo activación enzimática debido al substrato al menos durante los primeros 20 días de suministro.

RESUMEN

El objeto de esta investigación fue determinar tanto en aves como en cerdos, la metabolización de la inulina presente en el topinambur (*Helianthus tuberosa*). La determinación en aves se realizó utilizando 75 pollos divididos en 5 tratamientos con distintos porcentajes de inclusión del tubérculo deshidratado (0, 10, 15, 20 y 50%) en una dieta base. Se midió diariamente, por un período de 20 días, el consumo y la excreción de E.B. usando ambos parámetros para calcular la energía metabolizable de cada tratamiento. La energía metabolizable del topinambur se determinó por regresión, forzando su intercepto a ser igual al de la energía metabolizable de la dieta basal. Para el caso de los cerdos se utilizaron 8 chanchillas mestizas, las que fueron acomodadas en jaulas de metabolismo, donde se midió diariamente consumo, orina y fecas. La determinación de la energía metabolizable del topinambur se calculó siguiendo el mismo método descrito en aves.

Una vez obtenida la energía metabolizable del topinambur, 1643 y 3246 Kcal/Kg para aves y cerdos respectivamente y en base a su análisis proximal, que indicó que el 82,3% de la materia seca corresponde a Extracto no Nitrogenado (ENN), se estimó la energía metabolizable del topinambur libre de ENN (que según datos cromatográficos corresponde fundamentalmente a la porción libre de inulina). Por diferencia y conociendo el valor de combustión de la inulina, se determinó que la metabolización de la inulina corresponde a un 42,5 y 91,0% para aves y cerdos respectivamente.

Por otra parte, al comparar las regresiones de las ecuaciones de correlación entre energía metabolizable de la inulina y los períodos, se pudo concluir que no existe un cambio de la actividad enzimática debido al substrato. Esto es válido tanto en aves como en cerdos.

LITERATURA CITADA

- BACON, J.S.D. and R. LOWLEY. 1952. *Seasonal changes in the carbohydrates of Jerusalem Artichoke tubers*. Biochemistry J. 51: 208.
- BECKER, M.; K. NEHRING y E. BAND. 1969. *Handbuch der futter mittel*. Edit. Paul Parey.
- BYUN, M. y B.H. NAHM. 1971. *Production of Fructose from Jerusalem Artichoke by enzymatic hydrolysis*. J. of Food Science 43(7): 1871-1873.
- CANAS, R. 1967. *Digestibilidad "in vitro" de la Energía en Rumiantes*. Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. Diciembre 1969. En apoyo al Segundo Congreso Mundial de la Alimentación. La Haya, junio 1970. FAO.
- CANAS, R.; R. BECKER, C. AGUILAR. 1982. *Utilización del topinambur en cerdos*. Ciencia e Investigación Agraria. En prensa.
- EDELMAN, J. 1968. *The mechanisms of fructose metabolism in higher plants as exemplified in Helianthus tuberosa*. New Phytol. 67: 517.
- FINGERLING, G. 1944. *Tierern, Futtermittel*. 8: 107.
- PAZUR, J.H. y A.L. DORDON. 1953. *Studies on Inulin. The preparation and properties of Inulobiose*. Department of Biological chemistry, University of Illinois.
- SZEJTLI, J.; R.D. HENRÍQUEZ y M. CASTIÑEIRA. 1970. *The acid hydrolysis of inulin*. Acta chemical Academ. Scientarum Hugaricac 70(40): 379-389.

MODELO MATEMATICO PARA ESTIMACION DEL REQUERIMIENTO ENERGETICO Y AMINOACIDICO DEL CERDO A DIFERENTES PESOS Y GANANCIAS DE PESO

MATHEMATICAL MODEL FOR THE ESTIMATION OF ENERGY AND AMINOACID REQUIREMENTS OF SWINE AT DIFFERENT WEIGHTS AND RATES OF GAIN

RAUL CAÑAS C., CLAUDIO AGUILAR G., JAIME BASCUÑAN N., ADRIAN CATRILEO S. Y MARILYN GASMAN B.¹

SUMMARY

A biomathematical model was developed to determine energy and aminoacids maintenance and production requirements of pigs at different weights and weight gains.

Energy production requirement was considered equivalent to net energy stored plus its heat increment. Aminoacid requirements were calculated based on composition of protein stored in skeletal muscle. This method also includes calculation of the amount of protein stored at different weight gains.

From results for aminoacids it was estimated that Arginine is endogenously synthesized in a 60%, histidine in 36% and 32,8% and Leucine in 16,1% and 11,9% in pigs weighing 45 and 90 Kg, respectively.

Results suggest that energy and essential aminoacids requirements for growing and finishing pigs with different weight gains can be determined using the proposed model. This allows maximization of swine products net income using linear programming.

INTRODUCCION

Al pretender formular dietas o raciones para cerdos se debe conocer el requerimiento de nutrientes para las distintas etapas productivas.

Los componentes principales de las raciones para cerdos son energía y proteína, siendo este último generalmente el componente más caro.

Los animales de todas las edades requieren cantidades adecuadas de proteína y energía para mantención y producción. Una dieta balanceada debiera, entonces, proveer los nutrientes necesarios durante un período de 24 hrs.

Dada las condiciones fluctuantes del precio de mercado de los insumos y alimentos y a la estacionalidad del precio del cerdo, la formulación de raciones para máxima ganancia de peso no son necesariamente de máxima utilidad para el productor. Se hace, por lo tanto, imperativo estimar las necesidades de energía y proteína del cerdo con ganancias de peso menores a la máxima para formular raciones de mínimo costo que resultarán en un máximo beneficio económico para el agricultor.

El propósito de este trabajo fue diseñar un

¹Trabajo realizado como parte del proyecto OAS Cibernética en la Agricultura, DIUC 69/76 y AEZO 122-76.

Fecha de recepción: 17 de mayo de 1982.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 295/82.

¹Departamento Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

modelo que permitiera estimar el requerimiento energético y aminoacídico del cerdo de diferentes pesos y ganancias de peso.

MATERIALES Y METODOS

La metodología seguida en este trabajo está basada en un grupo de ecuaciones biomatemáticas determinadas por datos experimentales. La secuencia de cálculo de los requerimientos se muestra en el algoritmo de la Figura 1.

Requerimiento de Aminoácidos esenciales

El requerimiento para mantención de aminoácidos esenciales se determinó en función de la proteína de mantención (PROT).

$$\text{PROT (g)} = \text{NMANT} \times 6,25 \quad (1)$$

El coeficiente 6,25 corresponde al factor de conversión del nitrógeno a proteína y NMANT representa el nitrógeno de mantención como función del nitrógeno urinario endógeno ($0,146 \times W^{0,75}$ (g), Brody 1934) y del nitrógeno metabólico fecal ($2,0 \times$ consumo de materia seca (Kg), Mitchell 1926).

El consumo de materia seca fue expresado de acuerdo al National Research Council (NRC 1979) para diferentes rangos de peso del cerdo.

El requerimiento aminoacídico de mantención fue calculado mediante la ecuación siguiente:

$$\text{AAMANT (I)(g)} = \text{PROT} \times \text{PCAEP} \quad (2)$$

PCAEP (I) corresponde a la composición aminoacídica de la proteína depositada en los músculos estriados (Schweigert y Payne 1956).

Para estimar el requerimiento aminoacídico de producción se determinó previamente la cantidad de proteína depositada en la ganancia de peso. Los datos entregados por Doornembal (1968) permitieron el desarrollo de la ecuación de contenido de proteína del cerdo a diferentes pesos (PROTEIN).

$$\text{PROTEIN 1(Kg)} = 1,51 + 0,109 \times \text{PESO} \quad (3)$$

El coeficiente de correlación de la ecuación 3 fue 0,998 ($r^2 = 0,996$). La cantidad de protei-

na contenida cuando el cerdo gana peso puede ser expresada como:

$$\text{PROTEIN 2(Kg)} = 1,51 + 0,109 \times (\text{PESO} + \text{ganancia de peso}) \quad (4)$$

La diferencia entre PROTEIN 2 y PROTEIN 1 representa la proteína depositada en la ganancia de peso (PROTDE). El requerimiento aminoacídico de producción (AADEP) (I) fue considerado equivalente a la proteína depositada en la ganancia de peso.

$$\text{AADEP (I) (g)} = \text{PROTDE} \times \text{PCAEP} \quad (5)$$

Se introdujo además, un factor de corrección (FC) por disponibilidad y utilización de los aminoácidos de la dieta, para ajustar el requerimiento diario de cada uno de los aminoácidos esenciales (I), como se detalla más adelante.

Requerimiento de energía metabolizable

El requerimiento para mantención (EMMANT) fue estimado a partir de la ecuación postulada por Cañas *et al.* (1976) para animales alimentados *ad libitum*.

$$\text{EMMANT (Kcal)} = 126 \times \text{PESO}^{0,75} \quad (6)$$

La energía para producción se estimó en base a la energía neta por unidad de peso vivo (ENUPV), ecuación desarrollada en base a los datos de contenido de proteína (Doornembal 1968) y de contenido de grasa (Babatunde *et al.* 1967) de cerdos de diferentes pesos.

$$\text{ENUPV (Kcal)} = 3238,62 + 14,01 \times \text{PESO} \quad (r = 0,96) \quad (7)$$

El requerimiento de producción (EMDEP) corresponde a ENUPV corregido por un factor de eficiencia de depósito y multiplicado por la ganancia de peso deseada:

$$\text{EMDEP (Kcal)} = \text{ENUPV} \times \text{FC} \times \text{ganancia de peso} \quad (8)$$

Factor de corrección por disponibilidad y utilización de la proteína y energía

En relación a la eficiencia de utilización de la energía, Fowler (1978) estableció que aproximadamente el 60% de la Energía Metaboli-

FIGURA 1
ALGORITMO DEL PROGRAMA
Program algorithm

CALCULO DEL NITROGENO DE MANTENCION, NMANT Maintenance nitrogen calculation, NMANT

$$\begin{aligned} \text{nend} &= 0,146 \times \text{peso}^{0,75} \\ \text{nmf} &= 2,0 \times \text{consumo materia seca} \\ \text{nmant} &= \text{nend} + \text{nmf} \end{aligned}$$

CALCULO DE LA PROTEINA DE MANTENCION, PROT Maintenance protein calculation, PROT

$$\text{prot} = \text{nmant} \times 6,25$$

CALCULO DE LOS AMINOACIDOS DE MANTENCION, AAMANT (I) Maintenance aminoacids calculation, AAMANT (I)

$$\text{aamant (I)} = \text{prot} \times \text{pcaep}$$

REQUERIMIENTO DE ENERGIA METABOLIZABLE DE MANTENCION, EMMANT Maintenance metabolizable energy requirements, EMMANT

$$\text{emmant} = 126 \times \text{peso}^{0,75}$$

CALCULO DE LA PROTEINA DEPOSITADA, PROTDE Calculation for deposited protein, PROTDE

$$\begin{aligned} \text{protein 1} &= 1,51 + 0,109 \times \text{peso} \\ \text{protein 2} &= 1,51 + 0,109 \times \text{peso} + \text{ganancia de peso} \\ \text{protde} &= \text{protein 2} - \text{protein 1} \end{aligned}$$

CALCULO DE LOS AMINOACIDOS DEPOSITADOS Y TOTALES, AADEP, AATOT

Deposited and total aminoacid calculation, AADEP, AATOT

$$\begin{aligned} \text{aadep} &= \text{protde} \times \text{pcaep} \times 1,56 \\ \text{aatot} &= \text{aamant} + \text{aadep} \end{aligned}$$

CALCULO DE ENERGIA METABOLIZABLE DE PRODUCCION, EMDEP Production metabolizable energy calculation, EMDEP

$$\begin{aligned} \text{enupv} &= 3238,68 + 14,01 \times \text{peso} \\ \text{emdep} &= \text{enupv} \times 1,75 \times \text{ganancia de peso} \end{aligned}$$

CALCULO DE ENERGIA METABOLIZABLE TOTAL, EMTOT Total metabolizable energy calculation, EMTOT

$$\text{emtot} = \text{emmant} + \text{emdep}$$

zable (EM) se pierde como calor, aunque este porcentaje está distribuido en diferentes procesos fisiológicos. Blaxter (1967) atribuye pérdidas de calor al metabolismo basal, mantención y crecimiento y/o engorda.

La eficiencia de utilización de la EM consumida difiere cuando se usa para depositar grasa o proteína, teniendo un valor más alto este último proceso.

Se ha encontrado que el rango de variación de esta eficiencia fluctúa entre 0,57-0,36 y 0,77-0,70 para proteína y grasa respectivamente. Sin embargo, estas eficiencias se pueden resumir en un solo término, eficiencia neta de depósito de energía, sin disminuir la precisión del cálculo (Fowler 1978).

Algunos autores indican eficiencias que fluctúan entre 50 y 80% (Lusk 1982; Romero *et al.* 1975; Baldwin 1970; Fowler 1978)

Para efectos del modelo, se obtuvo el promedio de los datos bibliográficos (57%) generando el factor de corrección 1,75 que multiplicará a ENUPV.

En relación a la disponibilidad y utilización de los aminoácidos esenciales algunos autores señalan que la disponibilidad fluctúa entre 75 y 85% (Shepherd *et al.* 1977; Allen 1976). Scott *et al.* (1966) trabajando con pollos reportó una eficiencia de utilización de al menos 85% cuando los aminoácidos presentes en la dieta estaban al mínimo nivel requerido.

En el modelo se usó las eficiencias promedio encontradas en la literatura (80 y 80% para disponibilidad y utilización plasmática, respectivamente). Así el factor incluido en el programa que multiplica a AADEP (I) fue 1,56.

Todas las ecuaciones fueron incluidas en un programa de computación en lenguaje Fortran IV, que usa como datos de entrada el peso del cerdo generando requerimientos para las diferentes alternativas de ganancia de peso.

RESULTADOS Y DISCUSION

VALIDACION

El National Research Council (NRC 1979) ha descrito requerimientos del cerdo con rango de peso entre 35 y 60 Kg, con una ganancia máxima de 0,7 Kg/día y entre 80-100 Kg con máxima ganancia de 0,8 Kg/día.

Para efectos de validación se consideró ganancias de peso de 0,7 Kg/día y 0,8 Kg/día para cerdos de 45 y 90 Kg respectivamente.

El requerimiento energético y de aminoácidos esenciales para los pesos señalados fue estimado mediante un programa computacional y luego comparado a los valores recomendados por NRC (1979).

Los resultados de energía estimados mediante el modelo son comparables a los descritos por NRC (Tabla 1), encontrándose una variación de 9,8% para cerdos de 45 Kg y 2,16% para 90 Kg con respecto a NRC (1979). Esto estaría indicando que la metodología para energía está validada y el programa entonces entrega requerimientos adecuados de energía.

Con respecto a aminoácidos esenciales el programa sobre estima como máximo en un 10% los valores de NRC. Se incluyó entonces el factor de corrección 0,1.

TABLA 1
COMPARACION DEL REQUERIMIENTO DE ENERGIA METABOLIZABLE RECOMENDADO POR NRC (1979) Y ESTIMADO POR EL PROGRAMA

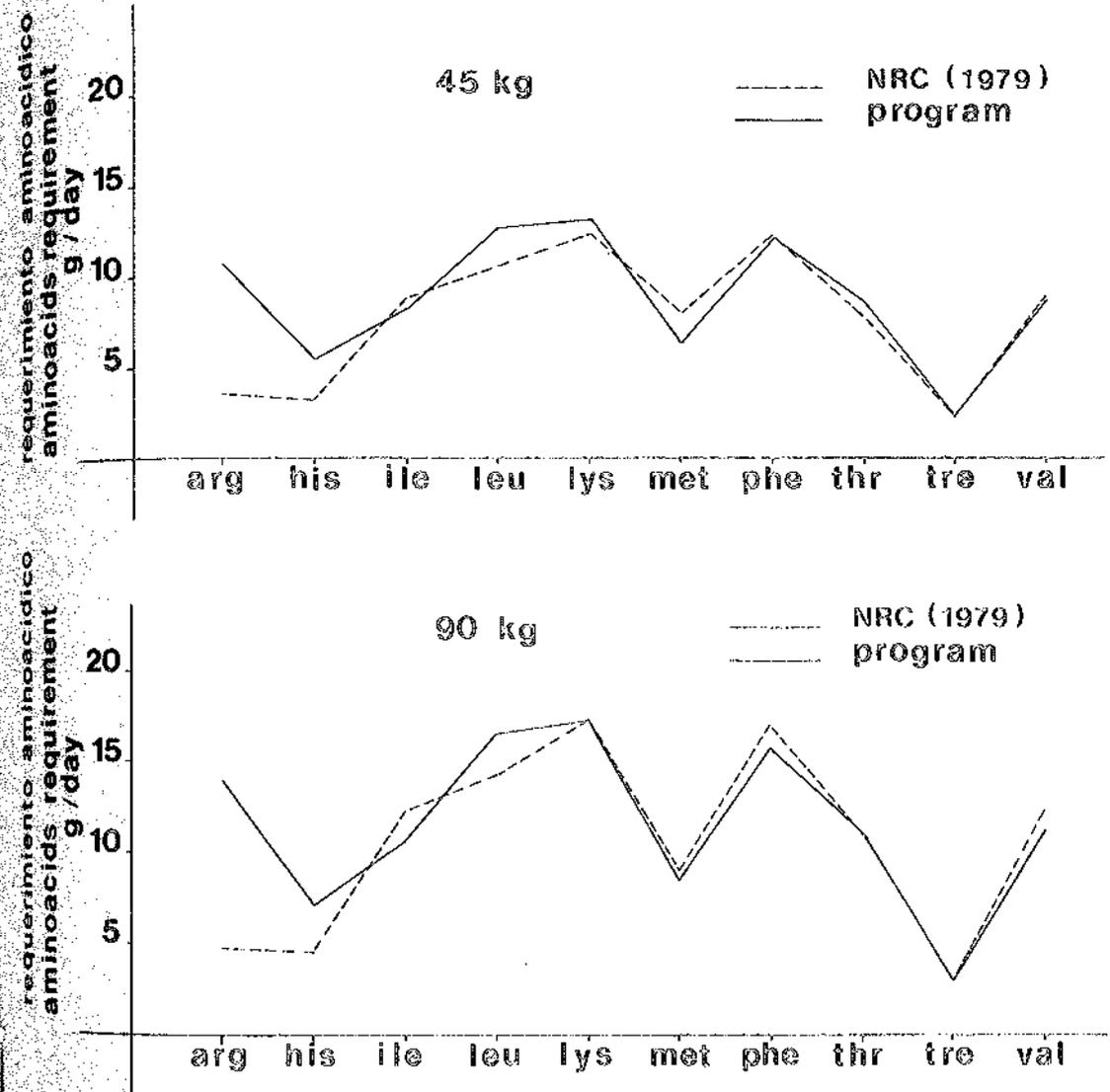
Comparison of metabolizable energy requirements recommended by NRC (1979) and the program estimation

	Requerimiento de energía metabolizable	
	Metabolizable energy requirement	
	45 Kg	90 Kg
Mantención	2189,17	3370,45
total	6940,66	9685,56
NRC (1979)	6320,0	9480,0
NRC (1973)	6600,0	9240,0

La Figura 2 muestra los valores corregidos obtenidos por el programa y las recomendaciones de NRC (1979).

Los valores calculados para arginina, histidina y leucina se mantienen más altos que lo recomendado por NRC (1979). Esta diferencia se atribuye al hecho que el cerdo es capaz de sintetizar estos aminoácidos. Sin embargo, las cantidades sintetizadas son menores que el requerimiento metabólico y es por esto que son

FIGURA 2
COMPARACION DEL REQUERIMIENTO AMINOACIDICO PUBLICADO POR NRC (1979) Y AQUEL OBTENIDO POR EL PROGRAMA
Comparison of aminoacids requirement published by NRC (1979) and those obtained by the program

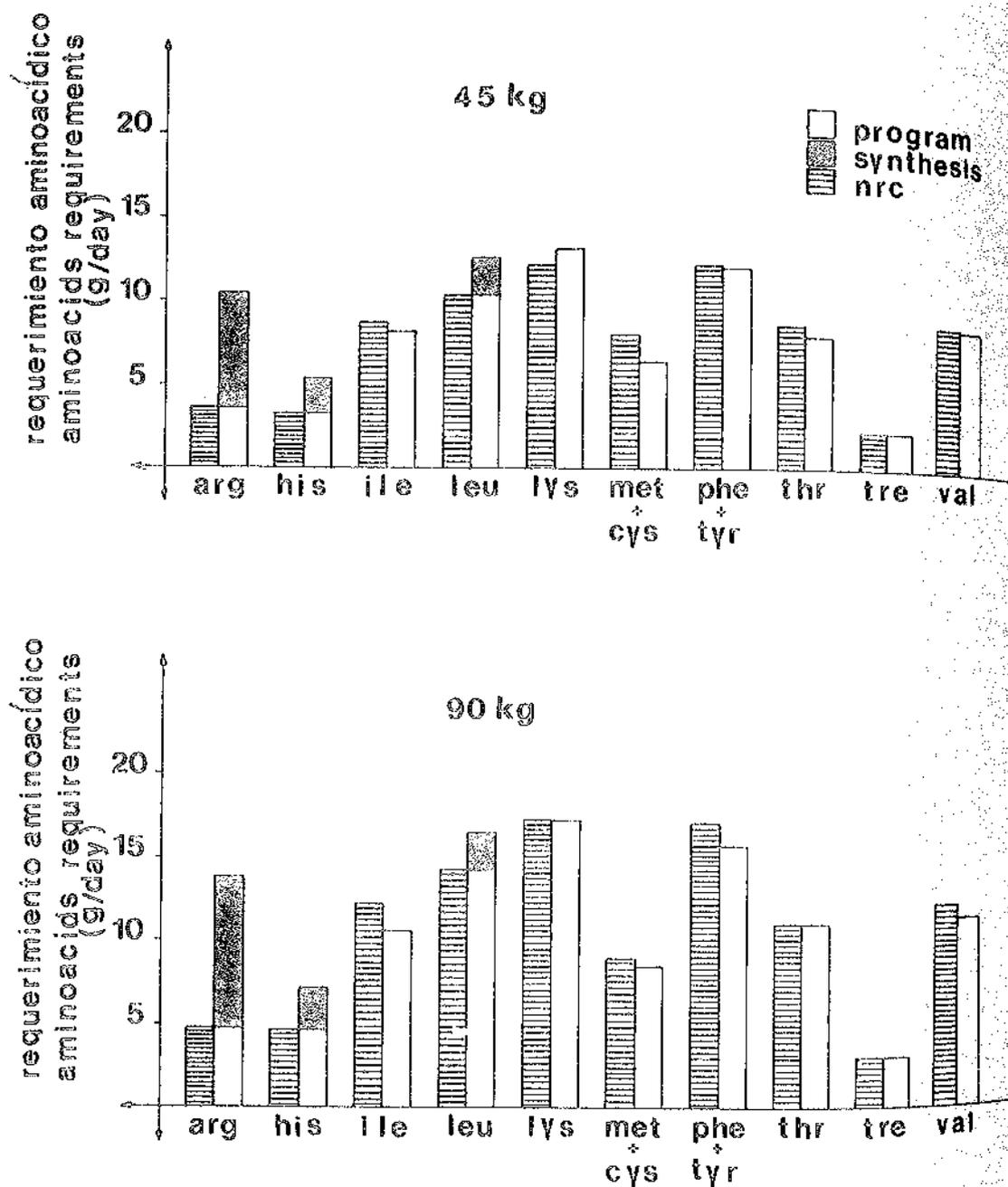


considerados esenciales para el crecimiento. Más aún, se sabe que tanto arginina como histidina no son requeridos para mantener el balance de nitrógeno en las dietas del cerdo adulto (Baker y Becker 1966 a,b; Baker *et al.* 1966).

La Figura 2 muestra que el cerdo de 45 Kg deposita 10,8 g/día de arginina mientras NRC recomienda 3,6 g/día. Esto podría indicar que el animal sintetiza 60% de este aminoácido. Si

el mismo método de cálculo se aplica en el cerdo de 90 Kg el valor estimado es 14 g/día, comparado con 4,8 g/día entregado por NRC. La capacidad de síntesis para este caso sería 59,5% del requerimiento metabólico. Basándose en estas estimaciones, se sugiere que aquella fracción del requerimiento metabólico de arginina sintetizado endógenamente tiende a ser constante entre los 35 y 100 Kg de peso.

FIGURA 3
REQUERIMIENTO AMINOACIDICO INCLUIDO LOS FACTORES DE SINTESIS ENDOGENA
Aminoacids requirement including endogenous synthesis factors



Resultados obtenidos por Mertz *et al.* (1952) indican que la síntesis de arginina satisface al parecer 60% de las necesidades del cerdo de 30 Kg. Por lo tanto, los valores de síntesis calculados por el programa para arginina son consistentes con aquellos reportados en la literatura.

Esto valida el método usado para estimar síntesis endógena y puede ser usado para calcular la síntesis de histidina y leucina.

La capacidad sintética de histidina sería de 40 y 36% para 45 Kg y 90 Kg respectivamente. Como en el caso de arginina, la capacidad sintética parece ser independiente de la edad en este rango de pesos.

Leucina es otro aminoácido que, al ignorar la síntesis endógena, el requerimiento es mayor que lo recomendado por NRC (Figura 2). Baker *et al.* (1966) indica que leucina no se requiere para la mantención del balance de nitrógeno en el cerdo adulto. Usando el mismo argumento que para arginina e histidina, se sugiere que el cerdo satisface 16 y 11,9% del requerimiento metabólico de leucina con síntesis endógena cuando pesa 45 Kg respectivamente.

El requerimiento de metionina calculado por el modelo está bajo las recomendaciones de NRC. El programa fija el requerimiento de

metionina más cistina en 0,32 y 0,28% de la ración comparado con 0,4 y 0,3% estimado por NRC para cerdo de 45 y 90 Kg. Allee (1974) también obtuvo valores más bajos para este aminoácido, reportando un requerimiento no mayor a 0,31% en cerdos en crecimiento y 0,24% para el cerdo adulto. Por otra parte, Alleen (1976) indica un requerimiento de metionina no excediendo 0,30% de la dieta en cerdos de 60 Kg.

De acuerdo a los resultados de síntesis endógena el requerimiento de los aminoácidos histidina y leucina, al ser incluidos en el programa, los requerimientos de aminoácidos en la dieta de cerdos de diferentes pesos y ganancias de peso pueden ser estimados. La Figura 3 muestra esta situación.

Comparando los valores de la Figura 3 se sugiere que el modelo estima adecuadamente las necesidades de aminoácidos esenciales.

Los resultados obtenidos usando este modelo pueden ser incluidos en una matriz de programación lineal en donde los requerimientos nutritivos van a ser las restricciones del modelo econométrico. Así, dependiendo de los precios de los alimentos disponibles formulará una ración para una determinada ganancia de peso, que será de mínimo costo y de máxima utilidad para el productor.

LITERATURA CITADA

- ALLEE, G. 1974. Sulphur aminoacids requirement of finishing pigs. *J. Animal Sci.* 39: 974.
- ALLEN, D.R. 1976. *Feedstuffs*.
- BABATUNDE, G.R.; W.G. - L.D. VAN VLECK; G.H. KROENING and J.T. REED. 1967. Effect of plane of nutrition, sex and body weight on the chemical composition of yorkshire pigs. *J. Animal Sci.* 26: 718.
- BAKER, D.H. and D.E. BECKER. 1966. Quantitative evaluation of tryptophan, methionine and lysine needs of adult swine for maintenance. *J. Nutrition* 89: 441.
- BAKER, D.H. and D.E. BECKER. 1966. Quantitative evaluation of treonine, isoleucine, valine and phenylalanine needs of adult swine for maintenance. *J. Nutrition* 88: 391.
- BAKER, D.H.; D.E. BECKER; H.W. NORTON; A.H. JENSEN and B.G. HARMON. 1966. Some qualitative aminoacid needs of adult swine for maintenance. *J. Nutrition* 88: 382.
- BALDWIN, R.L. 1970. Metabolic functions affecting the contribution of adipose tissue to total energy expenditure. *Fed. Proc.* 29: 1277.
- BLAXTER, K.L. 1967. *The energy metabolism of ruminants 2nd impression*. London, Hutchinson.
- BRODY, S. and R.C. PROCTER. 1934. Basal metabolism, endogenous nitrogen creatinine and neutral sulphur excretions as functions of body weight. *Mo. Res. Bull.* 220.
- CAÑAS, R.; J.J. ROMERO; R.L. BALDWIN and L.J. KOONG. 1976. Lactational efficiency complex of

- rats: Provisional model for interpretation of energy balance data. *J. Dairy Sci.* 59: 57.
- DOORNEMBAL, A. 1968. *Relationship to body composition of subcutaneous backfat, blood volume and total red-cell mass. Body composition in animal and man.* p. 218. National Academy of Science. Washington D.C.
- FOWLER, V.R. 1978. *Energy requirements of the growing pig. Recent advances in animal nutrition.* Butterworths. London.
- LUSK, G. 1928. *The elements of the science of nutrition.* W.B. Saunders, Philadelphia.
- MERTZ, E.T.; W.M. BUSON and H.D. JACKSON. 1952. *Classification of essential aminoacids for the weaning pig.* *Archives of Biochemistry and Biophysics* 38: 121.
- MITCHELL, H.H. 1926. *The determination of the protein requirements of animals and the protein*

values of farm feeds and rations. *Net. Res. Council Bull.* 55.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1979. *Requerimientos nutritivos del cerdo.* 8ª edición.
- ROMERO, J.J.; R. CAÑAS and R.L. BALDWIN 1975. *A technique for estimating milk production in rats.* *J. Nutrition* 105: 413.
- SHEPPERD, N.D.; T.G. TAYLOR and D.C. WILTON. 1977. *An improved method for the microbiological assay of available aminoacids in protein using Tetrahynema pyriformes.* *Br. Journal of Nutrition* 38: 245.
- SCOTT, M.L., L. M.C. NESHEIM and R.J. YOUNG. 1966. *Microbiological assay of protein quality with Tetrahynema pyriformes.* *Br. Journal of nutrition* 20: 663.
- SCHWEIGERT, B.S. and B.J. PAYNE, 1956. *Aminoacids composition of fresh pork.* *American Meat Inst. Found. Bull.* 30.

VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION DEL AGUA EN EL SUELO. I. GENERACION DE DATOS

FIELD SPATIAL VARIABILITY OF SOIL WATER INFILTRABILITY. I. DATA GENERATION

LUIS A. GUROVICH Y JACK STERN¹

SUMMARY

Values of saturated hydraulic conductivity and sorptivity have been generated in a way in which their values change over a field following a gaussian deterministic pattern. Using the simplified form of Philip's infiltration equation, the effect of field variability of these parameters on irrigation system design and agronomic operation is discussed. Using mean and variances of saturated hydraulic conductivity and sorptivity measured in a field as presented in the literature, a Montecarlo simulation was done to generate infiltration functions. The effect of irrigating a spatially variable field in relation to its hydraulic properties is presented, concluding that in order to design and operate an irrigation system, the field must be divided in homogeneous blocks or sub-units to increment water application efficiencies, rather than using average infiltration values for the entire area.

INTRODUCCION

Los suelos son característicamente heterogéneos y sus propiedades físicas y químicas varían espacialmente a lo largo, ancho y en profundidad en el campo (Beckett y Webster, 1977; Nielsen y asociados, 1973; Peck y asociados, 1976; Russo y Bresler, 1981). La importancia de considerar cuantitativamente la variabilidad espacial de las propiedades hidrodinámicas del suelo en aspectos de diseño y operación de sistemas de riego prediales, ha sido presentada por Gurovich (1982a).

El método más común para estimar contenidos de agua en el suelo, potenciales y flujos, así como concentraciones de sales, ha sido la utilización de modelos del sistema suelo-agua, que, expresando a través de ecuaciones diferenciales parciales las leyes físicas y químicas

que rigen el sistema, son eventualmente capaces de predecir una situación dada en el suelo. Estos modelos utilizan habitualmente parámetros determinísticos y para resolver el conjunto de ecuaciones del modelo, se supone que los parámetros son uniformes a través del campo entero (Bresler, 1973; 1975; Pickens y asociados, 1979).

Sin embargo, debido a la variabilidad espacial natural de los parámetros que definen un suelo, los problemas de flujo de agua y sales en el suelo no pueden ser resueltos en forma realista, al suponer un medio uniforme en sus características. Esta situación, y la necesidad de alcanzar predicciones de flujo más exactas y que representen la situación real de un campo, ha llevado a físicos de suelos, hidrólogos y mecánicos de suelos, a incluir en forma cuanti-

¹Departamento de Ciencias Vegetales, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Fecha de recepción: 31 de mayo de 1982.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 297/82.

tativa, la variabilidad de los parámetros que sean relevantes en los modelos que representan al sistema y con los cuales se simulan situaciones con fines predictivos; se ha considerado las variables en forma estocástica en el espacio (Gurovich, 1983b; Freeze, 1975; Warrick y asociados, 1977; Dagan y Bresler, 1979).

El proceso de infiltración del agua en el suelo ha sido intensamente estudiado debido a su importancia en el manejo del agua en la agricultura, la conservación del recurso suelo, y otras actividades técnicas. La velocidad de infiltración determina la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con ello, el peligro de erosión hídrica. Asimismo, en casi todos los métodos de riego, la velocidad de entrada de agua al suelo determina los tiempos de riego y los diseños de los sistemas, en cuanto al tamaño de las unidades superficiales y los caudales a utilizar (Gurovich, 1979).

La variabilidad espacial de los suelos origina un rango muy amplio en los valores de velocidad de infiltración medidos en condiciones de campo; por esta razón se ha intentado relacionar con parámetros físicos del suelo, y enfocar el problema a través del uso de modelos matemáticos (empíricos, semianalíticos y analíticos) que representan en alguna forma el proceso físico de la infiltración (Swartzendruber y Hillel, 1975; Gurovich y Jaramillo, 1977).

Cuando se diseñan sistemas de riego, generalmente se supone que la velocidad de infiltración del agua en el suelo es igual para diferentes puntos en el terreno; las dimensiones de la unidad de riego y el tiempo efectivo de contacto del agua con el suelo, se calculan en base a esta función, que en teoría, debería representar en promedio, las características de infiltración de la unidad a regarse (Hart y asociados, 1980). Sin embargo, al aplicar una misma lámina de agua a través de un campo cuya función de infiltración es espacialmente variable, en algunos lugares el agua de riego no alcanzará a mojar toda la zona de raíces en profundidad, y en otros puntos, se producirá una percolación de agua bajo la zona de raíces. El exceso de agua puede llevar asociado un lavado de nutrientes, en condiciones de drenaje eficiente, o la formación de una zona de saturación temporal o permanente, que puede limitar el desa-

rollo del sistema radicular, en caso de condiciones de drenaje deficiente.

La velocidad de infiltración (i , cm/min) puede ser representada por la ecuación de Philip (1969) simplificada:

$$i = s \cdot t^{-1/2} + K$$

en que s es la sorptividad (cm/min^{1/2}), K es la conductividad hidráulica saturada (cm/min) y t es tiempo (min). La lámina de agua infiltrada (I , cm), está representada por la integración de la ecuación 1,

$$I = s \cdot t^{1/2} + K \cdot t$$

La variabilidad espacial de K y s ha sido estudiada por varios autores (Nielsen y asociados, 1973; Russo y Bresler, 1981), indicando que estos parámetros varían en rangos relativamente amplios, incluso en campos pequeños aparentemente uniformes. Por ejemplo, los coeficientes de variación de estos parámetros, medidos en un campo de una hectárea por Russo y Bresler (1981), fueron 41,16 y 7,38% respectivamente. Asimismo, Nielsen y asociados (1973) estudiaron experimentalmente la variación en velocidad de infiltración entre diferentes puntos de un campo de 150 hectáreas, encontrando un coeficiente de variación de 9,9% para 20 mediciones, con un rango de 1,16 a 45,72 cm/día.

Los objetivos de este estudio son desarrollar un modelo computacional para generar funciones de infiltración para puntos separados en el campo, en forma determinística o utilizando la técnica de simulación univariante de Montecarlo, en base a las distribuciones estadísticas de parámetros hidráulicos del suelo publicadas en la literatura. Estas funciones serán utilizadas en el análisis geoestadístico de la variabilidad espacial de la infiltración que es presentado en un artículo posterior a este (Gurovich y Stern, 1983b).

METODOS

1. Generación Gaussiana de Funciones de Infiltración en el Espacio.

Para estudiar el efecto de la variabilidad espacial de s y K en I (ecuación 2), se generó un conjunto de datos s - K para una red de puntos

separados en 2 direcciones; se supone un campo de 100×100 m. Los parámetros externos para el uso del programa computacional son valores máximos de s y K y una varianza Γ^2 . El programa incrementa iterativamente $\Delta x = 10$ m, y hace variar a s y K en forma normal en la dirección x , de tal forma que la moda de estos parámetros se encuentra en $x = 50$ m. Se generan de este modo 100 puntos $\{(x_i, Y_j); i, j = 1, 2, 3, \dots, 10\}$ con sus respectivos valores de s y K . El programa supone que el campo es homogéneo en la dirección y , o sea s y K tienen el mismo valor para cualquier y en x dado. Esta última suposición puede variarse fácilmente, y la distribución de s y K en la dirección y puede asumir cualquier forma que se desee.

$$f(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\Gamma} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(v-\mu)^2}{\Gamma^2} \right] \quad \text{ecuación 3}$$

La probabilidad acumulada es:

$$F(\mu) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\Gamma} \int_{-\infty}^{v-\mu} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(v-\mu)^2}{\Gamma^2} \right] dv \quad 0 < F(\mu) < 1 \quad \text{ecuación 4}$$

Si se supone que los valores que s y K toman en el espacio son completamente al azar y estadísticamente independientes, la función de probabilidad es univariante y se puede aplicar el método de simulación de Montecarlo.

Se asocia un generador de números al azar (entre 0 y 1) con $F(\mu)$ y se resuelve la ecuación 4, para obtener el valor del parámetro v , asociado con $F(\mu)$. Este proceso se presenta esquemáticamente en la Figura 1.

1. Estadística de comparación de Funciones de Infiltración

Para comparar las funciones de infiltración que se generaron con cada enfoque (generación gaussiana determinística y generación Montecarlo estocástica) se comparó los promedios de velocidad de infiltración obtenidos en cada punto hasta 240 minutos. Se utilizó el método llamado "Multiple Range Test" o "Student-

2. Simulación Montecarlo para Funciones de Infiltración.

Para poder utilizar el método de Montecarlo en simulación de datos, es necesario conocer la distribución estadística de los datos que se desea generar. Russo y Bresler (1981) presentaron una distribución normal en los datos de K y s medidos en terreno con promedios de 0,367 cm/min y 1,425 cm/min^{1/2} respectivamente y desviaciones standard de 0,151 cm/min y 0,105 cm/min^{1/2} para K y s respectivamente.

Los parámetros estadísticos que definen la distribución normal son el valor medio μ y la varianza Γ^2 . Para un parámetro y cualquiera, esta distribución es expresada como:

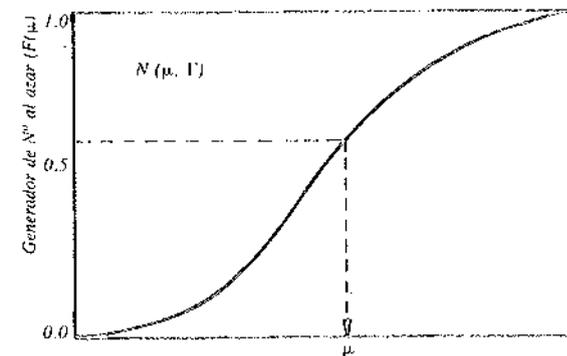


FIGURA 1
ESQUEMA QUE REPRESENTA SIMULACION DE MONTECARLO PARA PARAMETRO v CON VARIABILIDAD AL AZAR Y FUNCION DE PROBABILIDAD NORMAL ($N(\mu, \Gamma)$) UNIVARIANTE

Schematic representation of Montecarlo simulation for a parameter (v) statistically independent and normally distributed ($N(\mu, \Gamma)$)

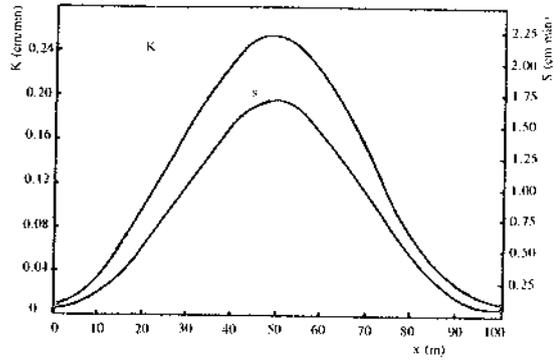


FIGURA 2

SORPTIVIDAD *s* Y CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA SATURADA *K* GENERADOS UTILIZANDO UNA DISTRIBUCION NORMAL EN EL ESPACIO *x*
Sorptivity s, and saturated hydraulic conductivity k, as generated using a spatial normal distribution in the x direction

Newman-Keuls Test" el cual utiliza la distribución Q (Federer, 1955).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la generación gaussiana de funciones de infiltración, se obtienen valores de *s* y *K* en la dirección *x*; estos valores se presentan en la Figura 2. Se observa que el rango de valores de *K* generados corresponden a suelos con bajas conductividades hidráulicas de saturación baja ($8,8 \times 10^{-3}$ cm/min) a suelos de alta conductividad hidráulica de saturación (0,199 cm/min), para la desviación estándar de la función gaussiana utilizada en la generación de estos datos.

Los parámetros *s* y *K* generados en esta forma, pueden ser utilizados para definir las funciones de infiltración necesarias para el diseño y operación de sistemas de riego. Por ejemplo, para los valores *s* y *K* correspondientes a (*x* = 20 m, *y*) y (*x* = 50 m, *y*) se obtienen las funciones:

$$I(20,y) = 0,778 t^{1/2} + 0,0648 t \text{ ecuación 5}$$

$$I(50,y) = 2,338 t^{1/2} + 0,199 t \text{ ecuación 6}$$

La representación gráfica de estas funciones se presenta en la Figura 3.

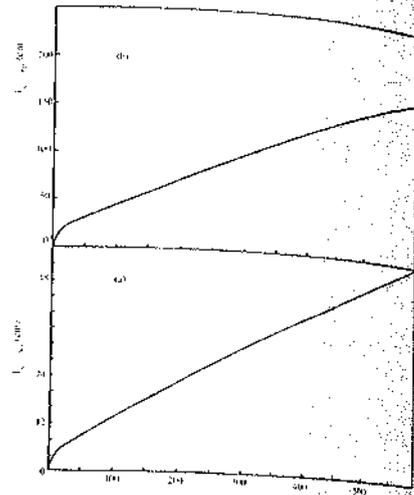


FIGURA 3

INFILTRACION ACUMULADA, A) CALCULADA DE ECUACION (3) PARA *x* = 20 m y B) CALCULADA DE ECUACION (4) PARA *x* = 50 m
*Cumulative infiltration, a) calculated from equation (3) for *x* = 20 m, and b) calculated from equation (4) for *x* = 50 m.*

Si se supone que es necesario aplicar en el campo una lámina de agua de 20 cm, y que este campo presenta una variabilidad espacial con respecto a los parámetros de infiltración como la obtenida en la generación de datos, sería necesario aplicar agua durante 160 minutos para el punto (*x* = 20 m, *y*) y durante 33 minutos para el punto (*x* = 50 m, *y*), con el fin de infiltrar igual lámina de agua (20 cm). El manejo agronómico en estas condiciones sería particularmente difícil, siendo necesario separar el campo en subunidades de mayor homogeneidad respecto a las características de infiltración. Este aspecto es discutido en detalle por Gurovich y Stern (1983b).

Si se evalúan las funciones de velocidad de infiltración (*i* = *f*(*t*)) para un conjunto de tiempos diferentes durante el proceso de infiltración, se obtienen los valores presentados en la Tabla 1. La velocidad media de infiltración entre 5 y 240 minutos es también presentada. La comparación estadística de estas velocidades medias mediante el "multiple range test" se presenta en la Tabla 2. Debido a la simetría de la curva normal, se comparan solamente los datos a un lado de la moda. Los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas al nivel 5% ($Q \geq Q_{0,05}$).

TABLA 1
 VELOCIDADES DE INFILTRACION PARA DIFERENTES TIEMPOS, GENERACION GAUSSIANA DE LAS FUNCIONES *i* = *f* (*t*)

*Infiltration rate for different times; gaussian generation of the functions *i* = *f* (*t*)*

Tiempo (min)	Velocidad de infiltración (cm/min) para diferentes puntos (x, y)									
	(0,y)	(10,y)	(20,y)	(30,y)	(40,y)	(50,y)	(60,y)	(70,y)	(80,y)	(90,y)
5	0,056	0,166	0,413	0,770	1,120	1,267	1,120	0,770	0,413	0,166
10	0,042	0,125	0,311	0,580	0,844	0,954	0,844	0,580	0,311	0,125
20	0,032	0,096	0,239	0,446	0,648	0,733	0,648	0,446	0,239	0,096
30	0,028	0,083	0,207	0,386	0,562	0,635	0,562	0,386	0,207	0,083
60	0,022	0,066	0,165	0,308	0,449	0,507	0,449	0,308	0,165	0,066
90	0,020	0,059	0,147	0,274	0,399	0,451	0,399	0,274	0,147	0,059
120	0,018	0,054	0,136	0,254	0,369	0,417	0,369	0,254	0,136	0,054
150	0,017	0,051	0,128	0,240	0,348	0,394	0,348	0,240	0,128	0,051
180	0,017	0,049	0,123	0,229	0,333	0,377	0,333	0,229	0,123	0,049
240	0,016	0,046	0,115	0,215	0,312	0,353	0,312	0,215	0,115	0,046
Veloc. media infiltrac. (cm/min)	0,025	0,075	0,187	0,350	0,508	0,575	0,508	0,350	0,187	0,075

TABLA 2
 COMPARACION ESTADISTICA POR EL METODO "MULTIPLE RANGE TEST" DE LAS VELOCIDADES MEDIAS DE INFILTRACION DE 5 A 240 MINUTOS OBTENIDOS POR LA GENERACION GAUSSIANA DE DATOS

Statistical comparison of mean infiltration rates from 5 to 240 min (gaussian generation) using the "multiple range test"

Velocidad media de infiltración (cm/min)	Velocidad media de infiltración					
	0,575	0,508	0,350	0,187	0,075	0,025
0,508		0,067				
0,350	0,225*	0,158*				
0,187	0,388*	0,321*	0,163*			
0,075	0,500*	0,433*	0,275*	0,112*		
0,025	0,550*	0,483*	0,325*	0,162*	0,050	

[Los asteriscos indican diferencia significativa al nivel 5%]

El análisis estadístico indica que las velocidades medias de infiltración son estadísticamente diferentes al nivel 5% en casi todos los puntos del campo (no hay diferencia significativa entre puntos (40, *y*) y (50, *y*) y entre (0, *y*) y (10, *y*). Por esta razón se puede concluir que no es posible diseñar u operar un sistema de riego con valores promedios correspondientes a diferentes puntos del campo, sin incurrir en

errores de manejo agronómico del riego que se reflejarán en el desarrollo y rendimiento de los cultivos ya que habrá sectores sobrerregados y subregados en un mismo campo.

Para la generación estocástica de funciones de infiltración, a través del método simulativo univariante de Montecarlo, se generaron 20 valores de números al azar, y los respectivos valores de *s* y *K* son presentados en la Tabla 3.

T A B L A 3
NUMEROS GENERADOS AL AZAR (F (μ)) Y VALORES DE S Y K RESPECTIVOS, CALCULADOS DE ECUACION (6)

Random numbers (F (μ)), and s-K values calculated from equation (6)

F (s), F (K)	s (cm/min) ^{1/2}	K (cm/min)
0,070	1,270	0,143
0,188	1,332	0,233
0,233	1,345	0,252
0,557	1,440	0,388
0,175	1,327	0,226
0,036	1,236	0,095
0,374	1,391	0,319
0,694	1,479	0,444
0,428	1,406	0,340
0,911	1,567	0,571
0,399	1,399	0,329
0,651	1,466	0,426
0,769	1,503	0,474
0,748	1,495	0,468
0,568	1,443	0,393
0,586	1,448	0,400
0,940	1,589	0,602
0,208	1,340	0,245
0,739	1,492	0,464
0,461	1,414	0,352

Los valores extremos de s son 1,236 y 1,589 cm/min^{1/2} y para K 0,095 y 0,602 cm/min. Utilizando estos valores extremos, se obtienen las siguientes funciones de infiltración acumulada:

$$I_{\min} = 1,236 t^{1/2} + 0,095 t \quad \text{ecuación 7}$$

$$I_{\max} = 1,589 t^{1/2} + 0,602 t \quad \text{ecuación 8}$$

En forma similar al ejemplo anterior, la aplicación efectiva de una lámina de 20 cm durante el proceso de infiltración, requeriría un tiempo de riego de 90 min para el punto I_{min} y solamente 21 min para el punto I_{max}.

Se han evaluado las funciones i = f(t) para diferentes tiempos durante el proceso de infiltración utilizando los primeros 10 valores presentados en la Tabla 3. Esta evaluación, junto con las velocidades medias de infiltración para el período 5-240 minutos es presentada en la Tabla 4. El análisis estadístico de estas velocidades medias es presentado en la Tabla 5 e indica que hay una diferencia estadísticamente significativa al nivel 5% entre varios puntos del campo. Por ejemplo la velocidad media de infiltración en el punto 10 es estadísticamente diferente a aquella correspondiente a los puntos 8, 3, 2, 6, 1, 5; igualmente los puntos 4 y 8

T A B L A 4
VELOCIDADES DE INFILTRACION PARA DIFERENTES TIEMPOS, 10 PRIMEROS VALORES DE SIMULACION DE MONTECARLO (VER TABLA 3)

Infiltration rates for different times. First 10 values from Montecarlo simulation (Table 3)

Tiempo	Velocidades de infiltración (cm/min) para 10 puntos diferentes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,711	0,828	0,854	1,032	0,648	0,819	0,941	1,105	0,969	1,272
10	0,545	0,654	0,677	0,843	0,486	0,646	0,759	0,912	0,785	1,067
20	0,427	0,531	0,553	0,710	0,371	0,523	0,630	0,775	0,654	0,921
30	0,375	0,476	0,498	0,651	0,321	0,468	0,573	0,714	0,597	0,857
60	0,307	0,405	0,426	0,574	0,255	0,397	0,494	0,635	0,522	0,773
90	0,277	0,373	0,394	0,540	0,225	0,366	0,466	0,600	0,488	0,736
120	0,259	0,355	0,375	0,519	0,208	0,347	0,446	0,579	0,468	0,714
150	0,247	0,342	0,362	0,506	0,196	0,334	0,432	0,565	0,455	0,699
180	0,238	0,332	0,352	0,445	0,187	0,325	0,423	0,554	0,445	0,688
240	0,225	0,319	0,339	0,481	0,175	0,312	0,409	0,539	0,431	0,672
Veloc. media infiltrac. (cm/min)	0,343	0,443	0,464	0,615	0,290	0,435	0,538	0,677	0,561	0,818

T A B L A 5

COMPARACION ESTADISTICA POR EL METODO "MULTIPLE RANGE TEST". DE LAS VELOCIDADES MEDIAS DE INFILTRACION DE 5 A 240 MINUTOS DE LAS 10 PRIMERAS FUNCIONES GENERADAS POR MONTECARLO

Statistical comparison of the mean infiltration rates from 5 to 240 min using the "multiple range test". The first 10 functions generated by the Montecarlo are used.

Velocidad media de infiltración (cm/min)	Velocidad media de infiltración (cm/min)									
0,818	0,677	0,615	0,561	0,538	0,464	0,443	0,435	0,343	0,290	
0,677	0,141									
0,615	0,203	0,062								
0,561	0,257	0,116	0,054							
0,538	0,280*	0,139	0,077	0,023						
0,464	0,354*	0,213	0,151	0,097	0,074					
0,443	0,375*	0,234	0,172	0,116	0,095	0,021				
0,435	0,383*	0,244	0,180	0,126	0,103	0,029	0,008			
0,343	0,475*	0,334*	0,272*	0,218	0,195	0,121	0,100	0,092		
0,290	0,52 *	0,387*	0,325*	0,271*	0,248	0,274	0,153	0,145	0,053	

*Indica diferencias significativas al 5%

se diferencian de 1 y 5; y el punto 9 se diferencia del punto 6.

Como esta generación de datos s y K se realizó a partir de datos de campo obtenidos por Russo y Bresler (1981) y las diferencias entre puntos son estadísticamente significativas, se reafirma la conclusión expresada para las funciones obtenidas en la generación gaussiana determinística de s y K, en el sentido que el diseño de sistemas de riego y su posterior operación agronómica, no deben continuarse efectuando solamente en base a valores promedio de sorptividad y conductividad hidráulica de saturación; tradicionalmente el diseño y la operación de sistemas de riego se ha hecho utilizando valores medios de los parámetros pertinentes del campo, sin embargo, de esta forma siempre resultan sectores sobre y subregados, lo que se traduce en rendimientos generales del campo inferiores a aquellos que el cultivo manifiesta en los sectores que quedan bien regados. Es necesario considerar los valores de estos parámetros en relación directa con la ubicación en el campo de los puntos en los que se realiza realmente la determinación. El análisis geoestadístico entre los valores reales

de estos parámetros y su posición relativa en el campo, permite separar unidades de manejo con cierto grado de homogeneidad y es presentado por Gurovich y Stern (1982).

RESUMEN

Se presenta una generación de valores de conductividad hidráulica de saturación y sorptividad a través del uso alternativo de un enfoque determinístico gaussiano o de un enfoque estocástico de simulación Montecarlo. Con estos valores y aplicando la forma simplificada de la ecuación de infiltración de Philip, se discute el efecto de la variabilidad espacial sobre el tiempo efectivo de riego necesario para infiltrar iguales láminas de agua en puntos diferentes de un mismo campo, concluyéndose que no es aconsejable diseñar un sistema de riego en un campo a través del uso de valores promedio de los parámetros que definen la función de infiltración; el campo debe ser dividido entonces en bloques o subunidades que puedan ser consideradas homogéneas, con el fin de incrementar la eficiencia de aplicación del agua de riego.

LITERATURA CITADA

- BECKETT, P.H.T. and R. WEBSTER. 1971. *Soil Variability: A Review*. Soils and Fertilizers, Vol. 34(1): 1-13.
- BRESLER E. 1973. *Simultaneous transport of solutes and water under transient unsaturated flow conditions*. Water Resour. Res. 9: 975-986.
- BRESLER, E. 1975. *Two dimensional transport of solutes during nonsteady infiltration from a trickle source*. Soil Sci. Soc. Amer. J. 43: 467-472.
- DAGAN, G. y E. BRESLER, 1979. *Solute dispersion in unsaturated heterogenous soil at field scale*. I. Theory. Soil Sci. Soc. Amer. J. 43: 461-467.
- FEDERER, W.T. 1955. *Experimental design, theory and application*. MacMillan, 348 pp.
- FREEZE, R.A. 1975. *A stochastic-conceptual analysis of one dimensional groundwater flow in nonuniform homogenous media*. Water Resour. Res. 11: 725-741.
- GUROVICH, L. 1979. *Fundamentos y Diseño de Sistemas de Riego*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 610 pp.
- GUROVICH, L. y G. JARAMILLO. 1977. *Modelos matemáticos y mediciones experimentales en la determinación de infiltración de agua en el suelo*. Ciencia e Inv. Agr. 4(3): 197-208.
- GUROVICH, L. 1982. *Estructura de la variabilidad espacial de las propiedades hidrodinámicas de los suelos*. Ciencia e Inv. Agr. 9(3): 243-254.
- GUROVICH, L. 1982b. *Simulación de sistemas en los estudios agrónomos del agua en el suelo*. Revista Universitaria 8: 65-74.
- GUROVICH, L. y J. STERN. 1982. *Variabilidad espacial de la velocidad de infiltración en el suelo*. II. Análisis geoestadístico y estructura espacial. Ciencia e Inv. Agr. 10(2): 00-00.
- HART, W.E.; H.G. COLLING; G. WOODWARD, and A.S. HUMPHERYS. 1980. *Design and operation of gravity or surface systems*. In: *Design and operation of Farm irrigations systems*. M.E. Jensen editor, American Soc. of Agricultural Engineers N° 3: 501-580.
- NIELSEN, D.R.; J.W. BIGGAR and K.T. ERH. 1973. *Spatial Variability of Field-Measured Soil Water Properties*. Hilgardia 42: 215-259.
- PHILIP, J.R. 1969. *Theory of infiltration*. Advances in Hydrosience 5: 216-296.
- PECK, A.J.; R.J. LUXMORE and J.L. STOLZY. 1977. *Effect of spatial variability on soil properties in water budget modeling*. Water Resour. Res. 13: 348-354.
- PICKENS, J.F.; R.W. GILLHAM and D.R. CAMERON. 1979. *Finite elements analysis of the transport of water and solutes in tile drained soils*. J. Hydrol. 40: 243-264.
- RUSSO, D. and E. BRESLER. 1981. *Soil hydraulic properties as stochastic processes: I. An analysis of field spatial variability*. Soil Sci. Amer. J. 45: 682-687.
- SWARTZENDRUBER, D. and D. HILLEL. 1975. *Infiltration and runoff for small field plots under constant intensity rainfall*. Water Resour. Res. 11: 445-451.
- WARRICK, A.W.; G.J. MULLER and D.R. NIELSEN. 1977. *Predictions of the soil water flux based upon field measured soil water properties*. Soil Sci. Soc. Amer. J. 41: 14-19.

CARACTERISTICAS DE LA CARNE, PIEL Y HUESO DE LOS WHITE ROMAN DUCKS (CAIRINA MOSCHATA).

RISTO AND MEAT, SKIN AND BONE OF (ANSER DOMESTICUS) AND CAIRINA MOSCHATA)

ALFONSO, VALERIO BIFANI Y JOSE SILVA

Commercial exploitation of domestic water fowls, data on carcass yields and carcass characteristics of geese and ducks were analyzed. Results obtained were compared to those of broiler chickens usually commercialized in the country.

Carcass yields of 58,4%; 51,2% and 56,2% were found for female geese, male and female ducks, respectively. The inclusion of neck and giblets in the carcass increased those yields in 11,0%; 13,0% and 12,4%.

In all birds studied, breast and drumstick/thigh showed to be the heaviest commercial cuts. Wings were proportionally less important in broiler chickens.

The ratio of edible (meat and skin) to inedible (bone) components in the cooked carcass was 3,7; 3,2; 3,8 and 3,7 for female geese, male and female ducks, and broiler chickens, respectively. The mean meat yield for all types of carcasses varied from 60 to 62%.

Market possibilities for geese and ducks are discussed and suggestions are given to help water fowls industry increase.

INTRODUCCION

Es común que en Chile los gansos y patos constituyan explotaciones de autoconsumo, por lo que no llegan a comercializarse volúmenes importantes de su carne. Diversos autores configuran un panorama de un débil desarrollo del mercado para estas especies, con una comercialización tradicional de aves vivas y un consumo escasamente difundido (Walker, 1969; Standen y Acchiardo, 1975; Campos y de la Vega, 1980).

Para cambiar la situación descrita pueden realizarse, entre otras, tres iniciativas:

1. Desarrollar explotaciones a nivel comercial y disminuir la estacionalidad en su produc-

ción, de modo de llegar a precios de venta atractivos para el consumidor y mantener el mercado regularmente abastecido.

2. Mejorar la presentación del producto y buscar alternativas para diversificar el consumo de carnes de gansos y patos. Esto implica también efectuar campañas de promoción de consumo.

3. Incrementar la investigación nacional en la crianza de estas aves, como los estudios sobre la comercialización y aprovechamiento industrial de las canales obtenidas.

Según lo manifestado por Cullington, Tredgett y Turni (1965), Medina y Voullieme (1977) y Hoffer y Sardy (1974) la explotación

de gansos y patos no requiere de grandes inversiones, pudiendo ajustarse a una crianza semiextensiva a base de pastoreo. De acuerdo a estos antecedentes, ésta es una actividad que ofrece una interesante perspectiva para la Décima Región de Chile, en especial si se considera lo indicado por Ceballos y de la Vega (1980) en lo relativo a que los pequeños propietarios agrícolas, conforman la gran mayoría en esta región.

Tal como se ha dicho, una forma de contribuir al desarrollo de esta actividad comercial es entregar información que facilite implementar alternativas apropiadas para la comercialización e industrialización de la carne de estas aves (Cuenca, 1975; Standen y Acchiardo, 1975; Campos y de la Vega, 1980; Patterson *et al.* 1974).

Con el propósito anterior se analizaron datos sobre rendimientos al beneficio y composición física de las canales de gansos híbridos, criollos por White Roman, y de patos Muscovy; para ello se tuvo presente que estos tipos de aves son los que más abundan en los criaderos de la Décima Región. A la vez se consideró interesante obtener, como referencia comparativa de la presente investigación, datos de la composición física de las canales de broilers que actualmente se comercializan en el país.

MATERIALES Y METODOS

Para la serie de estudios efectuados se utilizó una población de 49 gansos (hembras) y de 24 patos (hembras y machos), obtenida de criaderos comerciales de Valdivia. Los gansos eran producto del cruzamiento de machos criollos con hembras White Roman y los patos eran de raza Muscovy; ambos tipos de aves fueron alimentados a pastoreo directo proporcionándoles además un concentrado, como suplemento diario; al momento del sacrificio tenían aproximadamente 4 meses de edad.

El beneficio se realizó de acuerdo al procesamiento descrito por Campos y de la Vega (1980), controlándose el peso de los diferentes componentes corporales (plumas, patas, cuello, vísceras, etc.) obtenidos en esta operación. Las canales se conservaron en refrigeración por 16 horas, antes de realizar los estudios de composición física.

Como una base de referencia comparativa para los datos de las canales de gansos y patos, se agregó un estudio en 20 canales de pollos broilers (machos y hembras) de 56 días de edad, procedentes de las marcas comerciales que predominan en el mercado nacional.

Todas las canales se trozaron como referencia el Proyecto de Norma del Instituto Nacional de Normalización (NCh 1580 c 81); en cada caso se controló el peso de los cortes obtenidos: alas, piernas, pechuga, dorso y rabadilla.

Se continuó con un deshuesado manual de estos cortes, para lo cual, y con el fin de facilitar esta operación, se sometieron previamente a una cocción en agua por 20 minutos; de cada corte se separó la carne, piel y hueso, tomándose el peso de cada una de estas fracciones.

Los datos encontrados se presentan en cuadros, como valores promedio e incluyendo su desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se puede observar que los rendimientos de canal en ambas especies son muy similares, no obstante que en las gansas estudiadas se detectó una mayor deposición de grasa visceral; al parecer esto último fue compensado por el mayor tamaño de cabeza y de órganos como hígado, molleja y corazón en patos. De acuerdo a los rendimientos de canal (70,1% y 72%) encontrados por Hayse y Marion (1973) en pollos broilers y los obtenidos posteriormente (66,8% y 67,8%) por Caminanga, de la Vega y Burdiles (1979), los rendimientos de canal de los canales estudiados aparecen notablemente más bajos.

La inclusión del cuello, hígado, molleja y corazón favorece entre un 10 a 12% el rendimiento de la canal comercial de gansos y patos según Crawley, Sloan y Hale (1980), y Lesson y Summers (1980), estos subproductos aportan menos del 10% al peso de la canal comercial de pollos. Es probable que estos hechos marquen la preferencia del consumidor por los pollos, ya que en éstos obtendrían una mayor relación de partes comestibles valiosas.

Respecto a los pesos y proporciones de los cortes comerciales (Cuadro 2), se puede inferir de los datos obtenidos que el corte de mayor rendimiento es la pechuga en los ansares.

CUADRO 1
PESO CORPORAL Y PROPORCIONES DE LAS PARTES OBTENIDAS DEL BENEFICIO DE GANSOS Y PATOS

Body weight and part proportions from slaughter of geese and ducks

	Gansas Female geese		Patos Male ducks		Patos Female ducks	
	3.724,4 ± 100	379,0 0,9	2.391,9 ± 100	318,8 1,2	1.427,9 ± 100	161,4 1,7
Peso corporal (g) ^a						
% De: peso corporal						
Body weight %						
Sangre	5,2 ±	0,9	5,5 ±	1,2	6,0 ±	1,7
Plumas	7,3 ±	1,3	6,7 ±	1,8	7,8 ±	1,8
Patas	2,9 ±	0,3	3,7 ±	0,7	3,2 ±	0,7
Cabeza	3,8 ±	0,4	4,8 ±	0,5	5,2 ±	0,8
Cuello	5,0 ±	0,4	5,6 ±	0,4	5,1 ±	0,7
Grasa abdominal	2,7 ±	0,7	—	—	—	—
Hígado	1,7 ±	0,4	2,3 ±	0,7	2,0 ±	0,6
Molleja ^b	3,6 ±	0,4	3,7 ±	0,6	4,1 ±	0,7
Corazón	0,8 ±	0,1	1,4 ±	0,4	1,2 ±	0,5
Visceras no com. ^c	8,7 ±	2,2	6,2 ±	1,1	6,3 ±	1,9
Canal caliente	58,4 ±	2,1	57,2 ±	3,4	56,2 ±	3,5
Canal comercial ^d	69,2 ±	2,3	70,2 ±	2,3	68,6 ±	2,7

^aTomado después de un ayuno de alrededor de 12 horas.

^bLimpia y sin mucosa.

^cVisceras totales excluidos hígado, molleja y corazón.

^dCanal incluyendo cuello, hígado, molleja y corazón.

CUADRO 2

PESO Y PROPORCIONES DE CORTES COMERCIALES DE CANALES. POLLOS BROILERS, GANSOS Y PATOS
Weights and proportions of commercial cuts from the chilled carcass, broiler chickens, geese and ducks.

Partes de la canal	Pollos Broilers ^a Broiler chickens			Gansos ^b Female geese			Patos ^b Male ducks			Patos ^b Female ducks		
	Peso, g Weight, g	Prop. % Proportion %	Peso, g Weight, g	Prop. % Proportion %	Peso, g Weight, g	Prop. % Proportion %	Peso, g Weight, g	Prop. % Proportion %	Peso, g Weight, g	Prop. % Proportion %	Peso, g Weight, g	Prop. % Proportion %
Alas	170,9 ± 31,5	10,2 ± 1,2	378,6 ± 45,0	17,7 ± 1,2	244,6 ± 14,4	21,3 ± 1,1	141,1 ± 20,2	22,0 ± 1,8				
Piernas	435,1 ± 74,8	25,9 ± 1,5	510,8 ± 54,7	23,9 ± 1,2	245,5 ± 13,1	21,4 ± 1,4	134,1 ± 14,0	20,9 ± 1,4				
Pechuga	376,0 ± 64,9	22,4 ± 1,8	663,3 ± 82,1	31,0 ± 1,8	351,9 ± 56,1	30,4 ± 2,4	201,6 ± 38,3	31,1 ± 2,3				
Dorso	158,6 ± 29,4	9,5 ± 1,0	275,9 ± 35,7	12,9 ± 0,9	170,1 ± 11,0	14,8 ± 0,7	88,3 ± 12,3	13,7 ± 0,8				
Rabadilla	212,2 ± 44,0	13,2 ± 1,6	309,1 ± 43,6	14,4 ± 1,4	136,2 ± 15,5	11,9 ± 1,0	78,6 ± 12,5	12,2 ± 0,6				
Total	1.671,8 ± 224,2	—	2.140,2 ± 218,0	—	1.149,7 ± 93,2	—	644,3 ± 88,8	—				

^aValores referidos a canal cruda.

^bValores referidos a canal cocida.

Vol. 10, N° 1, 1961

CUADRO 3
 RENDIMIENTO DE CARNE, PIEL Y HUESO DE CORTES COMERCIALES DE CANALES COCIDAS, POLLOS
 BROILERS, GANSOS Y PATOS

Meat skin and bone yield from commercial cuts of the cooked carcass. Broiler chickens, geese and ducks

Parte de la canal	Pollos Broilers Broiler chickens			Gansos Female Geese			Patos Male ducks			Patos Female ducks		
	Peso, g Weight, g	Parte % % of part	Canal % % of car- cass	Peso, g Weight, g	Parte % % of part	Canal % % of car- cass	Peso, g Weight, g	Parte % % of part	Canal % % of car- cass	Peso, g Weight, g	Parte % % of part	Canal % % of car- cass
Alas	58,6 ± 11,5	40,5 ± 3,5	5,7 ± 0,5	124,5 ± 24,3	40,9 ± 3,0	8,3 ± 0,8	91,5 ± 8,1	37,4 ± 2,9	8,0 ± 0,7	55,6 ± 10,5	39,1 ± 2,3	8,6 ± 0,9
Piel	44,4 ± 9,2	30,7 ± 3,3	4,3 ± 0,5	67,8 ± 15,3	22,2 ± 2,7	4,5 ± 0,6	63,2 ± 8,0	25,8 ± 2,8	5,5 ± 0,8	37,9 ± 7,1	26,8 ± 2,2	5,9 ± 0,8
Hueso	39,6 ± 7,3	27,5 ± 2,9	3,9 ± 0,6	105,8 ± 16,3	35,0 ± 2,9	7,1 ± 0,7	87,0 ± 7,8	35,6 ± 2,8	7,6 ± 0,6	42,4 ± 3,0	30,6 ± 4,3	6,7 ± 0,8
Carné	213,8 ± 46,6	63,0 ± 3,2	20,6 ± 1,4	243,7 ± 43,5	70,1 ± 2,4	16,2 ± 1,2	159,7 ± 10,3	65,0 ± 1,3	13,9 ± 1,0	84,2 ± 10,5	62,7 ± 3,4	13,1 ± 1,1
Piel	45,8 ± 9,8	13,5 ± 1,3	4,4 ± 0,4	33,9 ± 7,7	9,7 ± 1,4	2,5 ± 0,4	38,0 ± 3,1	15,5 ± 0,8	3,3 ± 0,3	24,4 ± 4,1	18,1 ± 1,7	3,8 ± 0,4
Hueso	73,4 ± 16,0	21,8 ± 3,0	7,1 ± 1,2	64,9 ± 8,5	18,9 ± 1,5	4,4 ± 0,4	44,4 ± 3,4	18,1 ± 1,4	3,9 ± 0,3	21,8 ± 1,7	16,4 ± 1,3	3,4 ± 0,4
Carné	221,8 ± 45,9	77,1 ± 2,6	21,4 ± 1,8	344,9 ± 60,2	73,8 ± 5,3	23,0 ± 1,8	265,7 ± 51,8	75,1 ± 2,7	22,9 ± 2,6	155,5 ± 33,0	76,8 ± 3,1	23,9 ± 2,7
Piel	29,6 ± 10,3	10,2 ± 2,1	2,8 ± 0,7	64,0 ± 22,1	13,6 ± 3,0	4,2 ± 0,9	38,7 ± 8,7	11,0 ± 1,7	3,3 ± 0,6	20,9 ± 5,8	10,4 ± 1,9	3,2 ± 0,5
Hueso	33,4 ± 6,8	11,9 ± 2,3	3,3 ± 0,5	51,4 ± 11,3	11,1 ± 1,8	3,4 ± 0,5	46,3 ± 6,0	13,6 ± 3,1	4,1 ± 0,7	22,3 ± 2,2	11,3 ± 1,6	3,5 ± 0,3
Carné	54,5 ± 12,0	32,5 ± 4,6	5,2 ± 0,6	109,4 ± 16,2	57,1 ± 3,6	7,4 ± 0,8	85,5 ± 12,6	50,2 ± 6,1	7,4 ± 0,6	44,6 ± 7,6	50,4 ± 4,2	6,9 ± 0,4
Piel	11,4 ± 3,0	11,1 ± 2,2	1,1 ± 0,3	22,5 ± 6,9	11,5 ± 2,1	1,5 ± 0,3	22,5 ± 3,7	13,2 ± 1,4	2,0 ± 0,2	12,1 ± 2,5	13,8 ± 2,8	1,9 ± 0,4
Hueso	35,8 ± 6,7	35,0 ± 4,1	3,5 ± 0,5	57,8 ± 10,4	30,2 ± 3,5	3,9 ± 0,4	58,5 ± 8,0	34,5 ± 5,0	5,1 ± 1,0	27,6 ± 4,7	31,3 ± 3,1	4,3 ± 0,6
Carné	91,1 ± 19,1	57,8 ± 4,4	8,8 ± 0,8	100,0 ± 18,7	52,8 ± 4,8	6,7 ± 0,8	75,3 ± 11,9	53,8 ± 5,9	6,4 ± 1,0	43,7 ± 9,6	55,2 ± 3,5	6,7 ± 0,7
Piel	28,8 ± 7,2	18,2 ± 2,5	2,8 ± 0,4	49,7 ± 16,0	25,8 ± 4,6	3,3 ± 0,7	25,4 ± 6,4	18,5 ± 3,5	2,2 ± 0,4	14,6 ± 2,9	18,6 ± 2,7	2,3 ± 0,3
Hueso	35,2 ± 6,2	22,6 ± 2,8	3,4 ± 0,4	35,7 ± 8,4	18,8 ± 2,4	2,4 ± 0,3	34,9 ± 4,8	25,7 ± 2,9	3,0 ± 0,3	16,4 ± 1,9	21,1 ± 2,7	2,6 ± 0,3
Carné	640,0 ± 127,9	—	61,9 ± 3,2	922,6 ± 143,1	—	61,6 ± 1,7	678,2 ± 73,1	—	58,9 ± 1,9	389,3 ± 64,9	—	60,3 ± 2,4
Piel	160,1 ± 34,2	—	15,5 ± 1,4	238,0 ± 56,5	—	15,7 ± 1,6	188,5 ± 18,9	—	16,4 ± 1,1	111,6 ± 19,8	—	17,4 ± 1,8
Hueso	217,7 ± 39,6	—	21,3 ± 2,5	315,2 ± 46,7	—	21,1 ± 1,4	272,1 ± 15,8	—	23,8 ± 2,0	132,4 ± 9,7	—	20,8 ± 1,7

NOTA: Todos los valores están referidos a la canal cocida.

mientras que en los pollos corresponde a las piernas. Otra diferencia interesante se presenta en las alas que tienen un mayor desarrollo en gansos y patos, dada la característica de ser aves voladoras; en concordancia con Swatland (1980), esto es especialmente notorio en patos de la raza Muscovy. Sin perjuicio del mayor desarrollo de alas en los ánades, se hace notar que éstos tienen una mayor proporción de piernas y pechuga en su conjunto, diferencia que es especialmente favorable en las canales de gansos; esta circunstancia de poseer una proporción mayor de cortes nobles si se la compara con pollos, debiera favorecer su consumo.

Los resultados de composición física del Cuadro 3 destacan una proporcionalidad de carne, piel y hueso muy similar en todas las aves. En cuanto a sexo y para el caso de patos, se aprecia una mayor proporción de huesos en los machos. Respecto a cortes, la pechuga es la que aporta más carne a la canal, a su vez este es el corte que presenta una mayor proporción de carne siendo seguido en este aspecto por las piernas. Stadelman y Meinert (1977) corroboran los resultados encontrados en esta investigación, en el sentido de que las hembras en los patos tienen una mayor proporción de carne en la pechuga; por otra parte de acuerdo a datos de Moran y Orr (1970) y de Hayse y Marion (1973), se debiera observar una diferenciación similar en pollos broilers. La investigación efectuada por Hartung y Froning (1968) en pavos, también destaca una mayor proporción de carne en la pechuga de hembras.

Excepto en pollos, en que las alas presentan una menor proporción de huesos que el dorso, este último corte, seguido por alas y rabadilla, son los que muestran las mayores proporciones de hueso. Seguramente esta es la razón del porqué, en la comercialización de aves trozadas, sean estos cortes los que tienen un precio más bajo; debe considerarse además, que éstos tienen una mayor proporción de piel que la pechuga y las piernas.

En el Cuadro 4 se presentan las relaciones entre porción comestible y no comestible, observándose que la relación más baja es la de patos; para los restantes grupos de aves estudiados esta relación es prácticamente la misma. En otros estudios efectuados en patos (Swatland, 1980; Veltman y Sharlin, 1981),

también se comprobó una menor proporción de porción comestible en machos al compararse con la de hembras.

En general el cálculo de las relaciones que aparecen en el Cuadro 4 se refieren a la composición física de las canales, por ello no es de extrañar que éstas sean favorables a cortes como piernas y pechuga situación que, según los antecedentes de Miller (1965, 1968), también se da en pavos.

Los datos obtenidos de las unidades muestrales de esta investigación revelan que, si bien el rendimiento de canal es superior en pollos broilers, los ánades tendrían un rendimiento en carne similar a éstos. En relación a las mediciones realizadas en los cortes comerciales de la canal, se puede derivar que el mayor desarrollo de las alas en patos y gansos en cierto modo es compensado por un desarrollo también mayor de la pechuga.

De acuerdo a lo expuesto y tal como lo ha señalado Miller (1968), un cálculo del valor comercial de los cortes basado en su rendimiento en carne, debería traducirse en un mayor precio de mercado para pechuga y piernas. Ahora bien, los precios de mercado de los cortes comerciales podrían ajustarse a sus respectivas relaciones entre parte comestible y no comestible, para lo cual se podría tener como referencia el precio o valor promedio de la canal limpia.

Finalmente cabe destacar la necesidad de continuar haciendo estudios de esta naturaleza, por cuanto otorgan la información necesaria para orientar la crianza de gansos y patos, como también sirven al propósito de dar antecedentes para una búsqueda de formas innovadoras de comercialización y aprovechamiento de estas carnes.

RESUMEN

Con el propósito de contribuir al desarrollo del mercado de ánades domésticos y consecuentemente su explotación comercial, se analizaron datos de rendimiento al beneficio y de características de la canal de gansos y patos producidos en criaderos de la Décima Región de Chile. Los resultados encontrados para canales, se compararon con los correspondientes a pollos broilers que actualmente se comercializan en el país.

Vol. 10, N° 1, 1981

CUADRO 4
RELACIONES PROMEDIO ENTRE PARTES COMESTIBLES Y NO COMESTIBLES DE CANALES COCIDAS
EN POLLOS BROILERS, GANSOS Y PATOS

Mean ratios of edible to inedible components of the cooked carcass from broiler chickens, geese and ducks

Parte de la canal	Pollos Broilers ^a			Gansos ^a			Patos ^a			Patos ^a		
	Carne	Carne + Piel	Carne + Piel + Skin	Carne	Carne + Piel	Carne + Piel + Skin	Carne	Carne + Piel	Carne + Piel + Skin	Carne	Carne + Piel	Carne + Piel + Skin
Carcas Part	Meat	Meat + Skin	Meat + Skin	Meat	Meat + Skin	Meat + Skin	Meat	Meat + Skin	Meat + Skin	Meat	Meat + Skin	Meat + Skin
Alas	1,5 ± 0,2	2,6 ± 0,4	2,6 ± 0,4	1,2 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,3 ± 0,2	2,2 ± 0,4	2,2 ± 0,4
Piernas	3,0 ± 0,6	3,6 ± 0,6	3,6 ± 0,6	3,8 ± 0,4	4,3 ± 0,4	4,3 ± 0,4	3,6 ± 0,3	4,5 ± 0,4	4,5 ± 0,4	3,9 ± 0,4	5,0 ± 0,5	5,0 ± 0,5
Pechuga	6,8 ± 1,5	7,7 ± 1,8	7,7 ± 1,8	6,7 ± 1,0	7,9 ± 1,2	7,9 ± 1,2	5,9 ± 1,5	6,7 ± 1,7	6,7 ± 1,7	6,9 ± 1,0	7,9 ± 1,2	7,9 ± 1,2
Dorso	1,5 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,4	1,5 ± 0,4	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,4	1,6 ± 0,2	2,1 ± 0,3	2,1 ± 0,3
Rabadilla	2,6 ± 0,5	3,4 ± 0,6	3,4 ± 0,6	2,8 ± 0,5	4,2 ± 0,6	4,2 ± 0,6	2,1 ± 0,4	2,9 ± 0,4	2,9 ± 0,4	2,7 ± 0,5	3,6 ± 0,6	3,6 ± 0,6
Total	3,0 ± 0,5	3,7 ± 0,6	3,7 ± 0,6	2,9 ± 0,2	3,7 ± 0,3	3,7 ± 0,3	2,5 ± 0,2	3,2 ± 0,3	3,2 ± 0,3	2,9 ± 0,3	3,8 ± 0,4	3,8 ± 0,4

^aPartes de porción comestible por unidad de hueso (ratio of edible components per unit of bone).

Se comprobó un rendimiento de la canal caliente de 58,4%, 57,2% y 56,2%, encontrándose que al incluir en ella el cuello, hígado, corazón y molleja, se incrementaba en 11,0%, 13,0% y 12,4% en gansas, patos y patas respectivamente. Respecto a los cortes comerciales obtenidos de las canales, se observó que en todas las aves las piernas y pechuga eran los de mayor peso y que en los pollos, las alas eran proporcionalmente menores que en los ánsares estudiados.

En cuanto a la relación parte comestible y no

comestible (hueso), ésta fue de 3,7; 3,2; 3,8 y 3,7 para gansas, patos, patas y pollos, respectivamente. El rendimiento en carne de la canal de estas aves fluctuó entre 60 y 62% aproximadamente.

Finalmente, a modo de conclusión, se comenta que el aporte de carne de las canales de gansos y patos, es muy similar a la de pollos broilers, estimándose que el mercado de ánsares es susceptible de estimularse a través de formas innovadoras de comercialización y aprovechamiento de estas carnes.

LITERATURA CITADA

- CAMIRUAGA, M.; J. DE LA VEGA y S. BURDILES, 1979. *Alimentación de pollos broilers con altos niveles de soap-stock, acidulado de cartamo (carthamus tinctorius) y pescados. I. Efecto sobre crecimiento y composición química de la carcasa*. Cienc. Inv. Agr. 6 (3): 191.
- CAMPOS, M. y J. DE LA VEGA, 1980. *Rendimiento al beneficio, desarrollo corporal y composición física de la canal de gansas. La influencia en el desarrollo de nuevos productos*. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.
- CEBALLOS, H. y DE LA VEGA, 1980. *Elementos de análisis del sistema agroindustrial de la carne bovina de la Xª Región*. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.
- CRAWLEY, S.W.; D.R. SLOAN and K.K. JR. HALE, 1980. *Yields and composition of edible and inedible by products of broilers processed at 6, 7 and 8 weeks of age*. Poultry Sci. 59: 2243-2246.
- CUENCA, C.L. DE., 1974-1975. *Posibilidades de la extensión de la explotación zootécnica del pavo, en relación a las disponibilidades de facilidades tecnológicas en orden al consumo de las carnes*. Anales del Inst. Invest. Vet. 23: 223-240.
- CULLINGTON, J.M.; J. TREDGETT y L.C. TURNILL, 1965. *Patos y gansos*. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- HARTUNG, T.E. and G.W. FRONING, 1968. *Variation of physical components of turkey carcasses as influenced by sex, age and strain*. Poultry Sci. 47: 1348-1355.
- HAYSE, P.L. and W.W. MARION, 1973. *Eviscerated yield component parts and meat, skin and bone in the chicken broiler*. Poultry Sci. 52: 718-722.
- HOFFER, M.A. y N. SARDY, 1974. *Efectos de distintos niveles proteicos y duración de la crianza en gansos (Anser domesticus) a postoreo*. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1981. *Gallinas y pollos faenados - requisitos*. Proyecto de norma en consulta pública. NCh. 1580 c. 81.
- LESSON, S. and J.D. SUMMERS, 1980. *Production and carcass characteristics of the broiler chicken*. Poultry Sci. 59: 786-798.
- MEDINA, O.M. y A. VOULLIEME, 1977. *Crecimiento de gansos (Anser domesticus) a potrero con diferentes niveles de suplementación*. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
- MILLER, B.F., 1965. *Edible yield of Turkey parts*. Poultry Sci. 44: 848-853.
- MILLER, B.F., 1968. *Comparative yield of different size Turkey carcasses*. Poultry Sci. 47: 1570-1574.
- MORAN, E.T. JR. and H.L. ORR, 1970. *Influence of strain on the yield of commercial parts from the chicken broiler carcass*. Poultry Sci. 49: 725-729.

PATTERSON, G.W.; H. COURTENAY and W.J. STALDEMAN, 1974. *Market research of domestic ducks for the HR trade*. Poultry Sci. 53: 1777-1784.

STALDEMAN, W.J. and C.F. MEINERT, 1977. *Some factors affecting meat yield from young ducks*. Poultry Sci. 56: 1145-1147.

STANDEN, C. y E. ACCHIARDO, 1975. *Aspectos de la comercialización de aves en la ciudad de Valdivia*. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.

SWATLAND, J.H., 1980. *Development of carcass shape in Pekin and Muscovy ducks*. Poultry Sci.: 59: 1773-1776.

VELTMANN, J.R. and J.S. SHARLIN, 1981. *Influence of water deprivation on water consumption, growth and carcass characteristics of ducks*. Poultry Sci. 60: 637-642.

WALKER, R., 1969. *La comercialización de aves y huevos en Chile*. En Chile: CORFO, Gerencia Agrícola. Departamento de Desarrollo Ganadero. La estructura económica del mercado nacional avícola. Vol. 1.

FRUCTIFICACION DE PERALES PACKHAM'S TRIUMPH EN CHILE

FRUIT SETTING IN THE PACKHAM'S TRIUMPH PEAR IN CHILE

GONZALO F. GIL, RICCARDO GATTI, Y CARLOS CRISOSTO
 Departamento de Ciencias Vegetales, Escuela de Agronomía
 Pontificia Universidad Católica de Chile

SUMMARY

Packham's Triumph is the most important pear variety grown in Chile but frequently shows fruiting problems in spite of its heavy blooming. Trials conducted in a few orchards showed that yield can be increased by gibberellic acid (AG) and by boron and auxin (2,4, 5-TP) sprays.

The bloom period of several varieties was recorded for two years in orchards located between San Felipe (V Región) and Curicó (VII Región). The mineral nutritional status was also determined by means of leaf analysis. Nitrogen deficiency was found in about 70% of samples and the varieties Winter Nelis and Bartlett, which are used as pollenizers, bloom later than Packham's.

Nutrition and pollination appear as important factors affecting fruit set in the Packham's Triumph pear in Chile, which should be handled through pruning, fertilization, and pollinizers blooming slightly ahead of or concurrently with Packham's. Several varieties with these characteristics are already available in Chile.

INTRODUCCION

El peral ocupa una superficie de 3.212 há. en Chile (Gil y Gatti, 1981). Hasta ahora su manejo ha sido descuidado en comparación al manzano; no obstante, en los últimos años se ha desarrollado un interés por establecer nuevas plantaciones y por mejorar las ya existentes, hecho explicable por el mejoramiento del mercado exterior (Alvisi, 1980).

Entre las variedades destaca Packham's con un 39% de la superficie total, cuya fruta es de gran aceptación y posee excelentes condiciones para el manipuleo y almacenaje. Sin embargo, esta variedad presenta algunos problemas de producción, llegando a un rendimiento, en algunos casos, de 50% del de otras variedades.

Esta condición es el resultado de una fructificación inicial pobre, a pesar de su abundante floración, y/o de una gran caída de frutos, como ha sido reconocido en otros países donde se ha determinado la existencia de problemas de polinización (Wauchope, 1968; van Zyl y Strydom, 1968; Selimi, 1971, van Zyl, 1972; Langridge y Jenkins, 1972), de vigor de flores (Wauchope, 1968) y de competencia entre frutos y vegetación (van Zyl, 1981). Por otra parte, los perales mejoran substancialmente la cuaja cuando se les asperja ácido bórico o un borato en otoño o poco antes de la floración, aun cuando el nivel foliar en verano sea adecuado (Batjer y Thompson, 1948; Batjer y Rogers, 1953).

Trabajo realizado con el apoyo de la Cooperativa Frutícola de Curicó.

Fecha Recepción: 9 de julio de 1982. Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 303/82.

En base a estos antecedentes se inició un estudio para evaluar algunos factores de fructificación como la floración de los polinizantes, el estado nutritivo mineral, y la capacidad de las flores para fructificar, recurriéndose para ello a reguladores de crecimiento, ácidos 2, 4, 5-triclorofenoxipropiónico y giberélico, y a ácido bórico.

MATERIALES Y METODOS

FLORACIÓN DE VARIEDADES

Se determinó el periodo de floración de Packham's, de los polinizantes comúnmente usados, y de otras variedades en diversos huertos desde San Felipe hasta Curicó por dos años consecutivos, 1980 y 1981. El estado de desarrollo de las inflorescencias se determinó por referencia a una carta, según Ballard, Proesting y Tukey (1971). Así se pudo establecer: a) el comienzo de floración, aquel día en que apareció la primera flor en antesis; b) la plena floración basal, cuando un 50% de inflorescencias tenían sus primeras flores basales en antesis; c) la plena floración, período desde que el 50% acumulado de las flores se encontraba en antesis hasta que dejaban esa condición, y d) fin de floración, aquel momento en que ninguna flor se encontraba en antesis.

TRATAMIENTOS PARA FAVORECER CUAJA

En un huerto de San Javier, VII Región, se realizó un ensayo con 2, 4, 5-TP (6,3 ppm i.a) asperjado el 5/9/80 y ácido bórico (0,1%) el 10/9/80, por separado o combinados en secuencia de fechas. Cada tratamiento se efectuó en un árbol completo y se repitió cuatro veces. Cerca del período de madurez se computó el número de frutos en 100 inflorescencias. En este lugar, el polinizante era Winter Nelis en proporción de 20%. Otro ensayo consistió en tratar árboles con ácido giberélico (AG) a 50 ppm a los 15 y 30 días después de la plena floración (DDPF), obteniéndose el rendimiento en kg/árbol.

En Pirque, Región Metropolitana, se realizó un ensayo con AG del mismo modo, donde se evaluó el rendimiento y sus componentes, peso y número de frutos. En este caso, prácticamente no había variedades polinizantes, pues sólo había escasos árboles Bartlett.

ESTADO NUTRICIONAL

Durante dos años se colectaron hojas de dardo sin fruta a fines de enero de diversos huertos, y se analizó todos los elementos minerales en el Laboratorio de Análisis Foliar de la Universidad Católica de Chile, de acuerdo a sus normas de trabajo e interpretación.

RESULTADOS Y DISCUSION

FLORACIÓN DE LAS VARIEDADES

Las Figuras 1 a 5 muestran el período de floración de algunas variedades, señalándose en él la fecha de plena floración basal promedio (B) y plena floración total (sector oscuro de las barras).

En general, la secuencia por zona fue San Felipe, Quinta Región (Fig. 1), Coya, Sexta Región (Fig. 4), Región Metropolitana y Rancagua, Sexta Región (Figs. 2 y 3), y Curicó, Séptima Región (Fig. 5). En 1981 se registró un notable retraso con respecto al año anterior, pero ello no afectó al orden de floración varietal.

La secuencia de las variedades importantes (y los días de retraso con respecto a la anterior) fue Anjou, Packham's T. (+ 5 a 8 días), Winter Nelis y Bartlett (+ 4 a 6), y Bosc (+ 5 a 6). Esta secuencia también se dio para la plena floración basal y total. Variedades de floración concurrente con Packham's T. fueron Buena Luisa, Clairegeau, y Doyenné d'Hiver, y más tempranas Salvador Izquierdo y Duquesa de Angulema.

El desfase entre Packham's y sus polinizantes comunes W. Nelis y Bartlett fue importante. El peral Packham's es autoestéril (Wauchope, 1968; Selimi, 1971; van Zyl, 1972) y la mejor fruta, más competitiva y persistente, es aquella proveniente de flores basales, principalmente la segunda y la tercera (Wauchope, 1968). Las flores de peral presentan, además, una leve protoginia - maduración anticipada del estigma con respecto a la antera - (Lafatta, Marro y Sansavini, 1978). Por consiguiente, para asegurar una buena fructificación con un mínimo de caídas, la polinización de Packham's T. debe ocurrir en el período comprendido entre la plena floración basal y la mitad de la plena floración total (o como máximo su fin), lo que se obtiene en óptimas condiciones cuan-

FIGURA 1
PERIODO DE FLORACION DE PERALES EN SAN FELIPE, QUINTA REGION

Bloom period of pears in San Felipe, Fifth Region

B: plena floración basal. Full basal bloom
PF: plena floración. Full bloom

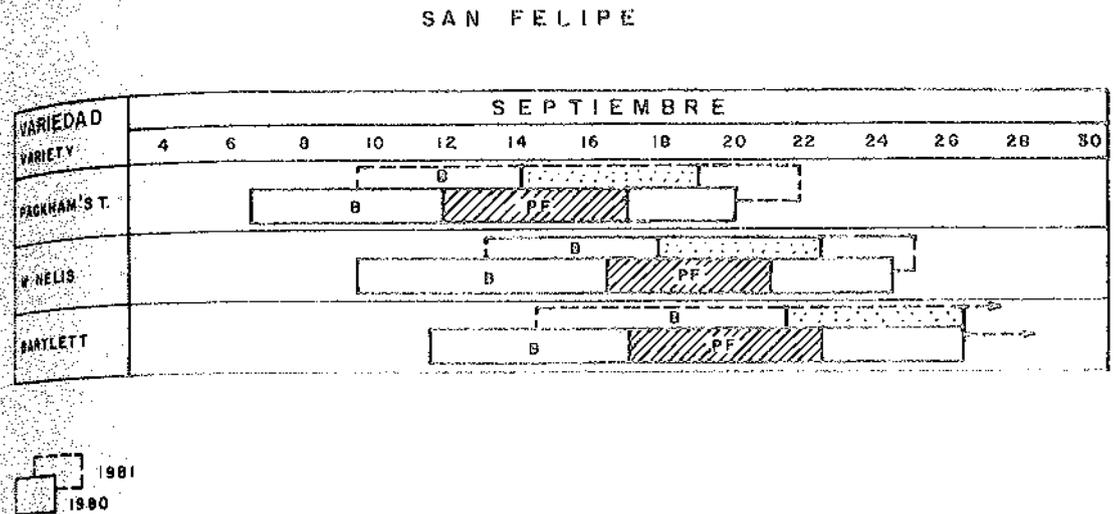


FIGURA 2
PERIODO DE FLORACION DE PERALES EN LA REGION METROPOLITANA

Bloom period of pears in the Metropolitan Region

B: plena floración basal. Full basal bloom
PF: plena floración. Full bloom

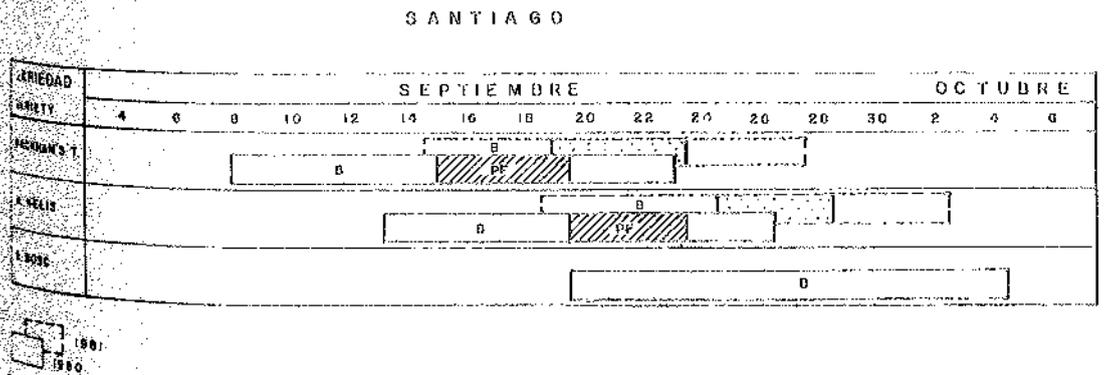
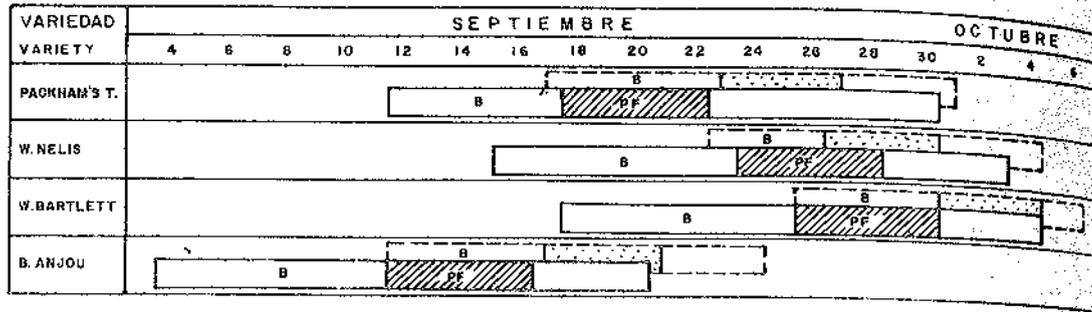


FIGURA 3
PERIODO DE FLORACION DE PERALES EN RANCAGUA, SEXTA REGION
Bloom period of pears in Rancagua, (VI Region)

B: Plena floración basal. Full basal bloom
PF: Plena floración. Full bloom

RANCAGUA



1981
1980

FIGURA 4
PERIODO DE FLORACION DE PERALES EN COYA, SEXTA REGION
Bloom period of pears in Coya (VI Region)

B: Plena floración basal. Full basal bloom
PF: Plena floración. Full bloom

COYA

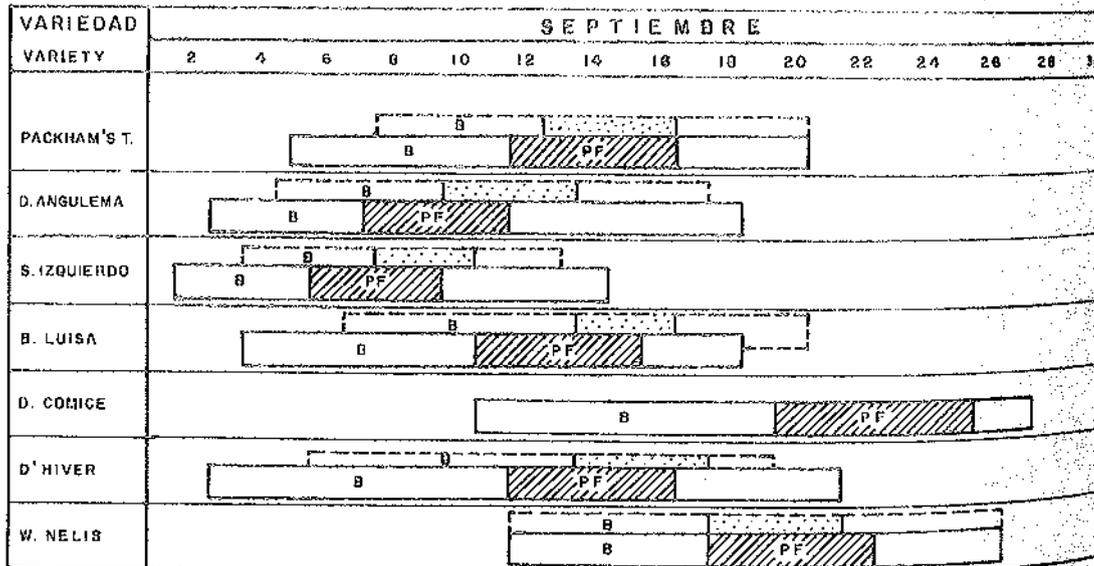
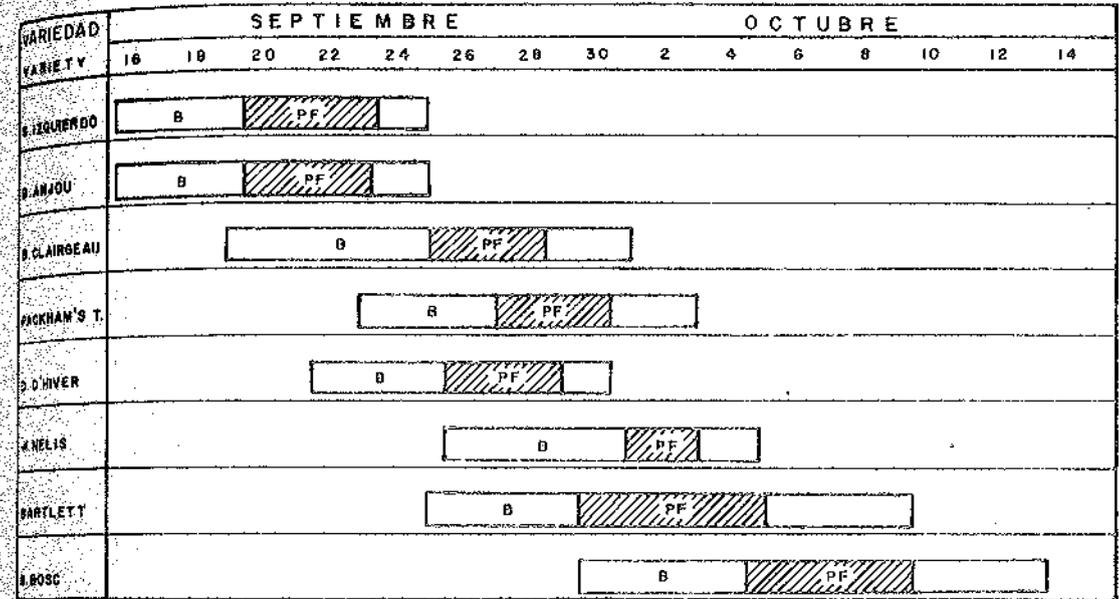


FIGURA 5
PERIODO DE FLORACION DE PERALES EN CURICO, SEPTIMA REGION, 1981
Bloom period of pears in Curicó (VII Region)

B: Plena floración basal. Full basal bloom
PF: Plena floración. Full bloom

CURICO



do el polinizante florece al mismo tiempo o ligeramente antes.

Las variedades polinizantes usadas en Chile no están cumpliendo con ese objetivo. Por otra parte, las primeras flores de W. Nelis se encuentran en anthesis en el momento adecuado para Packham's, pero son pocas, y es dable esperar polinización cruzada de una magnitud dependiente de la proporción de polinizante y de la actividad de insectos. Las abejas son de más importancia para Packham's que para cualquier otra variedad porque sus flores son poco visitadas (Langridge y Jenkins, 1972), posiblemente por el bajo contenido de azúcar de su néctar (van Zyl y Strydom, 1968). Este hecho no recibe la atención debida en la mayoría de los huertos visitados.

Se deduce, en consecuencia, que la polinización es un factor inadecuadamente manejado en Chile y explica en parte la baja fructificación de Packham's T.

ESTADO NUTRITIVO DE LOS ÁRBOLES

El estado nutritivo de los árboles Packham's Triumph en diversos huertos, durante dos años consecutivos, ha sido bastante inadecuado (Cuadro 1).

El nitrógeno es el problema principal: el 38,1% de las muestras foliares de 1980 resultó tener un nivel deficiente y un 52,4% un nivel bajo, mientras que un 69,8% fue deficiente en 1981. La deficiencia detectada coincidió con la debilidad generalizada que se apreció visualmente y el excesivo endardamiento con enveje-

CUADRO 1

ESTADO NUTRITIVO DEL PERAL PACKHAM'S TRIUMPH DETERMINADO POR ANALISIS FOLIAR (LABORATORIO ANALISIS FOLIAR, UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE)

Nutritional status of Packham's Triumph pear determined by leaf analysis

Nutrimiento Nutrient	Estado nutritivo Nutritional Status			
	Deficiente Deficient	Bajo Low	Adecuado Adequate	Alto High
Año 1981				
Porcentaje de muestras Percentage of Samples				
N	69,8	—	27,9	2,3
P	—	—	100,0	—
K	9,3	—	53,5	34,9
Mg	7,0	18,6	72,1	2,3
Microelementos	—	—	100,0	—
Año 1980				
Porcentaje de muestras Percentage of Samples				
N	38,1	52,4	9,5	—
P	—	—	100,0	—
K	—	71,4	28,6	—
Mg	—	47,6	52,4	—
Microelementos	—	—	100,0	—

cimiento de centros frutales. Tanto la mala fertilización como la mala poda corrientemente conducen a tal estado. De hecho, en Australia se ha encontrado que la variedad Packham's T. responde a mayores niveles de fertilización que otras variedades (Selimi y Keatley, 1970).

La debilidad general produce óvulos débiles que pueden fallar en la fecundación (Williams, 1965), dando como resultado una mala fructificación.

Otros elementos no se encontraron en niveles deficitarios, excepto el potasio o el magnesio en un bajo porcentaje de muestras. El boro, aunque no deficiente, en una buena cantidad de muestras se encontró en niveles mínimos de normalidad (25-35 ppm). Como su importan-

cia para la cuaja del peral es conocida (Batjer y Thompson, 1949), existiendo una demanda máxima en antesis (Huguet, 1975), cabe la posibilidad de que los huertos analizados la vean limitada por este factor, deduciéndose la necesidad de profundizar los estudios al respecto.

En consecuencia, la condición nutritiva, y el vigor de dardos y flores, aparece como un factor que está influyendo en la fructificación del peral en Chile.

ESTIMULACIÓN DE CUAJA

Efecto de 2, 4, 5-TP y ácido bórico: en un huerto de San Javier, con un porcentaje de cuaja algo inferior a lo normal para buen rendimiento, 19,5%, ni el ácido bórico ni el 2, 4, 5-TP asperjados antes de la floración la aumentaron significativamente (Cuadro 2). Sin embargo, la aplicación de ambos produjo un ostensible mejoramiento, llegándose a 34% lo que es ya muy buena fructificación.

CUADRO 2

FRUCTIFICACION DE PERAL PACKHAM'S TRIUMPH DESPUES DE ASPERSIONES CON 2, 4, 5-TP Y ACIDO BORICO

Fruit set in the Packham's Triumph pear following sprays with 2, 4, 5 TP and boric acid

Tratamiento Treatment	Fecha Date	Dosis (ppm)	(Frutos/100 dardos) (Fruits/100 clusters)
Testigo			19,5 a
Acido bórico	19/9/80	100	18,4 a
2, 4, 5-TP	5/9/80	6	24,3 a
Acido bórico	10/9/80	100	34,0 b
2, 4, 5-TP	5/9/80	6	34,0 b

El 2, 4, 5-TP ha sido muy beneficioso para perales Packham's en otros países, tanto en aspersiones de postcosecha como de preantesis (Strydom y van Zyl, 1966; Selimi, 1970). Su modo de acción no está claro, pero probablemente aumenta la capacidad de tirada de las

CUADRO 3

EFFECTO DEL ACIDO GIBERELICO EN LA PRODUCCION DE PERALES PACKHAM'S TRIUMPH SIN POLINIZACION CRUZADA

Effect of gibberellic acid on fruit production of Packham's Triumph pear without cross pollination

Tratamiento Treatment	Epoca Date (DDPF) ¹	Rendimiento		Frutos/árbol Fruits/tree	Peso del Fruto Fruit Weight (G)
		Kg/árbol	Ton/há.		
Testigo		7,92 a	4,00	27,6 a	280 a
Ac. giberélico (dos veces)	15 y 30	27,07 b	13,5	157,5 b	160 b
Ac. giberélico* (tres veces)	15, 30 y 45	30,02 b	15,0	162,8 b	190 b

¹DDPF: días después de plena flor. *Days after full bloom.*

*DOSIS: 50 ppm.

flores, característico de auxinas (Crane, 1969; Martin, 1975; van Zyl, 1981) y vigoriza la flor, ya que esta mayor cuaja está compuesta de frutos semillados. Es muy posible que otras condiciones de árbol, como su evidente falta de vigor, especialmente al interior de la copa, hagan inoperante un estímulo tan sutil como el ejercido por una auxina sintética. En árboles maduros Packham's una práctica necesaria para que exista buena cuaja es la poda, la cual reduce la competencia entre yemas y entre flores (van Zyl, 1981). Los árboles del estudio tenían, precisamente, una abundancia de lambridas, excesivas para una buena cuaja.

Lo mismo puede decirse de la acción del boro, aun cuando es requerido en la floración (Huguet, 1975; Batjer y Rogers, 1953). Los perales del huerto en estudio tenían un nivel foliar de boro en verano apenas sobre 30 ppm, lo que es normal globalmente, pero que suele ser pobre en el momento de floración, que es cuando el tejido floral más lo requiere. En esta condición, en EE. UU. se suele recomendar la aspersión con un borato (Washington State University, 1981).

La sola aplicación de ácido bórico no aumentó la cuaja, influenciado tal vez por los mismos factores discutidos anteriormente. Todo quedó corroborado con la promoción deri-

vada de la aplicación de 2, 4, 5-TP y de ácido bórico en los mismos árboles.

Efecto del ácido giberélico: En el huerto sin polinizante adecuado, la aplicación de 50 ppm de AG a los 15 y 30 DDPF aumentó espectacularmente la cuaja de frutos por árbol y el rendimiento (Cuadro 3), con un tamaño de frutos menor. El AG es un producto natural en el fruto poco después de floración (Gil, Martin y Griggs, 1972) y es capaz de inducir partenocarpia en perales (Gil, Griggs y Martin, 1972). Por lo tanto, no es de extrañar que haya estimulado el desarrollo de frutos Packham's T. en ausencia de polen compatible. Sin embargo, el hecho prueba que las flores tenían el potencial de producir frutos si se dieran las condiciones para ello.

Por otro lado, en un huerto tradicional con W. Nelis como polinizante (Cuadro 4), el AG aplicado 15 DDPF aumentó significativamente el rendimiento de 199 a 255 kg/árbol, un aumento de 25% que equivale a subir de 39,8 a 51 ton/ha. En este total hubo una cierta cantidad de frutos partenocárpicos chicos, lo que es otra prueba del potencial de desarrollo de las flores y de una insuficiente polinización. De hecho, se introdujo ramilletes florales de otra variedad en los árboles Packham's y la cuaja fue notablemente mayor cerca de ellos.

CUADRO 4
EFECTO DEL ACIDO GIBERELICO EN EL RENDIMIENTO
DEL PERAL PACKHAM'S TRIUMPH CON WINTER
NELIS COMO POLINIZANTE

*Effect of gibberellic acid on yield of Packham's Triumph
pears with Winter Nelis as pollenizer*

Tratamiento	Epoca (DDPF)	Dosis (ppm)	Rendimiento (Yield)	
Treatment	Date		Ton/há.	Kg/árbol
Testigo			39,8	199 a
Ac. giberélico (AG ₃)	15	50	51,0	255 b

DISCUSIÓN GENERAL

Las flores del peral Packham's T., aparentemente, son capaces de producir frutos en mayor proporción de lo común en algunos huertos chilenos si se dan las condiciones adecuadas para ello. Las fallas pueden deberse a la condición de los dardos, que son muy numerosos, viejos y deficientes en nitrógeno, y/o a una insuficiente y tardía polinización cruzada con W. Nelis o Bartlett. No está claro si, además, el boro está involucrado, pero los primeros así lo señalan.

Si bien es cierto que esos factores están influyendo, pueden darse interacciones entre ellos para un resultado diferente, todo además modificado por el clima. En efecto, se ha obtenido buena cuaja en algunos huertos de Packham's con W. Nelis como polinizante, aun cuando sea de floración más tardía. Ya se indicó anteriormente que esto podría ocurrir cuando la proporción de polinizante es elevada.

Otro factor que influye es el período efectivo de polinización (PEP), que es el período de tiempo desde antesis con estigma receptivo que resulta de la diferencia entre el período de viabilidad de óvulos y el de crecimiento del tubo polínico (Williams, 1966). Este período es largo en flores vigorosas con óvulos longevos (Williams, 1965) y en condiciones de alta temperatura por mayor velocidad de crecimiento del tubo polínico (Mellenthin, Wang y Wang, 1972).

El clima y la nutrición son tan importantes que si las condiciones son buenas puede producirse cierta autocompatibilidad en variedades en las que normalmente no existe (Griggs e Iwakiri, 1954; Williams, 1963; Lombard *et al.* 1972), e incluso partenocarpia (Griggs e Iwakiri, 1954).

Todas estas condiciones reducen la importancia de los polinizantes. Por el contrario, el clima frío, la debilidad de flores y la baja población de insectos polinizadores hacen necesaria no sólo la presencia de variedades polinizantes en adecuada proporción, sino que también la elección exacta de estas variedades.

Los resultados obtenidos y la información disponible permiten pensar que el mejoramiento de la fructificación de la variedad Packham's, cuando no haya daño por la enfermedad del tizón de la flor, que es importante en Chile (Latorre, 1981), debe comenzar por un manejo adecuado de la fertilización nitrogenada y de la poda para tener flores vigorosas con un largo PEP o frutos con poca necesidad de semillas, y poda de dardos para reducir competencia entre frutos (van Zyl, 1981). Esto debería ocurrir en los huertos que actualmente tienen W. Nelis o Bartlett como polinizante. Una segunda medida debería ser la introducción de variedades polinizantes de floración concurrente con Packham's, necesitándose en este caso una baja proporción. Finalmente, el boro aplicado foliarmente, podría en muchos casos

ser beneficioso, lo mismo que el 2, 4, 5-TP, pero esto requiere mayor estudio.

CONCLUSIONES

La variedad de peral Packham's Triumph es la principal en Chile, pero tiene problemas de fructificación. La nutrición, la poda y la polinización son factores preponderantes en la cuaja que no están bien manejados. La deficiencia de nitrógeno está muy difundida, y las variedades usadas como polinizantes, Winter Nelis y Bartlett, florecen más tarde que Packham's por lo que son ineficientes; en estas condiciones el AG estimula la fructificación y el 2, 4, 5-TP y boro la favorecen. Existen en el país variedades que comienzan a florecer pocos días antes que Packham's T. y otras contemporáneamente que podrían servir como polinizante. El aumento de rendimiento está supeditado al mejoramiento de los tres factores.

RESUMEN

La variedad de peral Packham's Triumph es la más importante en Chile, pero a menudo

presenta problemas de fructificación a pesar de florecer abundantemente. Ensayos realizados en algunos huertos demostraron que se puede aumentar producción con AG y con boro y 2, 4, 5-TP.

Durante dos años se observó el período de floración de diversas variedades en la zona de cultivo comprendida entre San Felipe (V Región) y Curicó (VII Región) y se determinó el estado nutritivo de los árboles por medio de análisis foliar. Se encontró una deficiencia ampliamente distribuida de nitrógeno (alrededor de 70% de casos) y que las variedades Winter Nelis y Bartlett, usadas como polinizante, florecen más tarde que Packham's Triumph.

La nutrición y la polinización parecen ser factores importantes en la mala fructificación de Packham's T. en Chile, que deben encararse a través de la poda y fertilización y de la selección de variedades de floración anterior o concurrente. Se dispone de diversas variedades en el país con esta característica.

LITERATURA CITADA

- ALVISE, F. 1980. *Problemi e prospettive economiche-commerciale delle pere*. Riv. Ortoflorofrutic. Ital. 64 (5): 357-383.
- BALLARD, J.K.; E.L. PROEBSTING and R.B. TUKEY. 1981. *Critical temperatures for blossom buds: Pears*. Wash. State Univ. Coop. Ext. Ser. Ext. Circ. 370.
- BATIER, L.P., and B.L. ROGERS. 1953. "Blossom blast" of pears: An incipient boron deficiency. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 57: 119-122.
- BATIER, L.P., and A.H. THOMPSON. *Boric acid spray and pear fruit set*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53: 141.
- GRAND, J.C. 1969. *The role of hormones in fruit set and development*. Hort. Science 4: 108-111.
- GIL, G.; W. GRIGGS and G. MARTIN. 1972. *Gibberellin induced parthenocarp in Winter Nelis pear*. Hort. Science 7 (6): 559-561.
- GIL, G.; G. MARTIN and W. GRIGGS. 1972. *Fruit set and development in the pear: extractable endogenous hormones in parthenocarpic and seeded fruits*. J. Am. Soc. Hort. Sci. 97 (6): 731-735.
- GIL, G. y R. GATTI. 1981. *El peral en Chile*. En "El Cultivo del Peral", Universidad Católica de Chile, Ed. G. Gil, pp. A1-A9.
- GRIGGS, W.H., and B.T. IWAKIRI. 1954. *Pollination and parthenocarp in the production of Bartlett pears in California*. Hilgardia 22 (19): 643-678.
- HUGUET, C. 1975. *La fertilisation des vergers de poiriers*. En la Poire. INUVFLEC, Paris: 57-70.
- LALATTA, F.; M. MARRO and S. SANSAVINI. 1978. *La fertilità nel melo o nel pero*. Riv. Ortoflorofrutic. Ital. 62 (4): 350-371.
- LANGRIDGE, D., and P. JENKINS. 1972. *A study on*

- pollination of Packham's Triumph pears.* Aust. J. Exp. Agr. An Hus. 12: 328-330.
- LATORRE, B. 1981. *El tizón de la flor.* En "El Cultivo del Peral", Seminario Universidad Católica de Chile, editado por G. Gil. pp. 11-14.
- LOMBARD, P.B.; R.R. WILLIAMS; K.G. STOTT and J.C. JEFFRIES. 1972. *Temperature effects on pollen tube growth in styles of William pear with a note on pollination deficiencies of Comice pear.* Compte Rendu Symp. Culture du Poirier. Angers (Sept.).
- MARTIN, G.C. 1975. *Sequential fruit tissue development and hormone interaccion.* Riv. Ortofrutic. Ital. 59 (4): 281-296.
- MELLENTHIN, W.M.; C.Y. WANG and S.Y. WANG. 1972. *Influence of temperature on pollen growth and initial fruit development in "d'Anjou" pear.* Hort. Science 7 (6).
- SELIMI, A. 1970. *Effect of 2, 4, 5-TP on setting and cropping of Packham's Triumph pear under Goulburn Valley conditions.* Austr. J. Exp. Agr. An. Husb. 10: 798-801.
- SELIMI, A., and J.C. KEATLEY. 1970. *Effect of soil management, pH, and fertilizers on Packham's Triumph and Josephine de Malines pears.* Aust. J. Exp. Agric. An Hus. 10: 218-223.
- SELIMI, A. 1971. *Effect of pollen exclusion by bagging limbs or caging trees of Packham's Triumph pears.* Aust. J. Exp. Agric. An. Husb. 11: 582-584.
- STRYDOM, D.K., and H.J. VAN ZYL. 1966. *The use of 2, 4, 5-TP sprays to increase the fruit set of Packham's pears.* Dec. Fr. Gr. 16: 102-103.
- VAN ZYL, H.J. 1972. *Poor bearing of Packham's Triumph pears.* Dec. Fr. Gr. 22: 273-274.
- VAN ZYL, H.J. 1981. *Increasing fruit set of Packham's Triumph pears.* Dec. Fr. Gr. 31: 302-310.
- VAN ZYL, H.J., and D.K. STRYDOM. 1968. *The problem of poor fruit set of Packham's Triumph pear trees.* Dec. Fr. Gr. 18: 121-123.
- WAUCHOPE, G.G. 1968. *Flowering and fruit set in the Packham's Triumph pear.* Aust. J. Exp. Agr. An. Hus. 8: 456-460.
- WASHINGTON STATE UNIVERSITY. 1981. *Spray guide for tree fruits in eastern Washington.* Coop. Ext. Col. Agric., Ext. Bul. 0419.
- WILLIAMS, R.R. 1963. *The effect of nitrogen on the self fruitfulness of certain varieties of cider apples.* J. Hort. Sci. 38: 52-60.
- WILLIAMS, R.R. 1965. *The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom.* J. Hort. Sci. 40: 31-41.
- WILLIAMS, R.R. 1966. *The effective pollination period for some apple and pear varieties.* Rep. Long Ashton Res. Stn. (1965): 136-138.
- WILLIAMS, R.R. 1970. *Factors affecting pollination in fruit trees.* En Luckwill and Cutting. Physiology of tree crops. Acad. Press. London and New York. 193-207.

Vol. 10, N° 1, 1982

MODELO MATEMATICO PARA DETERMINAR UN SISTEMA OPTIMO ECONOMICO DE CRIANZA DE TERNERAS DE REEMPLAZO

MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING AN OPTIMUM ECONOMICAL HEIFER CALF REARING SYSTEM

CAÑAS C.R., AGUILAR G.C., GONZALEZ S.P., GASMAN B.M.

Departamento de Zootecnia, Fac. Agr. Universidad Católica de Chile.

SUMMARY

Rearing heifer calves for replacements has to be optimum from the nutritional and economical standpoint. Taking this into account a computational model was developed. This considered the most relevant variables to the system, such as nutritional requirement, rumen development, daily weight gains and availability and prices of feedstuffs, thus an optimum rearing system can be determined for each particular situation.

This model is adequate for female replacements of 35 Kg birth weight weaned at minimum of 21 days of age. The model considers a maximum rearing period of 180 days when feed consumption and daily weight gains are maximal.

All rearing systems obtained with this model satisfied metabolic restrictions of the animal for the maximal daily weight gain at a minimum cost.

INTRODUCCION

La crianza de terneras de reemplazo tiene un costo variable que es de gran incidencia en el costo total de producción. Este costo debe ser disminuido aumentando la eficiencia y reduciendo el período improductivo del animal. Por lo tanto, se desea obtener las máximas ganancias de peso en el tiempo más corto posible.

Considerando lo anterior, se debe elegir entonces un sistema de crianza que permita obtener máximas ganancias de peso, pero que sea a la vez de mínimo costo, resultando así un sistema que dependerá básicamente del precio de los alimentos en el mercado.

Debido a la variabilidad en el precio de productos en el mercado, un sistema económi-

co para un productor puede diferir de otro en similares condiciones. Por ejemplo, cuando el precio de la leche es más bajo que el de los sustitutos lácteos, el sistema de crianza debería basarse en leche y si su precio sube en relación a los sustitutos el sistema debería elegir estos últimos.

El sistema de crianza que se desea establecer debe considerar que el ternero recién nacido por ser un no rumiante requiere de aminoácidos esenciales en su dieta. Y, a medida que el rumen se va desarrollando estos requerimientos van disminuyendo, puesto que van siendo sintetizados en él. Al mismo tiempo el requerimiento de otros nutrientes como energía metabolizable, Ca, P y proteína total varían de

acuerdo al peso y a las ganancias de peso del animal.

Trabajos nacionales como extranjeros han aportado con suficientes datos de requerimientos de nutrientes en terneros pre-rumiantes, así como también de los factores que afectan el desarrollo temprano del rumen, asociado al desarrollo económico (Craplet 1969; Espinoza 1979; Fleet 1979; González 1980).

La información disponible en relación a requerimientos nutritivos, desarrollo del rumen y precios de alimentos permitió desarrollar un modelo matemático para determinar el sistema óptimo económico de crianza de terneras de reemplazo.

MATERIALES Y METODOS

El modelo se desarrolló en lenguaje FORTRAN IV y se divide en dos componentes; el modelo biológico y el modelo matemático.

El modelo biológico incluye ecuaciones que determinan el requerimiento de cada aminoácido esencial, energía metabolizable, consumo de materia seca, Ca, P y Mg para terneros pre-rumiantes con diferentes ganancias de peso.

Para desarrollar este modelo se consideró que el ternero pre rumiante requiere de aminoácidos esenciales en su dieta. Y, a medida que el rumen se va desarrollando este requerimiento dietario va disminuyendo, porque los aminoácidos van siendo sintetizados en el rumen.

Por otra parte, el consumo de alimento sólido, el contenido de fibra de los alimentos y la cantidad y calidad de los ácidos volátiles (AGV) presentes en el rumen son los factores que afectan el desarrollo del rumen. Los AGV son el factor más difícil de relacionar con el desarrollo de rumen, porque su concentración y proporción en rumen depende de los alimentos incluidos en la ración (Baldwin 1979). Así, el consumo de fibra de los alimentos parece ser un buen método alternativo para predecir desarrollo de rumen. Además el consumo diario de fibra afecta el desarrollo del rumen por su efecto físico en el epitelio ruminal y regulando además la concentración y proporción de AGV.

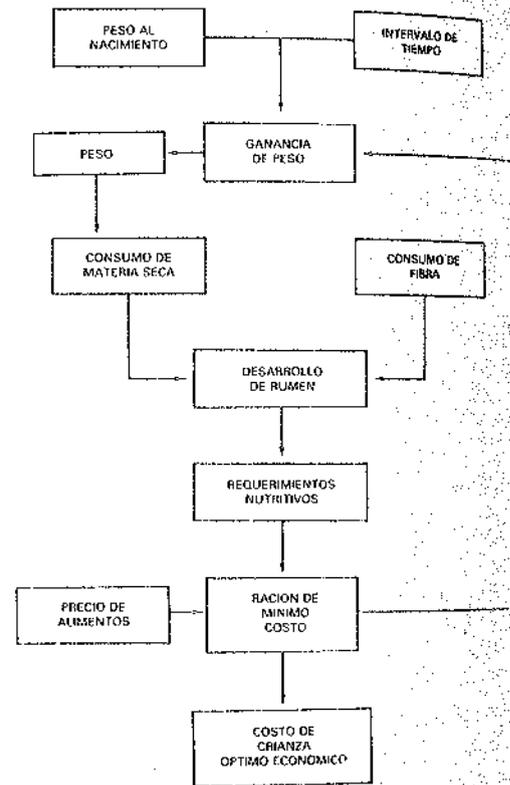
Por otra parte, los aminoácidos esenciales están en función del desarrollo del rumen y por

lo tanto, la ecuación que describe este desarrollo permite la estimación del requerimiento de aminoácidos esenciales y de proteína total.

El requerimiento nutritivo estimado por este modelo biológico se integra a un modelo matemático (submodelo de programación lineal), en donde los requerimientos nutritivos son restricciones al sistema para determinar la ración de mínimo costo (Figura 1).

Las variables incluidas en el modelo se ordenan de acuerdo a la clasificación de Naylor et al. (1966).

FIGURA 1
DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO
Model flow chart



VARIABLES ENDÓGENAS

a) *Ganancia de peso.* Las ganancias de peso de los animales en crecimiento depende de factores tales como, peso al nacimiento, edad, sexo, raza y consumo de alimentos entre otros (Nels 1955; Craplet 1969; Roy 1972).

Para determinar la tasa máxima de ganancia de peso de las terneras se adoptó la ecuación de Roy (1972). Esta ecuación predice el peso del

animal a diferentes edades en función del peso al nacimiento, edad y máxima tasa de ganancia de peso (Kg). Roy (1972) consideró una tasa de 1,0% de ganancia diaria desde el nacimiento hasta los 91 días y de 0,875% desde los 91 días en adelante.

$$G_t = \frac{P_i \times e^{Kt} - P_i}{t}$$

donde: Gp = Ganancia de peso (kg/día)
Pi = Peso inicial del animal (kg)
t = Edad en días
K = Tasa máxima de Ganancia (%).

b) *Energía.* El requerimiento energético se divide en dos demandas: mantención y producción. Ambos requerimientos están en función del peso y de la ganancia de peso. El requerimiento de mantención por día alcanza valores cercanos a 52 Kcal ED/kg peso (Roy 1972). El requerimiento de energía para producción fue estimado por Roy (1972) en 3,0 Mcal/kg Gp/día.

La utilización de energía metabolizable (EM) resulta ser un 90% de la ED en terneros pre-rumiantes. De acuerdo a estas estimaciones EM resulta ser:

$$EM (Kcal/día) = ((52 \times P) + (3000 \times Gp)) \times 0,90$$

donde, P = peso del animal (Kg).

c) *Proteína total.* Por propósitos de cálculo se consideró a las terneras como no rumiantes hasta los 180 kg de peso y de esta manera el consumo estará regulado en parte por el requerimiento de proteína. Se consideró que la materia seca era aportada solamente por la leche; de esta manera, conociendo el contenido de proteína de la leche, se puede determinar el requerimiento de proteína del animal.

Se desarrolló una ecuación de regresión lineal múltiple para diferentes pesos y ganancias de peso en base a los datos presentados por Roy (1972).

$$PROTOT (g/ día) = 2,7836 P + 151,73 P_i - 11,885$$

d) *Aminoácidos.* Los aminoácidos esenciales fueron determinados usando el mismo criterio que para proteína total.

Las ecuaciones de regresión obtenidas son las siguientes:

Histidina	= 0,00596 × P + 4,193 × Gp + 0,1327
Isoleucina	= 0,0217 × P + 14,22 × Gp + 0,4715
Arginina	= 0,0123 × P + 8,734 × Gp + 0,3024
Leucina	= 0,03429 × P + 24,16 × Gp + 0,8049
Lisina	= 0,0259 × P + 18,275 × Gp + 0,6158
Metionina	= 0,0096 × P + 6,126 × Gp + 0,1897
Fenilalanina	= 0,0174 × P + 0,1222 × Gp + 0,4011
Treonina	= 0,0154 × P + 10,732 × Gp + 0,3552
Triptófano	= 0,0051 × P + 3,5532 × Gp + 0,1154

e) *Minerales.* El requerimiento de Ca, P, Mg fue obtenido de ARC (1968) (Tabla 1). La ecuación desarrollada es:

$$Req. Mineral (g/día) = ((P \times Gpc_m) + (P \times Gpc_m + em))/EU$$

en donde, Gpc_m = concentración mineral en la ganancia de peso.

em = excreción mineral

EU = eficiencia de utilización.

f) *Fibra cruda.* El consumo de fibra cruda estimula el desarrollo de retículo rumen, tanto en tamaño como en peso. Por lo tanto, la ternera requiere consumir alimento con contenido de fibra adecuado (Church 1974).

También la dieta debe suministrar el máximo nivel de fibra que no vaya a afectar la ganancia diaria de peso. Desde el nacimiento hasta los 35 días, el máximo nivel no debería sobrepasar un 11% de la materia seca de la ración; entre los 35 y 75 días un 14% (García y González 1980) y un 18% después de los 75 días (Kang y Leibholz 1972; Leibholz 1975).

La materia seca de la dieta también debería suplir un máximo de 5% de fibra durante los primeros 35 días de vida, para asegurar la iniciación del desarrollo de rumen; un 8% entre los 35 y 70 días (Roy 1972) y 12% de los 70 días en adelante.

TABLA 1

CONCENTRACION MINERAL EN LA GANANCIA DE PESO, EXCRECION Y EFICIENCIA DE UTILIZACION EN TERNERAS DE DIFERENTES PESOS

Mineral concentration in weight gain, excretion and utilization efficiency in heifer calves at different body weights

	Peso corporal (kg) Body weight (kg)					
	Bajo 100 kg Below 100 kg			Entre 100-200 kg Between 100-200 kg		
	Ca	P	Mg	Ca	P	Mg
Concentración mineral en la ganancia de peso (g)	15,7	9,6	0,385	14,6	8,7	0,385
Excreción (g/kg/día)	0,016	1,0	0,003	0,016	2,4	0,003
Eficiencia de utilización (%)	90	90	75	55	84	40

La información anteriormente mencionada permitió estimar el requerimiento de fibra cruda. Las ecuaciones de requerimiento mínimo y máximo de fibra son las siguientes:

$$F. \text{ min} = \text{CMSDS} \times \% \text{ FC min}$$

$$F. \text{ max} = \text{CMSDS} \times \% \text{ FC max}$$

donde, CMSDS es el consumo de materia seca proveniente de la dieta sólida y % FC es el porcentaje de fibra requerida en la ración.

g) *Materia seca*. El consumo de materia seca (CMS) está directamente relacionado con el peso corporal.

Roy (1972) propuso una curva para consumo máximo de materia seca en función del peso. El modelo determina CMS a partir de la curva de Roy, es decir:

$$\text{CMS} = 0,6387 + 0,03539 \times P$$

h) *Desarrollo de rumen*. Bascuñán (1978) desarrolló una ecuación que relaciona el desarrollo de rumen (DR) con el peso corporal.

$$\text{DR} (\%) = 106 - 18,532 \times e^{-0,3149 P}$$

El grado de desarrollo de rumen fue correlacionado con el consumo de fibra usando la ecuación de Bascuñán junto con datos sobre consumo de fibra obtenidos por Mc Niven (1978).

La ecuación de regresión desarrollada es la siguiente:

$$\text{DR} (\%) = 102 - 107,05014 \times e^{-0,0095 \text{ FC}}$$

siendo FC el consumo de fibra cruda, expresada en g/P^{0,75}

VARIABLES EXÓGENAS

Las variables exógenas son entradas del programa y se dividen en:

- a) peso al nacimiento o peso inicial de la ternera (Pi);
- b) alimentos disponibles y sus precios;
- c) número y largo de los períodos (número de días que se desea suministrar la misma dieta).

RESTRICCIONES DEL MODELO

Este modelo sólo puede ser utilizado para terneras de reemplazo de lecherías, especialmente de la raza Holando Americana, de la cual los parámetros incluidos en el programa son característicos. Además, este modelo no sería adecuado para terneros machos destinados a animales de carne puesto que los métodos de crianza basados en máximas ganancias de peso no son necesariamente de máxima utilidad para el productor.

El modelo considera un peso mínimo al nacimiento de 35 kg (para que se cumpla la función de consumo de MS) correspondiendo la crianza al período entre el nacimiento y los 180 días, y el destete sólo puede producirse a partir de los 21 días de vida, como ha sido establecido en la literatura (Valenzuela 1980). Los requerimientos nutritivos sólo son válidos cuando existe máximo consumo de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSION

VALIDACION DEL MODELO

Se midió la precisión con la cual el modelo predice los requerimientos nutritivos. Las estimaciones realizadas por el programa para energía, proteína y materia seca fueron comparadas con las recomendaciones entregadas por el National Research Council (NRC, 1978). Con respecto a ganancia de peso, los valores fueron comparados con los resultados obtenidos por Valenzuela (1980).

Las estimaciones de proteína y materia seca muestran una desviación de 10 y 15% respectivamente en relación a las recomendaciones de NRC (Figuras 2 y 3). Los valores de energía muestran una sobreestimación de 16,3%, pero que no representa mayor problema, puesto que de todas maneras cumple con los requerimientos del animal (Figura 4).

Se encontró una mínima desviación (5,4%) en ganancia de peso entre los valores del programa y Valenzuela (1980).

De acuerdo a lo anteriormente señalado se puede considerar este modelo validado pues entrega requerimientos consistentes con la bibliografía.

EjemPlo de Aplicación

El modelo fue usado para computar dos diferentes situaciones de disponibilidad de dieta líquida. La situación A simula un grupo de productores que tienen sólo leche como dieta líquida. La otra situación, B, simula otro grupo de productores que pueden preservar calostro como sustituto lácteo con un costo de \$ 2,0/lit. de calostro preservado.

Se escogió 4 productores en cada situación

FIGURA 2
COMPARACION DE VALORES DE PROTEINA ESTIMADOS POR EL MODELO Y LOS DESCRITOS POR NRC (1978).

Comparison between protein requirement values estimated by the model and described by NRC (1978)

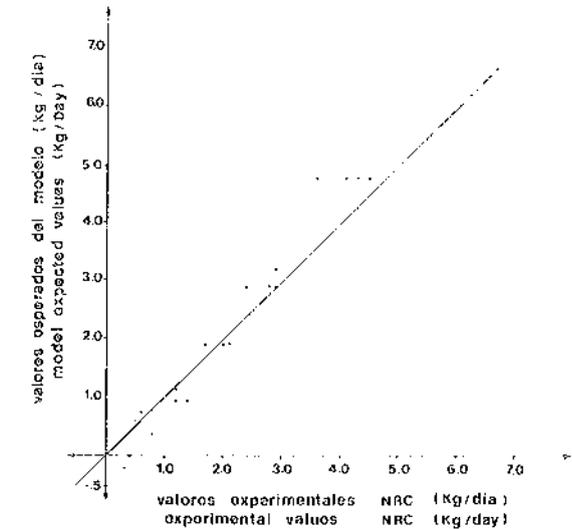
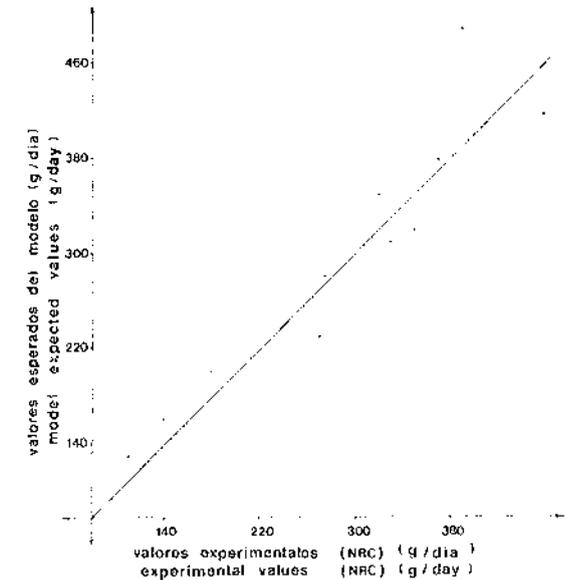


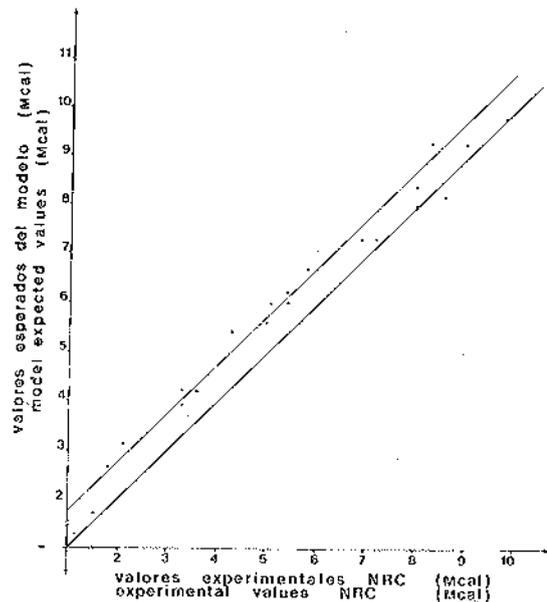
FIGURA 3
COMPARACION DE VALORES DE CONSUMO DE MATERIA SECA ESTIMADOS POR EL MODELO Y DESCRITOS POR NRC (1978).

Comparison between dry matter consumption values estimated by the model and those described by NRC (1978)

FIGURA 4

COMPARACION DE VALORES DE ENERGIA ESTIMADOS POR EL MODELO Y DESCRITOS POR NRC (1978).

Comparison of energy values estimated by the model and described by NRC (1978)



que diferían en el precio de la leche: a) \$ 1.0/l.; b) \$ 1.5/l.; c) \$ 2.0/l., y d) \$ 3.0/l.

El peso al nacimiento de las terneras fue fijado en 40 kg y el largo del intervalo para suministrar la misma ración fue de 21 días, hasta los 126 días de crianza. Así se generaron los 6 períodos siguientes: 0-21 días, 21-42 días, 43-63 días, 63-84 días, 84-105 días y 105-126 días.

El precio y las restricciones en el uso de los diferentes alimentos utilizados en el modelo son los usuales para crianza de terneras alimentadas en base a raciones completas (Tabla 2).

Los requerimientos de las terneras calculados por el modelo se muestra en la Tabla 3.

Tomando en consideración los requerimientos y los diferentes precios de la leche, cuatro raciones fueron generadas en la situación A, en la cual la leche era la única dieta líquida. La distribución de las dietas se muestra en la Tabla 4, observándose en esta tabla que a medida que

el precio de la leche sube, haciéndose cada vez más restrictiva, el destete se debe producir más temprano. Al precio más alto de la leche las terneras serán destetadas a los 21 días de edad.

Cuando el precio de la leche es superior a \$ 3.0/litro, el modelo va a generar raciones con composición similar a la generada en el caso d (\$ 3.0/l.).

El consumo de materia seca de la dieta sólida durante la semana pre-destete fue de 217.7 g/día, similar a lo encontrado por García y González (1980) y Valenzuela (1980). Esto estaría indicando que el modelo está considerando la capacidad del ternero para ser destetado a los 21 días de edad.

Los valores de la Tabla 4 muestran una tendencia a un mayor aporte de concentrado a medida que el precio de la leche aumenta. Esto se debe a que el precio de la leche se hace restrictivo y el modelo debe cumplir el requerimiento animal, por lo tanto aumenta el nivel de aporte de concentrado. El costo de crianza refleja esta situación (Tabla 5).

El costo por kg de materia seca muestra la misma tendencia anterior (Tabla 6). A medida que se aumenta el precio de la leche, también aumenta el costo por kg de materia seca, especialmente en los primeros 42 días de vida. Sin embargo, el costo por kg de materia seca consumida disminuye a través de los períodos en todos los casos. Esta situación se puede explicar si se analiza el desarrollo de rumen para diferentes alternativas de dieta líquida (Figura 5).

La Figura 5 indica que el modelo genera un desarrollo de rumen más precoz cuando el precio de la leche aumenta debido a un consumo más temprano de dieta sólida y a un menor costo/kg de MS y por ende de proteína y energía.

Cuando se incluye calostro como sustituto lácteo, el modelo genera las dietas que se indican en la Tabla 7. Sólo en el caso a, correspondiente al precio más bajo de leche, el calostro no es incluido en la dieta. Más aún, en el caso b la leche solamente fue incluida en el cuarto período (63-84 ds), debido a la restricción en el consumo de calostro a un máximo de 70 lts., considerando que las vacas producen esta cantidad como promedio de 11 ordeñas (García y González 1980).

TABLA 2

COMPOSICION NUTRITIVA Y PRECIO DE LOS DISTINTOS ALIMENTOS INCLUIDOS EN EL MODELO

Nutritive composition and price of the different feedstuffs included in the model

	ALIMENTOS								
	Calostro	Leche	Heno de Alfalfa	Maiz	Harina de Pescado	Afrechillo de Trigo	Afrecho de Raps	Afrecho de Maravilla	Harina de Huesos
MS	15,9	13,0	89,86	88,0	92,0	89,0	91,2	90,0	93,6
PC	32,4	3,3	14,81	8,0	65,0	14,8	36,0	35,4	26,0
FC	—	—	28,18	0,29	1,0	10,0	12,6	19,10	1,0
EM	4220	680	1820	3366	2490	1256	1760	1760	724
Ag	0,47	0,12	1,05	0,52	2,7	1,07	2,05	3,5	—
As	0,21	0,059	0,30	0,19	1,8	0,3	0,98	1,0	—
Li	0,60	0,26	0,96	0,22	5,9	0,6	2,1	1,7	—
Tr	0,55	0,15	0,60	0,34	2,6	0,48	1,58	1,5	—
Tr	0,19	0,05	0,36	0,09	0,5	0,30	0,44	0,5	—
Met	0,12	0,087	0,46	0,17	2,0	0,20	0,70	0,5	—
So	0,45	0,64	0,73	0,37	3,3	0,60	1,36	2,1	—
Val	0,62	0,69	0,75	0,47	3,4	0,70	1,78	2,3	—
Lev	0,82	1,08	1,18	1,0	3,8	0,90	2,50	2,6	—
Fe	0,39	0,56	0,86	0,44	2,0	0,57	1,40	2,2	—
Ca	0,9	0,12	1,47	0,01	4,5	0,14	0,66	0,4	23,05
P	0,40	0,11	0,24	0,25	2,7	1,17	1,04	1,0	10,22
Mg	0,10	0,13	0,29	0,15	0,1	0,55	0,51	0,75	0,24
Precio (\$/kg)	—	—	2,8	7,3	15,77	3,9	8,35	10,5	11,0

*Kcal/kg

TABLA 3

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LAS TERNERAS A TRAVES DE LOS PERIODOS

Nutritive values of heifer calves at different periods

Nutriente (g/día)	Períodos (ds)					
	0-21	21-42	42-63	63-84	84-105	105-126
Materia seca	888,4	1119,3	1618,9	2146,5	2797,0	3600,3
Proteína total	153,7	210,2	262,0	362,0	405,2	502,6
EM (Kcal/día)	2829,43	3811,06	4701,63	5800,3	7155,68	8827,81
Ca	5,2	9,0	11,1	13,7	11,9	20,8
P	4,3	6,6	7,9	9,5	11,4	13,8
Mg	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1
Fibra (min)	44,4	59,6	145,7	193,2	355,7	432,0
Fibra (max)	97,7	131,0	226,7	300,5	503,5	648,0

T A B L A 4
COMPOSICION DE LAS DIETAS A DIFERENTES PRECIOS DE LECHE
Rations composition at different milk prices

Períodos	Cantidad de Alimento (Kg MS/día/animal)							
	Precio de la leche (\$/lt)							
	1.0		1.5		2.0		3.0	
Leche	Con. (a)	Leche	Con. (b)	Leche	Con. (c)	Leche	Con. (d)	
0-21	3,43	0,273	3,32	0,298	3,32	0,298	3,32	0,298
21-42	4,27	0,467	1,95	1,052	1,54	1,113	—	1,341
42-63	5,69	0,529	1,22	1,639	0,42	1,759	—	1,822
63-84	7,00	0,679	0,31	2,364	—	2,410	—	2,411
84-105	7,96	1,160	—	3,135	—	3,135	—	3,136
105-126	9,68	1,490	—	4,44	—	—	—	4,029

(a): Afrecho de trigo y heno alfalfa en 1°, 2° y 3° período, heno alfalfa en 5° y 6° período.

(b): Afrecho de trigo y harina de hueso en 1°, 2° y 3° período; heno alfalfa, afrecho de trigo y harina de hueso en 5 y 6° período.

(c): Afrecho de trigo y heno alfalfa en 1° período; afrecho de trigo, harina de hueso y maíz en 2°, 3°, 4° y 5° período.

(d): Afrecho de trigo, heno alfalfa en 1° período; afrecho de trigo, harina de trigo, harina de hueso, maíz y harina de pescado en 2° y 3° período; afrecho de trigo, harina de hueso y maíz en 4° período. Afrecho de trigo, harina de hueso y heno de alfalfa en 5° y 6° período.

T A B L A 5
COSTO DE CRIANZA DE DIFERENTES SISTEMAS
Cost of different rearing systems

Alternativa de dieta líquida	Costo de crianza (\$) Rearing cost (\$)			
	Precio de la leche (\$)			
	1,0	1,5	2,0	3,0
Situación A	6472,7	7378,9	—	8260,5
Situación B	6472,7 ¹	7132,55 ²	7132,55 ²	7132,55 ²

¹Sólo leche más concentrado.

²Sólo calostro más concentrado.

T A B L A 6
COSTO POR kg DE MATERIA SECA DE LAS DIFERENTES DIETAS
Cost per kg dry matter for the different diets

Períodos (ds)	Costo/Kg MS (\$)					
	Situation A				Situation B	
	1,0	1,5	2,0	3,0	1,0	1,5-3,0
0-21	6,28	8,54	10,90	15,67	6,28	7,78
21-42	5,99	6,04	6,79	7,16	5,99	5,30
42-63	5,93	5,22	5,49	5,56	5,93	4,82
63-84	5,86	4,66	4,70	4,70	5,86	4,66
84-105	5,39	4,34	4,34	4,34	5,39	4,34
105-126	5,33	4,13	4,13	4,13	5,33	4,13

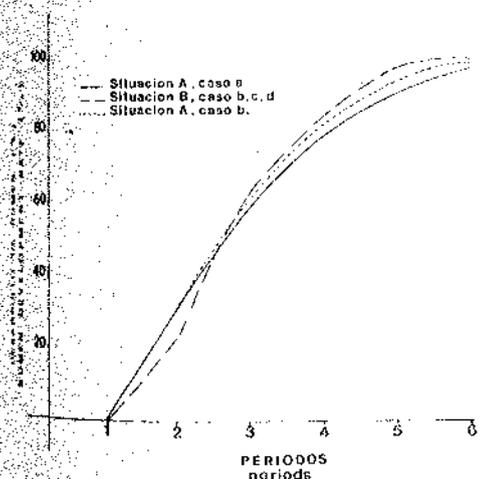
T A B L A 7
COMPOSICION DE LAS DIETAS PARA DIFERENTES PRECIOS DE LECHE
AL INCLUIR CALOSTRO COMO SUSTITUTO LACTEO

Ration composition at different milk prices when sour colostrum is included as milk replacer

Períodos (ds)	Cantidad de dieta predicha (kg/día) Quantity of predicted diets (kg/day)											
	Precio de la leche (\$/lt.)											
	1,0			1,5			2,0			3,0		
Leche	Cal ¹	Con ²	Leche	Cal	Con	Leche	Cal	Con	Leche	Cal	Con	
0-21	3,34	—	0,273	—	2,11	0,275	—	2,11	0,275	—	2,11	0,275
21-42	4,27	—	0,467	—	0,99	1,149	—	0,99	1,149	—	0,99	1,149
42-63	5,69	—	0,529	—	0,77	1,669	—	0,77	1,669	—	0,77	1,669
63-84	7,00	—	0,679	0,31	—	2,364	—	—	2,410	—	—	2,410
84-105	7,96	—	1,160	—	—	3,136	—	—	3,136	—	—	3,136
105-126	9,68	—	1,490	—	—	4,029	—	—	4,029	—	—	4,029

¹Calostro.
²Concentrado.

FIGURA 5
DESARROLLO DE RUMEN A DIFERENTES PRECIOS DE LECHE
Rumen development at different milk prices



CONCLUSIONES

El precio de la leche en el mercado es el factor que más incide en el costo de crianza de terneras y la edad del destete está estrechamente relacionada con este precio.

El calostro no tiene demanda comercial en nuestro país, por lo tanto, su precio se considera más bajo que la leche, produciendo reducción en el costo de la dieta cuando se incluye en raciones de terneras.

Este modelo es un método rápido y eficiente para determinar el sistema óptimo económico de crianza de terneras de reemplazo.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1968. *Necesidades nutritivas de los animales domésticos*. N° 2 Rumiantes. España.
- BALDWIN, R.R. 1979. *Rumen development model*. Symposium realizado en el Departamento de Zootecnia. Fac. de Agronomía Universidad de Chile.
- BASCUÑÁN, J. 1978. *Determinación del sistema de crianza de animales de reposición en el hato lechero a través de un modelo de simulación*. Informe de Avance Proyecto DIUC 210/78.
- CHURCH, D.C. 1974. *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*. Vol. 1. Editorial Acribia, España.
- CRAPLET, C. 1969. *El Ternero*. Edición Gea, Barcelona.
- ESPINOZA, N. 1978. *Utilización de calostro fermentado y suero seco de queso en la dieta líquida de terneros lactantes bajo un sistema de destete temprano*. Tesis. Facultad de CC.PP. y Med. Vet. Universidad de Chile.
- GARCÍA G., F. y F. GONZÁLEZ M. 1980. *Avances en nutrición y alimentación de terneros*. Monografías de Medicina Veterinaria. Depto. Ciencias Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile. Vol: 2; 7-30.
- KANG, H.S., and J. LEIBHOLZ. 1975. *The roughage requirement of the early-weaned calf*. J. Animal Prod. 16: 195-203.
- LEIBHOLZ, J. 1975. *Ground roughage in the diet of early-weaned calf*. J. Animal Prod. 10: 93-100.
- MC NIVEN, V. 1978. *Efecto de tres sistemas de crianza en base a calostro y suero seco de queso hasta los 42 días sobre el comportamiento de terneras hasta los 120 días de edad*. Tesis. Facultad de CC. y Med. Vet. Universidad de Chile.
- N.R.C. 1978. *Nutrients Requirements of domestic animals, N° 3. Nutrients Requirement of Dairy Cattle*. National Research Council. Washington, D.C.
- NAYLOR, T.H., BALINTFY, J.L., BURDICK, D.S. and CHU, K. 1966. *Computer simulation techniques*. John Wiley and Sons, New York.
- ROY, J.H.B. 1972 a. *The calf*. Vol. 1 Iliffe Books London.
- ROY, J.H.B. 1972 b. *The calf*. Vol. 2 Iliffe Books London.
- VALENZUELA, X. 1980. *Efecto del destete a diferentes edades usando igual dieta líquida en el comportamiento de terneros neonatos*. Tesis. Facultad de CC.PP. y Medicina Veterinaria. Universidad de Chile.

REGULACION DE LA FORMA DE MANZANAS TIPO DELICIOUS CON GIBERELINA Y CITOCININA¹

REGULATION OF DELICIOUS TYPE APPLE SHAPE WITH GIBBERELLIN AND CYTOKININ

GONZALO F. GIL y CARLOS H. CRISOSTO

Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile¹

SUMMARY

Delicious apple varieties produce fruit of poor shape in many Chilean orchards. Experiments were done to evaluate the effectiveness of AGBA — a mixture of gibberellins A₄ and A₇ and benzyladenine — to increase acceptable and typey fruits in Starkrimson and Richard in the Metropolitan Región, and in Starking in the Seventh Región. Spraying trees at 25 ppm a.i. from anthesis to petal fall of central flowers improved fruit shape but reduced fruit size and weight. These results corresponded to the position of flowers in the cluster and the stage of development at the time of AGBA spraying: all flowers at anthesis were promoted to produce typey fruits, and to a lesser degree also centrals at petal fall. Reduced fruit weight resulted from sprays at pre-anthesis stages.

Under short bloom conditions one spray at beginning of petal fall was adequate for most fruits. An earlier spray at king flower anthesis gave better fruit shape but required the elimination of laterals to avoid poor size.

Under uneven and prolonged blooming conditions spraying at any time resulted in reduced mean fruit weight because of the always present pre-anthesis floral stages. Good results in fruit shape with a minimal loss of weight can be achieved by careful selection of spray time and selective fruit thinning. A method based on records of floral stages in clusters of different development is proposed to determine the best spraying date.

INTRODUCCION

La manzana Delicious típica deseable en el mercado se caracteriza por ser alargada y poseer lóbulos calicinales pronunciados (Greenhalgh y Godley, 1975). Esta forma puede variar por el clima (Shaw, 1914; McKenzie, 1971) y por diversos otros factores (Westwood y Blaney, 1963).

Las hormonas juegan un papel importante en el desarrollo inicial del fruto, habiéndose

identificado las giberelinas A₄ y A₇ (Dennis y Nitsch, 1966) y citocininas (Goldacre y Bottomley, 1959; Letham y Bollard, 1961). Las giberelinas aplicadas exógenamente en floración inducen una elongación del fruto sin afectar los lóbulos, mientras que las citocininas estimulan el desarrollo de ellos; la mezcla de ambas substancias ha resultado más efectiva (Stembridge y Morrell, 1969; Williams y Stahly, 1969; Greenhalgh, Godley y Menzies,

¹Realizado con aportes de Coopefrut y Laboratorio Astorga.

Fecha Recepción: 27 de agosto de 1982.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 308/82.

1977). Estos trabajos y los de Unrath (1974) indican que una aplicación es suficiente, pero en algunos casos de desuniformidad de floración ha sido necesario una segunda (Stembridge y Morrell, 1969).

La manzana tipo Delicious chilena presenta, en promedio, una forma pobre (Gil y Crisosto, 1982). Por consiguiente, se realizó un estudio para evaluar la efectividad de una mezcla de giberelina y citocinina en huertos chilenos, tanto en casos de uniformidad como de desuniformidad de floración. Se estudió también la respuesta de flores de dos posiciones en la inflorescencia.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se efectuó en dos años. En el primero se trabajó en dos huertos, uno en Pirque (Región Metropolitana) con las variedades Richard y Starkrimson, y otro en Curicó (Séptima Región) con Starking. Una mezcla de giberelina A₄ y A₇ con benciladenina (AGBA)* se asperjó en dosis de 25 y 50 ppm de i.a. de cada uno de los componentes cuando el máximo de flores centrales de las inflorescencias se encontraba en antesis; como comparación se asperjó agua y se dejó, también, un control sin tratamiento. Los tratamientos se repitieron cuatro veces en bloques completos al azar.

En el segundo año se trabajó en Pirque con la variedad Richard con 25 ppm de i.a. de AGBA. Un ensayo consistió en asperjar AGBA a flores centrales de inflorescencias de igual estado de desarrollo, previa eliminación de las laterales, en tres oportunidades: botón rosado, antesis, y comienzo de caída de pétalos. Lo mismo se hizo con flores laterales, previa eliminación de centrales, a un mínimo de 50 inflorescencias.

Otro ensayo consistió en asperjar AGBA a inflorescencias intactas de similar desarrollo, eliminándose las muy avanzadas o atrasadas, en cuatro fechas:

- 1° de octubre (80% de flores centrales y 20% de laterales en antesis);
- 6 de octubre (comienzo caída de pétalos);

*AGBA, ingrediente activo del producto comercial Pomalin, proporcionado por Laboratorio Astorga.

- 10 de octubre (todas las centrales sin pétalos), y
- 14 de octubre (sólo 5% de laterales en antesis).

Finalmente, se evaluó el efecto de aspersiones repetidas en ramas con inflorescencias desuniformes, en las siguientes fechas de octubre:

- el 1° (40% de flores centrales abiertas) y el 10 (sólo el 20% final de centrales abiertas);
- el 6 (comienzo caída de pétalos en 40% de inflorescencias y antesis central en otro 40%) y el 10;
- el 6, y el 14 (último 20% de centrales en caída de pétalos).

Cada ensayo tuvo su propio control sin tratamiento y se realizó en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los resultados de los dos años se obtuvieron en la cosecha por medición de la longitud de los frutos (L), su diámetro máximo (D), se determinó la razón L/D, y se distribuyó en cuatro categorías en forma desde 1 (la menos típica) a 4 (la más típica), según han descrito Greenhalgh y Godley (1976), y han usado Gil y Crisosto (1982).

RESULTADOS

Efecto en inflorescencias desuniformes

Esta situación es la más común en huertos chilenos, pues se encuentran en el mismo árbol y al mismo tiempo inflorescencias tanto sin pétalos como en botón floral chico. Cuando el AGBA se aplicó una sola vez a 25 o a 50 ppm al iniciarse la caída de pétalos de manzanos Richard y Starkrimson en Pirque (Cuadro 1) la fruta resultó más alargada en promedio (L/D) y más típica (categorías 4 y 3). Sin embargo, el tamaño medio se vio adversamente afectado, especialmente por la dosis más alta, con un importante incremento de los calibres bajos (Figura 1). En Curicó (Cuadro 2) se observó algo similar en Starking, aunque la razón L/D no mejoró, y no disminuyó sensiblemente el tamaño. En este lugar la floración fue más uniforme y se practicó un raleo más intensivo y selectivo que en Pirque.

En el año siguiente, las aspersiones dobles efectuadas el 6 y 10 de octubre o el 6 y 14 incrementaron la proporción de fruta típica.

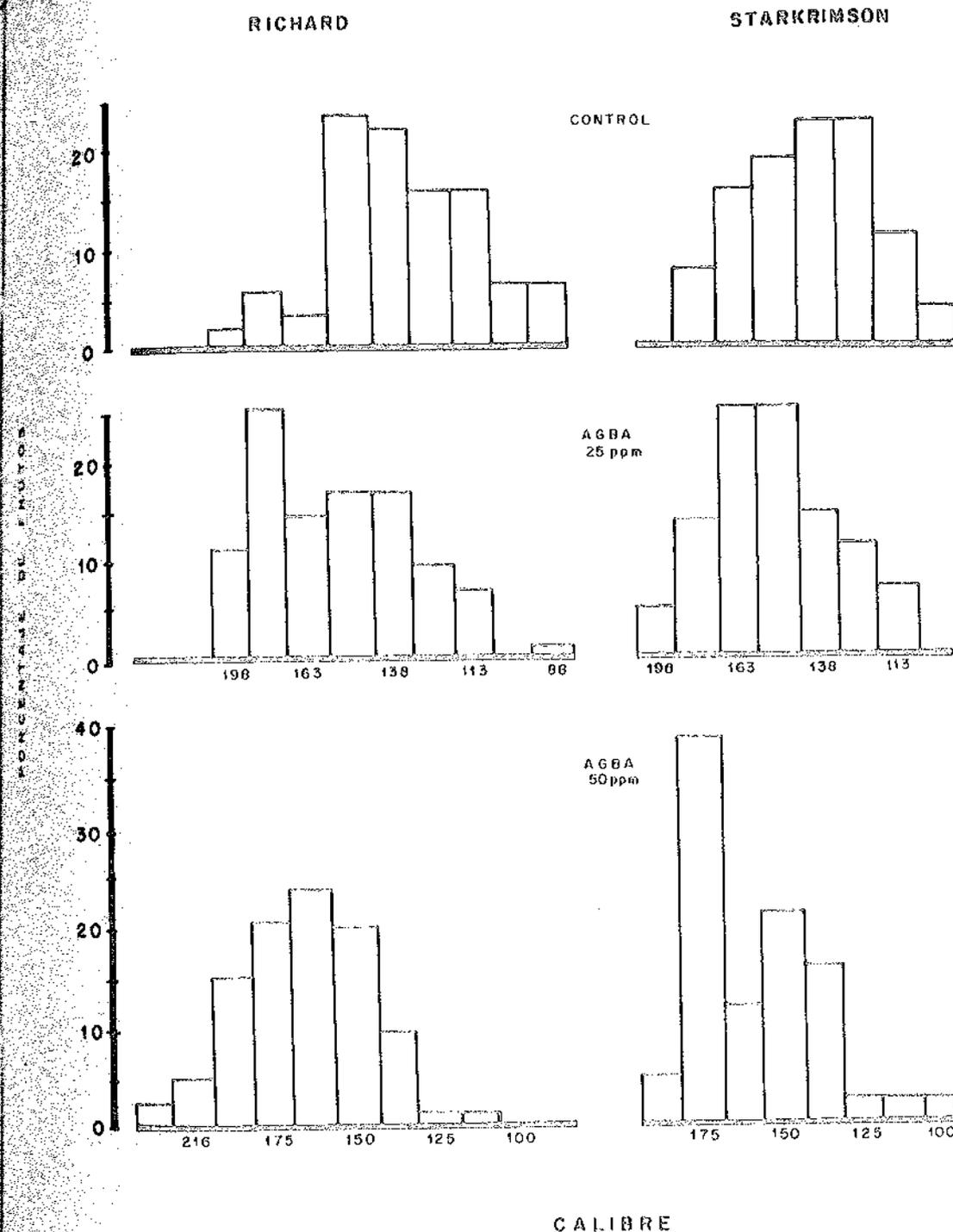


FIGURA 1
EFFECTO DE UNA ASPERSION DE AGBA EN EL PERIODO DE FLORACION EN LA DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL CALIBRE DE MANZANAS. PIRQUE

Effect of one spray with AGBA at bloom on distribution of apple sizes at harvest

CUADRO 1

EFECTO DE AGBA EN LA FORMA Y EN EL TAMAÑO DE MANZANAS. PIRQUE 1978-79

Effect of AGBA on apple fruit shape and size

Variedad Variety	Tratamiento Treatment	Relación L/D	Categoría de Forma Shape class		Diámetro Fruta Fruit Diameter (cm)
			4	3 + 4 (% Fruta)	
Richard	Control	0.94 a	7.71 a	31.22 a	7.20 a
	Agua	0.91 a	2.70 a	32.40 a	6.97 a
	AG + BA 25 ppm	0.98 b	37.72 c	77.65 b	6.36 b
	AG + BA 50 ppm	0.99 b	23.43 b	71.94 b	6.05 c
Starkrimson	Control	0.84 a	0.00 a	33.33 ab	6.88 ab
	Agua	0.82 a	0.00 a	26.67 a	7.12 a
	AGBA 25 ppm	0.94 b	20.35 b	48.63 bc	6.58 bc
	AGBA 50 ppm	0.97 b	19.99 b	58.26 c	6.30 c

Para cada variedad, las medidas de una misma columna seguidas de la misma letra no son diferentes al 5%
Categoría 4: típica forma Delicious.- *Class 4: Typical shape.*

Categoría 3: segunda calidad en forma típica.- *Class 3: Acceptable shape.*

¹AGBA: Giberelina + benciladenina.

L/D: Longitud/diámetro *Length/diameter*

Categoría 4: fruta típica. *Class 4: typical fruit.*

CUADRO 2

EFECTO DE AGBA EN LA FORMA DE MANZANAS STARKING DELICIOUS. CURICO 1978-79

Effect of AGBA on fruit shape of Starking Delicious apples

Tratamiento Treatment	L/D	Categoría de Forma Shape class		Diámetro Diameter
		Categ. 4	Categ. 3 + 4	
Control	0,93 a	0,00 a	11,50 a	6,56 a
Agua	0,94 ab	1,04 a	18,22 a	6,53 a
AGBA 25 ppm	0,96 bc	11,28 b	64,28 b	6,53 a
AGBA 50 ppm	0,96 c	10,55 b	61,55 b	6,45 a

Las medidas de una columna seguidas de la misma letra no son diferentes entre sí al 5%

pero no las más tempranas del 1º y 10 de octubre (Cuadro 3). Estos resultados no fueron mejores que los obtenidos con una sola aspersión el año anterior. Todos los tratamientos redujeron el peso final promedio de los frutos.

Efecto de inflorescencias uniformes

Esta situación corresponde a la mayor uniformidad de floración posible de obtener, puesto que las flores de una misma ubicación

CUADRO 3

EFECTO DE DOS APLICACIONES DE AGBA A INFLORESCENCIAS INTACTAS Y DESUNIFORMES EN LOS FRUTOS DE MANZANO RICHARD DELICIOUS

Effect of two sprays with AGBA to uneven inflorescences on fruits of Richard Delicious apples

Epoca Time	Peso Weight (g)	L/D	Tipismo Typiness	
			Categ. 4 Class (% frutos)	Categ. 4 + 3 Class
Control	120,0 a	0,96a	0,0 b	37,0 b
1 y 10/10	107,0 b	0,95 a	0,9 b	15,0 c
6 y 10/10	104,3 b	1,01 a	9,8 a	48,8 a
6 y 14/10	88,5 c	0,98 a	5,8 a	45,8 a

en el ramillete se encuentran en un mismo estado de desarrollo y la única variación proviene de la diferencia entre flores del ramillete, las centrales adelantadas con respecto a las laterales.

Globalmente, la mejor forma promedio se obtuvo con la aspersión de AGBA el 1º de octubre, cuando un 80% de las flores centrales y un 25% de laterales se encontraban en antesis (Cuadro 4). Sin embargo, el peso de los frutos fue menor. La aspersión del 6 de octubre, con

casi todas las flores centrales iniciando caída de pétalos y un 90% de laterales en antesis, produjo un resultado similar en la forma de frutos, pero sin afectar el peso.

Efecto de flores centrales y laterales de la inflorescencia

La respuesta en forma de fruto de las diversas flores de una inflorescencia fue algo diferente (Cuadro 5).

CUADRO 4

FORMA Y PESO DE MANZANAS RICHARD DELICIOUS PROVENIENTES DE INFLORESCENCIAS UNIFORMES INTACTAS TRATADAS CON AGBA

Fruit shape and weight of Richard Delicious apples from intact uniform inflorescences treated with AGBA

Fecha Date	Tratamiento Treatment		Peso Weight (g)	L/D	Categoría Fruta Class		Promedio Mean
	Antesis				4 (% fruta)	3 + 4 (% fruta)	
	Central	Lateral					
Control			133,9 a	0,97 b	0,0 b	16,0 bc	2,1 b
1/10	80%	20%	106,4 b	1,03 a	21,0 a	75,0 a	3,0 a
6	-	90%	121,7 ab	1,00 a	15,0 a	32,6 b	2,4 ab
10	-	20%	115,3 ab	0,97 b	0,0 b	34,4 b	2,3 ab
14	-	-	108,7 b	0,94 c	0,0 b	8,1 c	1,9 b

CUADRO 5

EFECTO DE AGBA APLICADO A FLORES CENTRALES O LATERALES EN LA FORMA Y PESO DE MANZANAS RICHARD DELICIOUS

Effect of AGBA applied to central or lateral flowers on fruit shape and weight of Richard Delicious apples

Fecha Date	Estado Stage	Peso Weight (g)	L/D	Categoría de Forma Shape Class		Promedio de categoría Class mean
				4 (% fruta)	3 + 4 (% fruta)	
Flores centrales						
—	Control	136,2 a	0,95 b	1,3 c	10,7 c	1,93 c
26/9	Botón rosado	116,8 b	0,98 ab	17,5 b	54,7 b	2,57 b
1/10	Antesis	129,7 ab	1,02 a	51,3 a	89,7 a	3,31 a
8/10	Caída pétalos	123,0 ab	0,95 b	18,2 b	43,0 b	2,59 b
Flores Laterales						
—	Control	112,3 a	0,91 b	0,0 b	3,1 c	1,73 b
1/10	Botón rosado	94,5 b	0,99 a	26,4 a	75,5 a	2,75 a
7/10	Antesis	109,0 a	0,96 a	15,7 a	50,1 a	2,57 a
11/10	Caída pétalos	98,7 ab	0,92 b	0,0 b	13,8 b	1,89 b

Las flores centrales tratadas con AGBA a 25 ppm en los estados de botón rosado, antesis, y caída de pétalos, produjeron más fruta típica—categoría 4— que las testigo (más de 17% vs 1,3%). El estado más sensible fue el de antesis, que produjo 51,3% de frutos típicos y que fue el único que aumentó la razón L/D.

Las flores laterales, por su parte, sólo respondieron cuando fueron asperjadas en los estados de botón rosado y antesis, aumentando la fruta típica de cero a 15% y la aceptable de 3,1% a 50,1%

Las flores centrales produjeron frutas más grandes que las laterales, pero el AGBA redujo el peso de ellas cuando se asperjó a ambos tipos de flores al estado de botón rosado.

DISCUSION

En general, el AGBA confirmó su efecto positivo sobre la forma de la fruta como había sido informado anteriormente (Stembridge y Morrell, 1969; Williams y Stahly, 1969; Unrath, 1974). La magnitud de la respuesta varió

con el año y con el grado de desuniformidad de floración. El tamaño promedio de frutos (diámetro y peso) fue generalmente deprimido por el AGBA. Tanto la menor respuesta en mejoramiento de la forma como la mayor reducción del tamaño se asociaron a condiciones de desuniformidad de floración—conurrencia de estados florales desde botón verde y chico hasta fruto formado.

Los ensayos con flores o con inflorescencias seleccionadas y uniformadas (Cuadros 4 y 5) permiten interpretar los hechos. Cualquier flor en antesis es estimulada por AGBA a producir frutas alargadas, pero las centrales poseen un rango más amplio de receptividad (tres estados fenológicos versus dos de las laterales). Por otra parte, todas las flores al estado de botón responden negativamente en crecimiento total del fruto. Los resultados en el campo, donde se encuentran varios estados fenológicos de las dos ubicaciones de flor al mismo tipo, son consecuencia de las cantidades de cada uno de ellos en el momento de la aspersión. Efectivamente, cuando se uniformaron inflorescencias

(Cuadro 4), se obtuvo mejor forma sin afectar el peso de frutos, cuando se asperjó AGBA al estado de flores centrales en caída de pétalos y laterales en antesis (plena flor). Esta sería la práctica recomendable, conservadoramente, en huertos de floración compacta y uniforme, en concordancia con recomendaciones hechas anteriormente* (Unrath, 1974). De este modo no es trascendental la técnica del raleo o se puede, incluso, dejar más de un fruto por dardo. En los huertos donde se practica un raleo de frutos dejando sólo el central de un racimo conviene adelantar la aspersión al momento de la antesis de flores centrales; se obtiene una forma más típica y se elimina los frutos que bajarían el calibre por provenir de laterales tratadas como botón.

El manzano, normalmente, presenta una cierta desuniformidad en la floración dada por el estado de desarrollo, vigor, y ubicación de la forma mixta (Lalatta, Marro y Sansavini, 1978). La experiencia y los ensayos aquí presentados han mostrado que la floración es muy desuniforme en Chile y, más aún, de grado variable según el año, localidad, y huerto. Se encuentra, por lo tanto, una cierta proporción de todos los estados de desarrollo floral al mismo tiempo, estados que pueden ser receptivos o no al estímulo de forma, y sensibles o no a la depresión del crecimiento del fruto. Es por ello que una aplicación de AGBA, y más aún si se repite, produce poco efecto en la forma promedio y bastante en el peso, denotando una alta proporción de botones florales al momento de la aspersión. Este hecho no hace aconsejable hacer dos aplicaciones, pareciendo mejor una, si se determina muy precisamente la fecha apropiada.

Para determinar el momento más adecuado debe describirse diariamente la floración en un número representativo de árboles desde el inicio de antesis. Las inflorescencias pueden clasificarse en tres o más estados de avance, determinándose la proporción de cada uno de ellos, e indicándose separadamente el estado de flores centrales y laterales. Esto forma un cuadro que permite visualizar en qué momento hay más flores que reaccionen positivamente en forma de frutos y menos flores que lo hagan

negativamente en peso. En las condiciones de un año en Pirque, para Richard, la situación se resume en el Cuadro 6, con inflorescencias avanzadas (40%), medias (40%) y atrasadas (20%). El día 1° de octubre había demasiadas flores inadecuadas para el parámetro peso y, por lo tanto, no es una buena fecha para aplicar AGBA. El día 6, el 80% más avanzado de las flores centrales estaba en estado propicio además del 40% de laterales, cifras que cambiaron el día 10 a 60% y 40% pero de inflorescencias más tardías. En consecuencia, tanto por proporción como por calidad de flores, el día 6 se dieron las mejores condiciones para aplicar AGBA.

La práctica del raleo efectuada con conocimiento del tratamiento floral con AGBA debe

CUADRO 6

ESTADO DE LA FLORACION DE MANZANOS RICHARD DELICIOUS EN DIFERENTES FECHAS EN PIRQUE

Flowering stage of Richard Delicious apples at different dates in Pirque

Fecha Date	Flores Flowers	Inflorescencias		
		Avanzadas Advanced 40%	Medias Medium 40%	Atrasadas Late 20%
1/10	Centrales	A	B	b
	Laterales	B	b	b
6	Centrales	CP	A	B
	Laterales	A	B	b
10	Centrales	sp	CP	A
	Laterales	cp	A	B
14	Centrales	f	sp	CP
	Laterales	sp	cp	A

Estados sensibles para forma. -Sensitive states for shape

A: antesis, el mejor. -Anthesis, the best

B: botón rosado -pink flower

CP: caída pétalos -petal fall

Estados insensibles: b: botón chico, cp: caída pétalos, sp: sin pétalos, f: fruto.

Insensitive states: b: prepink, cp: petal fall, sp: without petals, f: fruit.

eliminar aquellos frutos atrasados, especialmente laterales, que fueron afectados negativamente, para un resultado óptimo. Esto pudo comprobarse en Curicó, a la vez que en Pirque, donde no fue lo suficientemente selectivo, incluso la mejor fecha determinada del día 6/10 dio un peso promedio de frutos final inferior por la proporción de botones florales presentes.

A pesar de que en el extranjero se ha llegado a dosis de 50 ppm sin causar efectos negativos (Stembridge y Morrell, 1969; Unrath, 1974), la experiencia de estos resultados aconseja no sobrepasar 25 ppm.

CONCLUSIONES

La mezcla comercial de giberelina y citocinina en dosis de 25 ppm de cada uno promueve el desarrollo de manzanas con forma típica Delicious de tamaño normal cuando se asperja

LITERATURA CITADA

- DENNIS, F.G. and J.P. NITSCH. 1966. *Identification of gibberellins A₄ y A₇ in immature apple seeds*. Nature 211: 781-782.
- GIL, G. y C. CRISOSTO. 1982. *Forma de la manzana Delicious en algunos huertos chilenos*. Cienc. Inv. Agr. 9 (2): 95-101.
- GOLDACRE, P.L. and W. BOTTOMLEY. 1959. *A kinin in apple fruitlets*. Nature 184: 555-556.
- GREENHALGH, W.J. and G.L. GODLEY. 1976. *Studies of fruit shape in apples*. Aust. J. Exp. Agr. An. Husb. 16: 592-595.
- _____ and R. MENZIES. 1977. *Studies of fruit shape in apples: response to gibberellin and cytokinin sprays*. Aust. J. Exp. Agr. An. Husb. 17: 505-509.
- LALATTA, F., M. MARRO y S. SANSAVINI. 1978. *La fertilità nel melo e nel pero*. Riv. Ortoflorofrut. Ital. 62 (4): 350-371.
- LETHAM, D.S. and E.G. BOLLARD. 1961. *Stimulants of cell division in developing fruits*. Nature 191: 1119-1120.
- MCKENZIE, D.W. 1971. *A survey of shape variation in some New Zealand apples*. N.Z. J. Agr. Res. 14: 491-498.
- SHAW, J.L. 1914. *A study of variation in apples*. Mass. Agr. Exp. Sta. Bull. 149, p. 29.
- STEMBRIDGE, G.E. and G. MORRELL. 1969. *Effect of gibberellins and 6-benzyladenine on the shape and fruit set of Delicious apples*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 464-467.
- UNRATH, C.R. 1974. *The commercial implication of gibberellin A₄ A₇ plus benzyladenine for improving shape and yield of Delicious apples*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 381-384.
- WESTWOOD, M.N. and L.T. BLANEY. 1963. *Non-climatic factors affecting shape of apple fruit*. Nature 200: 802-803.
- WILLIAMS, M.W. and E.A. STAHLY. 1969. *Effect of cytokinins and gibberellins on shape of Delicious apple fruits*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 17-19.

sobre flores centrales en antesis, o en menor grado en caída de pétalos, y sobre laterales en antesis. El tratamiento a botones florales produce fruta de menor calidad o peso.

En el huerto, el resultado en ambos parámetros depende de la proporción de los diversos estados florales. Cuando el período de floración es concentrado, una aspersión al iniciarse la caída de pétalos de flores centrales y antesis de laterales produce el efecto deseado en todos los frutos. Una aspersión en la antesis de flores centrales mejora aún más la forma, pero se requiere la eliminación de frutos laterales.

En condiciones de floración desuniforme y prolongada no es conveniente hacer dos aspersiones de AGBA. Para que una sola aspersión sea efectiva para forma de frutos, con un mínimo de detrimento en calibre, ella debe efectuarse cuando el mayor número de las flores deseables se encuentren en estado adecuado, lo que se puede determinar por un registro diario de la floración.

POLINIZACION Y FRUCTIFICACION DE PERALES PACKHAM'S TRIUMPH, BEURRE D'ANJOU Y SALVADOR IZQUIERDO¹

POLLINATION AND FRUIT SET OF PACKHAM'S TRIUMPH, BEURRE D'ANJOU, AND SALVADOR IZQUIERDO PEARS

GONZALO F. GIL, RICCARDO GATTI S., CARLOS CRISOSTO G., Y ALVARO SANHUEZA V.

Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile

SUMMARY

The Packham's Triumph pear is an autoincompatible variety that produces seeded fruits with pollen from most varieties whose bloom period is relatively coincident. It is highly incompatible only with Salvador Izquierdo. Flowers from the basal half of the inflorescences on spurs are more fruitful than the terminals or than any flower of inflorescences on one year old twigs.

Beurré d' Anjou is self-fruitful, partly pathenocarpic, and self compatible, and is also compatible with Duchesse d'Anguleme, S. Izquierdo and Packham's Triumph.

Salvador Izquierdo is self-fruitful, parthenocarpic, and of low self-fertility. Fertility is also low with Packham's Triumph pollen but is higher, though not complete, with pollen from B. d'Anjou and D. d'Anguleme.

INTRODUCCION

La polinización es uno de los aspectos más importantes en la fructificación de perales. La mayor parte de las variedades requiere de polinización cruzada con polen de variedades de floración contemporánea o más avanzada, y hay algunas combinaciones incompatibles (Lalatta, Marro y Sansavini, 1978).

La principal variedad cultivada en Chile, Packham's Triumph, que es prácticamente autoestéril (Wauchope, 1968; Selimi, 1971), muestra problemas de fructificación atribuidos en parte a polinización inadecuada con las variedades Bartlett o Winter Nelis, de floración más tardía (Gil, Gatti y Crisosto, 1983), puesto que deben fructificar sus primeras flores para una buena producción final (Wauchope, 1968).

La variedad Beurré d'Anjou es interesante para la exportación (Gil y Gatti, 1982). No existe un buen conocimiento de las características de fructificación en Chile, la cual es variable entre huertos y años; en el extranjero se ha señalado que es autofructífera (Stephen, 1958) o que necesita de polinización cruzada (Westwood y Grim, 1962).

Salvador Izquierdo es una variedad de antigua data en Chile, no muy difundida, pero de gran duración en almacenaje refrigerado, cualidad que la hace muy interesante. Su fructificación es errática y muy poco conocida.

Por consiguiente, se efectuó un estudio para conocer la fructificación de las tres variedades al ser polinizadas por variedades de floración contemporánea existentes en Chile.

¹Trabajo realizado con la colaboración de la Cooperativa Frutícola de Curicó.
Fecha Recepción: 9 de septiembre de 1982.

MATERIALES Y METODOS

Un ensayo preliminar se efectuó en Packham's Triumph en Pirque (Región Metropolitana) en 1980, con polen de Beurré d'Anjou, Buena Luisa de Avranches, Packham's Triumph y Salvador Izquierdo. Al año siguiente se estudió la fructificación de flores basales y terminales de la inflorescencia, previa eliminación de la mitad que correspondía, con polen de Bartlett, B. Anjou, B. Luisa, Doyenné d'hiver, Duquesa de Angulema, Winter Nelis, y Salvador Izquierdo. El experimento se efectuó en parcelas divididas con cinco repeticiones.

Otro ensayo se efectuó en flores basales y terminales de inflorescencias ubicadas lateralmente en ramillas de un año con polen de D. d'hiver y W. Nelis.

También se estudió la polinización en un huerto de Los Niches (Séptima Región), en inflorescencias de dardos, con las mismas variedades de polen, excepto W. Nelis que fue substituido por Beurré Clairgeau, en un ensayo con bloques completos al azar.

La fructificación de B. d'Anjou y S. Izquierdo fue estudiada en un huerto de El Trapiche (Séptima Región). El polen usado correspondió a las mismas dos variedades y a D. Angulema y Packham's T. En B. d'Anjou, pero no en S. Izquierdo, se separó las inflorescencias en flores basales y terminales (parcelas) y el polen conformó la subparcela.

El polen se obtuvo de flores a punto de abrirse, las cuales se mantuvieron bajo lámparas de 60W hasta la dehiscencia de anteras y se guardó en tubos de ensayo a 2°C. Las pruebas de germinación se llevaron a cabo en un medio de agar 1%, sacarosa 10%, ácido bórico 0,02% y nitrato de calcio 0,03% por períodos de 6 a 15 horas.

Las inflorescencias al estado de botones florales fueron cubiertas en grupos mínimos de 30, con bolsas de muselina, y definitivamente descubiertas una vez finalizado el período de polinización. Cuando se inició la antesis se comenzó a polinizar con una varilla de vidrio impregnada del polen correspondiente, con la cual se tocaba los estigmas. Esta operación se efectuó día por medio y cada flor fue repasada en la segunda oportunidad.

La cantidad de frutos se contó en varias

ocasiones entre postfloración y cosecha, la fructificación se expresó como frutos por 100 inflorescencias tratadas. El número de semillas se determinó en los frutos cosechados.

RESULTADOS Y DISCUSION

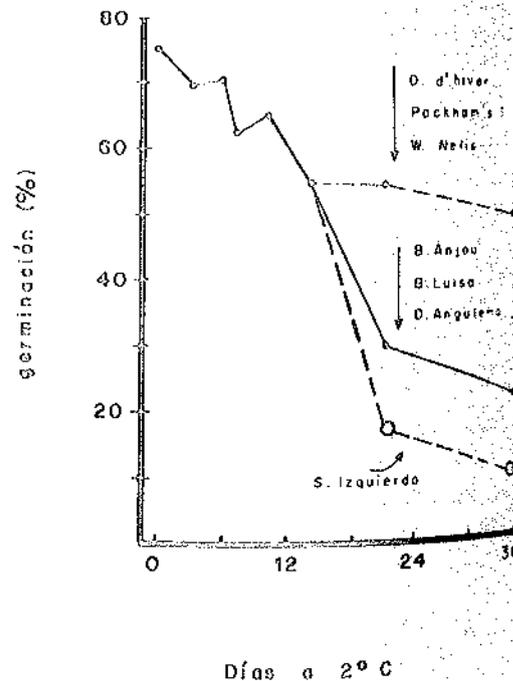
VIABILIDAD DEL POLEN

El polen de todas las variedades usado en los ensayos tuvo buena germinación inicial, la que ocurrió hasta 12 días de almacenaje a 2°C; a los 15 días declinó levemente (Fig. 1). Posteriormente, después de 36 días en frío, tres variedades —D. d'hiver, Packham's T., y W. Nelis— mantenían esa misma capacidad, en tanto que B. Anjou, B. Luisa y D. Angulema bajaron a la mitad y S. Izquierdo a un quinto.

Todas las polinizaciones se efectuaron en el período de mayor capacidad germinativa, lo que aseguró su eficiencia, del mismo modo que

FIGURA 1

GERMINACION DEL POLEN DE DIVERSAS VARIETADES DE PERAL EN RELACION AL PERIODO DE ALMACENAJE REFRIGERADO
Pollen germination of several pear varieties in relation to cold storage time



se ha hecho en otros estudios (Marcucci y Razzini, 1980).

POLINIZACION DE PACKHAM'S TRIUMPH

Posición de flores: Las flores basales de la inflorescencia en dardos fueron más fructíferas que las terminales desde poco después de floración (Fig. 2), en una proporción aproximada de 100:60, confirmando lo sucedido en Australia (Wauchope, 1968).

La fructificación inicial fue muy alta, estableciéndose desde ya la diferencia entre flores de la inflorescencia. Después, la caída de frutos fue abundante hasta el mes de noviembre.

En las ramillas de un año no hubo diferencia entre flores, las que resultaron tan poco fructíferas como las terminales de dardos por una gran caída de frutos; esta caída sería conse-

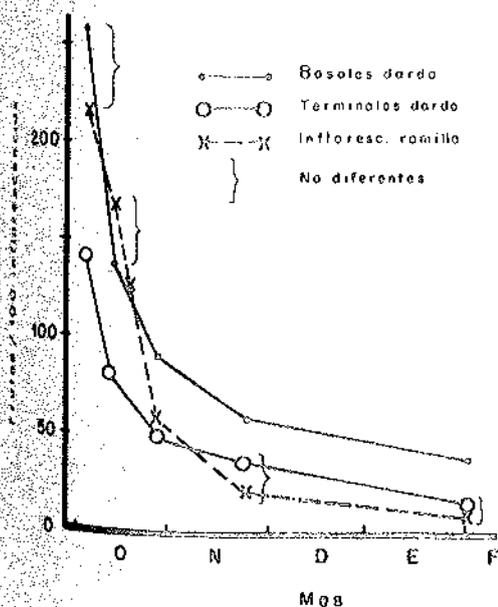
cuencia de la fuerte competencia por parte de los ápices vegetativos cercanos que se encuentran en plena actividad en ese momento (van Zyl, 1981). Las yemas de esas ramillas, además, inician más tardíamente la diferenciación floral, lo que probablemente afecta su desarrollo, especialmente la última parte de la secuencia (pistilo) que toma normalmente un largo tiempo (Baldini, 1971). Los frutos de ese origen resultaron de calidad inferior, con forma más irregular y con piel ruginosa. Este hábito es característico de árboles muy nuevos, explicándose así la pobre fructificación en ellos a pesar de la floración abundante a muy temprana edad.

Varietal polinizante y fructificación: En el ensayo preliminar del primer año, Packham's T., no fructificó con su propio polen, lo que también ocurrió en el huerto industrial que no tenía suficientes polinizantes en concordancia con la información existente (Wauchope, 1968; Selimi, 1971; van Zyl, 1972). Tampoco lo hizo con polen S. Izquierdo, pero sí con B. d'Anjou, B. Luisa y D. d'hiver*.

FIGURA 2

EVOLUCION DE LA FRUCTIFICACION EN RACIMOS DE DARDOS Y RAMILLAS DEL PERAL PACKHAM'S TRIUMPH (MEDIA DE VARIETADES POLINIZANTES; EN RAMILLA LA POSICION DE FLORES NO SIGNIFICATIVA)

Evolution of fruit set in clusters on spurs and twigs in the Packham's Triumph pear (Mean of pollenizers; on twigs, flower position not significant)



Los trabajos del segundo año en dos localidades (Fig. 3) comprobaron que la compatibilidad con polen de S. Izquierdo es bajísima, obteniéndose sólo cinco frutos por 100 dardos, sin semillas o con muy pocas (Cuadro 1); en suma, existe prácticamente esterilidad cruzada. En cambio, con polen de todas las demás variedades investigadas, Packham's Triumph tuvo una alta fructificación final (media 47% en Pirque y 115% en Los Niches) y con gran fertilidad. La amplia compatibilidad de Packham's ha sido indicada en Sudáfrica por van Zyl y Strydom (1968).

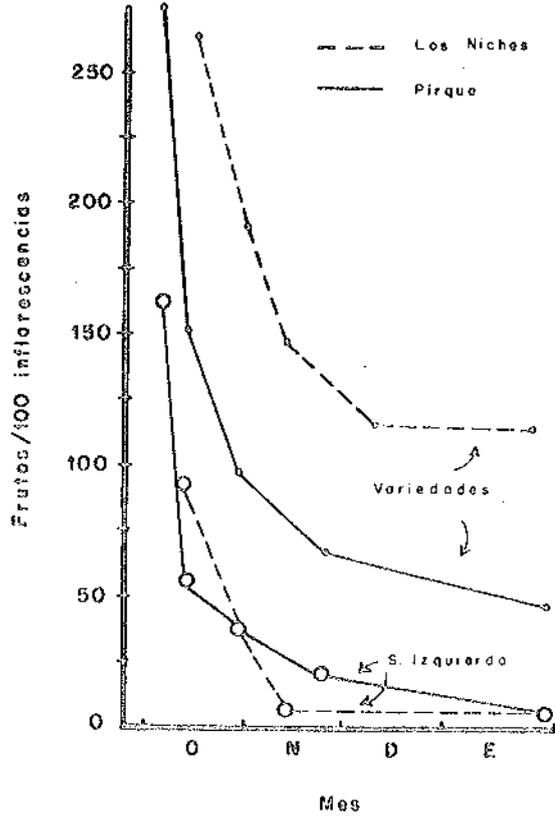
En consecuencia, es importante hacer fructificar las primeras flores para una segura producción. Esto se consigue con variedades polinizantes de floración al mismo tiempo o algo antes que Packham's T., como Desember en Sudáfrica (van Zyl, 1981), Josephine de Malines en Australia (Wauchope, 1968; Selimi, 1969). De las variedades existentes en Chile, cumplen con esa característica B. Clairgeau, B. Luisa, D. d'hiver y algo menos B. d'Anjou

*Gil, G., R. Gatti, y C. Crisosto, 1981. Jornadas Agronómicas, SACH. La Serena, Chile.

FIGURA 3

FRUCTIFICACION DEL PERAL PACKHAM'S TRIUMPH CON POLEN DE DIVERSAS VARIETADES EN DOS LOCALIDADES

Fruit set in the Packham's Triumph pear with pollen from different varieties in two localities



que es de floración más precoz (Gil *et al.*, 1983), todas ellas compatibles con Packham's T. Las variedades Bartlett y W. Nelis son también de gran compatibilidad, pero son de floración algo más tardía, lo que podría determinar producciones deficientes en lugares con condiciones que determinen un corto período efectivo de polinización como debilidad, frío, etc.

POLINIZACIÓN DE BEURRÉ D'ANJOU

La fructificación fue alta con los cuatro polinizantes —Anjou, S. Izquierdo, D. Angulema y Packham's T.— sin diferencias significativas, por lo que las curvas de la Figura 4 corresponden a la media entre ellos; tampoco existió

CUADRO 1
EFECTO DE LA VARIEDAD DE POLEN EN EL CONTENIDO DE SEMILLAS DE PERAS PACKHAM'S TRIUMPH

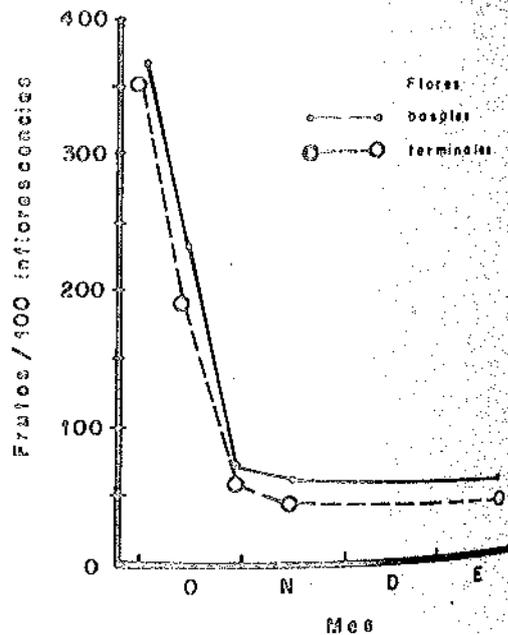
Effect of pollen variety on seed content of Packham's Triumph pears

Los Niches	Porcentaje de frutos			
	Semillas:		Pirque	
	0	>4	0	>4
Bartlett	3 b	42 b	0 a	81 a
B. Anjou	0 b	85 a	0 a	96 a
B. Clairgeau	0 b	72 a	—	—
B. Luisa	2 b	55 ab	0 a	100 a
D. d'hiver	4 b	86 a	0 a	100 a
D. Angulema	13 a	42 b	2 a	87 a
W. Nelis	—	—	0 a	98 a
S. Izquierdo	8 ab	10 c	11 b	33 b

FIGURA 4

EVOLUCION DE LA CARGA FRUTAL DEL PERAL BEURRÉ D'ANJOU (POLEN Y POSICION DE FLORES NO SIGNIFICATIVOS)

Evolution of fruit load in the B. d'Anjou pear. (Pollen and flower position not significant)



diferencia entre flores basales y terminales de la inflorescencia. Las caídas de frutos cesaron prácticamente a fines de octubre, llegándose a la absoluta estabilización el 13 de noviembre. La autopolinización produjo frutos partenocárpicos y semillados (Cuadro 2). La polinización cruzada aumentó la fertilidad, tanto por disminuir los frutos partenocárpicos como por aumentar el número de semillas por fruto.

CUADRO 2
EFECTO DE LA POLINIZACION EN EL CONTENIDO DE SEMILLAS DE PERAS BEURRÉ D'ANJOU

Effect of pollination on seed content of B. d'Anjou pear fruits

Polen	Partenocarpia (% frutos)	Semillas/fruto
D. Angulema	7,1 bc	6,5 a
S. Izquierdo	3,3 c	6,6 a
B. Anjou	28,2 a	4,5 b

B. d'Anjou, es autofructífera y bastante autofértil, por consiguiente, no requiere necesariamente de polinización cruzada para producir, como se ha visto en algunos huertos chilenos y en otros extranjeros (Stephen, 1958). Sin embargo, en otras partes se ha visto que la producción guarda relación con la distancia que separa los árboles Anjou de un polinizante (Westwood y Grim, 1962). La razón puede ser la incompleta autofertilidad, que produce déficit de semillas o partenocarpia, en cuyo caso la fructificación depende de buenas condiciones

CUADRO 3
EFECTO DE LA POLINIZACION EN EL CONTENIDO DE SEMILLAS DE PERAS SALVADOR IZQUIERDO

Effect of pollination on seed content of Salvador Izquierdo pears

Polen	Frutos (%)		
	Partenocárpicos	1-3 semillas	4 + semillas
B. d'Anjou	10,4 b	53,3 b	31,3 a
D. Angulema	25,2 ab	18,4 b	26,4 a
Packham's T.	38,6 a	59,0 b	2,4 b
S. Izquierdo	13,9 b	82,9 a	3,2 b

climáticas (Griggs e Iwakiri, 1954; Lombard *et al.*, 1972; Mellenthin, Wang y Wang, 1972) y del vigor (Williams, 1965; Degman, 1945). En consecuencia, la presencia de otro polen compatible, por ejemplo S. Izquierdo, en muy baja proporción, debe asegurar la fructificación en años adversos para una producción uniforme.

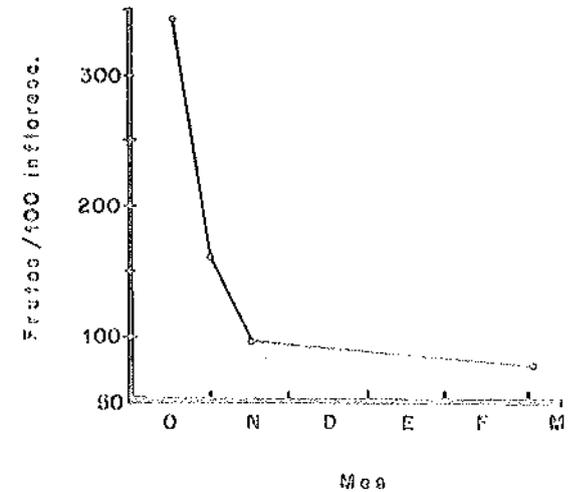
POLINIZACIÓN DE SALVADOR IZQUIERDO

Esta variedad fructificó igualmente bien con su propio polen y con el de otras tres variedades, B. d'Anjou, D. Angulema y Packham's T. La fructificación media y su evolución aparece en la Figura 5.

FIGURA 5

EVOLUCION DE LA FRUCTIFICACION DEL PERAL SALVADOR IZQUIERDO (POLEN NO SIGNIFICATIVO)

Evolution of fruit set in the Salvador Izquierdo pear (Pollen not significant)



Salvador Izquierdo resultó ser, entonces, una variedad autofructífera, con capacidad partenocárpica, y parcialmente autofértil (Cuadro 3). Esta condición fue similar en el caso de cruzamiento con Packham's T. Las otras tres variedades aumentaron el número de frutos con más de cuatro semillas, pero en ningún caso la fertilidad fue elevada.

Estos resultados indican que no es necesaria la polinización cruzada para S. Izquierdo. De comprobarse el beneficio de un polinizante para uniformar la producción anual, éste debería estar en muy baja proporción y la más lógica elección sería B. d'Anjou, por fertilidad y mercado.

LITERATURA CITADA

- BALDINI, E. 1971. *Arboricoltura*. Coop. Libreria Univ. Bologna, Italia.
- DEGMAN, E.S. 1945. *Increased fruit set of Anjou pear with heavy application of nitrogen*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 46: 25-26.
- GIL, G. y R. GATTI. 1981. *El peral en Chile*. En: El Cultivo del Peral, Ed. G. Gil, págs. A1-A9. Universidad Católica de Chile, Esc. Agronomía. Seminario Dic. 1981.
- GIL, G.; R. GATTI y C. CRISOSTO. 1983. *Fructificación de perales Packham's Triumph en Chile*. Cienc. Inv. Agr. 10(1): 53-62.
- GRIGGS, W. and IWAKIRI. *Pollination and parthenocarp in the production of Bartlett pears in California*. Hilgardia 22: 643-678.
- LALATTA, F.; M. MARRO y S. SANSAVINI. 1978. *La fertilità nel melo e nel pero*. Riv. Ortoflorofrut. Ital. 62 (4): 350-371.
- LOMBARD, P.B.; R.R. WILLIAMS; K.G. SCOTT and J.C. JEFFRIES. 1972. *Temperature effects on pollen tube growth in styles of William pear with a note on pollination deficiencies of Comice pear*. Compte Rendu Symp. Culture du Poirier. Angers, France.
- MARCUCCI, M.C. y D. RAGAZZINI. 1980. *Influenza della Dodina sulla germinabilità del polline e sulla fertilità del pero in rapporto all'epoca di trattamento fiorale*. Riv. Ortoflorofuttic. Ital. 64: 475-487.
- MELLENTHIN, W.M.; C.Y. WANG and S.Y. WANG. 1972. *Influence of temperature on pollen tube growth and initial development in d'Anjou pear*. Hortscience 7 (6).
- SELIMI, A. 1969. *Effect of distance from William's Bon Chretien pollinator on production of Packham's Triumph pears in the Goulburn Valley*. Aust. J. Expt. Agr. An. Hus. 9: 659-664.
- SELIMI, A. 1971. *Effect of pollen exclusion by bagging limbs or caging trees of Packham's Triumph pears*. Aust. J. Exp. Agric. An. Husb. 11: 582-584.
- STEPHEN, W.P. 1958. *Pear pollination studies in Oregon*. Ore. State College Agr. Expt. Sta. Techn. Bul. 43.
- VAN ZYL, H.J. 1972. *Poor bearing of Packham's Triumph pears*. Dec. Fr. Gr. 22: 273-274.
- VAN ZYL, H.J. 1981. *Increasing fruit set of Packham's Triumph pears*. Dec. Fr. Grower. 31: 302-310.
- VAN ZYL, H.J. and D.K. STRYDOM. 1968. *The problem of poor fruit set of Packham's Triumph pear trees*. Dec. Fr. Gr. 18: 121-123.

CONCLUSIONES

El peral Packham's Triumph, autoestéril, produce frutos fértiles con polen de la mayoría de las variedades de floración relativamente coincidente existentes en Chile, excepto Salvador Izquierdo. Las flores de la mitad basal de la inflorescencia de dardos son más fructíferas que las terminales y que las de inflorescencias laterales de ramillas de un año.

La variedad Beurré d'Anjou es autofructífera, parcialmente autofértil y con capacidad partenocárpica, e interfértil con polen de Duquesa de Angulema, S. Izquierdo y Packham's T.

La variedad S. Izquierdo es autofructífera, con partenocarpia y baja autofertilidad. La fertilidad se eleva con polen de B. Anjou y D. Angulema, y no con el de Packham's T., pero no es muy alta.

WAUCHOPE, G.G. 1968. *Flowering and fruit set in the Packham's Triumph pear*. Aust. J. Exp. Agr. An. Husb. 8: 456-460.

WESTWOOD, M.N and J.H. GRIM. 1962. *Effect of pollinizer placement on longterm yield of Anjou,*

Bartlett, and Bosc pears. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81: 103-107.

WILLIAMS, R.R. 1965. *The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossoms*. J. Hort. Sci. 40: 31-41.

RESPUESTA DEL CULTIVAR DE SOYA, *GLYCINE MAX* (L.) MERRIL,
AMSOY 71, A LA TENSION HIDRICA^{1,2}

RESPONSE OF SOYBEANS, *GLYCINE MAX* (L.) MERRIL, CULTIVAR AMSOY
71, TO MOISTURE STRESS

ISABEL M. NEBREDA M.³, PATRICIO C. PARODI P.³ Y LUIS GUROVICH R.³

SUMMARY

Supplementary irrigation is needed for soybean production in areas where it has some possibilities of an economic yield in Chile; this is due to the mediterranean climatic conditions in the area, with a long dry summer period.

Consequently, it is important to learn the response of some soybean cultivars, and specially Amsoy 71, which is the only cultivar presently grown commercially, to different soil moisture conditions during critical periods of development.

In this experiment, cultivar Amsoy 71, was submitted at pod initiation (stage R3), to three levels of soil moisture, namely -0.6 bar at 15 cm depth, (treatment A); -0.6 bar at 30 cm depth, (treatment B); and -0.6 bar at 60 cm depth, (treatment C), in a randomized complete block design, with four replications.

No lodging or shattering were recorded; therefore, there were no treatment effects on these variables. However, treatments B and C had effects on mature plant height, which decreased significantly by 14 and 36%, respectively, as compared to treatment A. When moisture availability was reduced, the number of pods per plant component, suffered a significant reduction, although of low magnitude, limiting its expression by 2.22 and 2.18% for treatments B and C, respectively, in relation to treatment A. There were also significant treatment effects on the number of seeds per pod; this component presented reductions of 12 and 17% under treatments B and C, respectively, as compared to treatment A. The 100-seed weight component was equally affected by the soil moisture stress treatments, in a significant manner, reducing its expression by 9 and 12% for treatments B and C, respectively, in relation to treatment A.

There was a high and significant effect of soil moisture stress on yield, which presented a reduction of 30 and 52% for treatments B and C, respectively, as compared to treatment A. Protein content, a character of high nutritional value, and that may eventually also become of economic importance for the producer, deteriorated significantly with treatments B and C, in relation to treatment A in a magnitude of 3.6 and 5.4% respectively. As a result of the deterioration that affected these two characters, protein production per hectare was also reduced by 33 and 55% under treatments B and C, respectively, as compared with treatment A.

Fecha de recepción: 8 de octubre de 1981.

¹Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad de Católica de Chile, con el N° 278/81.

²Investigación parcialmente financiada por Monsanto Agricultural Products Company, Saint Louis, Missouri, EE.UU.

³Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad de Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

INTRODUCCION

El cultivar de soya Amsoy 71, bajo el nombre de Amsoy, es el único que se cultiva en Chile en forma comercial. Existe alguna información respecto a su respuesta al manejo, pero, hasta donde ha sido posible averiguar, no hay datos nacionales publicados que describan su reacción a diferentes regímenes hídricos.

La investigación publicada en el mundo señala que el agua es el principal factor limitante en el cultivo de la soya, y constituye por consiguiente una importante variable en el manejo del cultivo. Peters y Johnson en 1960, en una investigación realizada en Illinois, Estados Unidos, demostraron que por cada 2,5 cm de agua disponible entre el 1° de julio y el 20 de septiembre, la soya producía aproximadamente 134 kg/ha de semilla. En consecuencia, para alcanzar una alta producción, por ejemplo 3.400 kg/ha, se necesitarían 62,5 cm de agua durante la última parte del período de desarrollo. Whitt y Van Bavel (1955) informaron que el uso diario de agua por la soya podía llegar hasta 0,76 cm.

En consecuencia, en regiones de baja precipitación el riego es una práctica necesaria y rentable. En regiones húmedas el riego sólo es rentable en suelos arenosos. Esto puede deberse a dos características inherentes a las plantas de soya, un extensivo sistema radicular y un período de floración relativamente largo. Las raíces, aunque dependen de las características del suelo para su desarrollo, son en general profusamente extendidas tanto horizontal como verticalmente. El largo período de floración, por otra parte, permite a las plantas escapar o sobrevivir períodos cortos de limitación hídrica. La incapacidad de las flores tempranas de producir vainas debido a deficiencia de humedad, puede ser compensada por una excelente formación de vainas de las flores más tardías si la disponibilidad de agua es satisfactoria. Una falta de humedad durante el período de formación de semillas reduce los rendimientos en mayor medida que una deficiencia hídrica durante el período de floración (Runge y Odell, 1960; Shaw y Laing, 1966; Thompson, 1970).

Shaw y Laing (1966) estudiaron el efecto de la limitación hídrica aplicada a la soya en pe-

riódos seleccionados, floración, iniciación del llenado de vainas, y llenado de granos. La máxima reducción de rendimiento se produjo cuando la limitación hídrica ocurrió durante la última semana de desarrollo de vainas, y durante el estado de llenado de granos. El efecto de la limitación hídrica durante la floración fue menor que en estados posteriores del desarrollo, llenado de vainas por ejemplo; sin embargo, redujo los rendimientos por debajo de los de las plantas que dispusieron de humedad abundante. La limitación hídrica aplicada al final del período de llenado de granos o al comienzo de la floración, tuvo sólo efectos menores sobre el rendimiento. La falta de humedad durante la floración y desarrollo de las vainas pareció ser responsable del aborto de flores y vainas, mientras que durante el período de llenado de semillas redujo el tamaño de las mismas.

Considerando que la totalidad del cultivo comercial de soya en Chile, debido a la distribución de la precipitación se hace bajo riego, y que en caso de un eventual aumento de la superficie cultivada con esta especie, ésta también sería regada, parece importante conocer los efectos que podría tener sobre los componentes de rendimiento, rendimiento y contenido proteico de Amsoy 71, una limitación en la cantidad de agua disponible durante su desarrollo y especialmente en la etapa que los trabajos analizados muestran como crítica, o sea, en la iniciación de las vainas.

El objetivo de este experimento fue cuantificar la respuesta de este cultivar a tres regímenes de tensión hídrica en el suelo, expresada en sus componentes de rendimiento, contenido proteico y otras variables.

MATERIAL Y METODOS

La investigación se llevó a efecto en la Estación Experimental de la Universidad Católica de Chile, cuyas principales características geográficas y climáticas se indican en el Cuadro 1.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos, señalados en el Cuadro 2 y cuatro repeticiones. Los tratamientos se empezaron a aplicar desde el momento de la iniciación de las vainas (estado R3) hasta la madurez. La tensión hídrica del suelo se midió

CUADRO 1

CARACTERISTICAS BASICAS DE LA ESTACION EXPERIMENTAL DE PIRQUE DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Basic characteristics of the Pirque Experiment Station of the Catholic University of Chile

Variable	
Latitud Sur	33°40'
Latitude South	
Longitud Oeste	70°36'
Longitude West	
Altura sobre el nivel de mar	654 m
Altitude above sea level	
Temperatura media anual	17°C
Annual mean temperature	
Precipitación anual	500 mm
Annual precipitation	
Meses normalmente libres de precipitación	Diciembre a Marzo
Months normally free of precipitation	December to March

CUADRO 2
DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

Description of the experiment

Diseño:	Bloques completos al azar
Design:	Randomized complete blocks
Treatments	: 1) -0,6 bar a 15 cm de profundidad -0,6 bar at 15 cm depth
Treatments	: 2) -0,6 bar a 30 cm de profundidad -0,6 bar at 30 cm depth
Treatments	: 3) -0,6 bar a 60 cm de profundidad -0,6 bar at 60 cm depth
Repeticiones	: Cuatro
Replications	: Four
Largo de hileras	: 6 m
Row length	: 6 m
Número de hileras	: 16
Row number	: 16
Distancia entre hileras	: 40 cm
Row distance	: 40 cm

mediante 12 tensiómetros ubicados en cada parcela a diferentes profundidades de acuerdo a los tratamientos. Durante el período en que se aplicó los tratamientos no se registró precipitación. Cada parcela estuvo formada por 16 hileras de 6 m de largo, espaciadas a 40 cm. Se cosechó 5 m de las 12 hileras centrales.

Antes de la siembra la semilla se inoculó con *Rhizobium japonicum* de origen local, en dosis de 250 gramos de producto comercial por 100 kilos de semilla. Se fertilizó con 45 kilos por hectárea de nitrógeno en forma de salitre sódico, y 50 kilos por hectárea de ácido fosfórico en forma de superfosfato triple. Se sembró con un equipo comercial John Deere Modelo Flexi-plant 71, en dosis de semilla equivalente a 375.000 plantas por hectárea.

El control de malezas se realizó primero con un herbicida de postemergencia, cuyos efectos sobre la población de malezas fue sólo moderado y con posteriores controles mecánicos. Un ataque de langostinos (*Homoptera, cicadellidae*) se controló con una aplicación de Dimercón 100 SWC (I.A. Fosfamidón) en dosis de

500 cc de ingrediente activo por hectárea, y la presencia de langostas (*Dichroplus spp.*) fue controlada con Belmark (I.A. Alfaciano 3 fenoxibencil-2-4 (4 clorofenil)-3 metil butirato 30%) en dosis de 75 cc de ingrediente activo por hectárea, correspondiente a 250 cc de producto comercial.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, estimándose la significancia de las diferencias entre tratamientos mediante la nueva prueba de rango múltiple de Duncan a nivel de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto de los tratamientos sobre la altura de planta adulta, tendidura y desgrane se presentan en el Cuadro 3. Se produjo una significativa reducción en la altura de planta adulta, desde 116 cm para el tratamiento -0,6 bar a 15 cm, a 99,75 cm con el tratamiento -0,6 bar a 30 cm, es decir, una reducción de 14%; el tercer tratamiento -0,6 bar a 50 cm produjo una reducción de 26% en relación al tratamiento inmediatamente superior, y de 36% al compararse con el tratamiento que no implicó limitaciones de humedad del suelo para el cultivo. Esta información sugiere una alta sensibilidad del cultivar Amsoy 71 a la tensión hídrica del suelo, la que se expresó en una significativa reducción de altura, acompañada de un menor desarrollo y vigor de las plantas.

Los tratamientos no tuvieron efectos sobre la tendidura, la que estuvo consistentemente

ausente. Asimismo, no se observó desgrane ni efectos de los tratamientos sobre ese carácter. Esto confirma otras observaciones que señalan que el cultivar Amsoy 71 es resistente a la tendidura y al desgrane.

En el Cuadro 4 se presentan los efectos de los tratamientos sobre los componentes de rendimiento, número de vainas por plantas, número de granos por vaina y peso de 100 granos. El componente número de vainas por planta experimentó un significativo deterioro al reducir la disponibilidad de agua. Sin embargo, este deterioro fue relativamente de baja magnitud, desde 39,15 vainas por planta al no existir limitaciones de humedad en el suelo a 38,28 y 38,30 con los tratamientos en que se redujo la disponibilidad de agua, respectivamente. Es posible que este efecto significativo pero moderado de la limitación de humedad del suelo sobre el componente número de vainas por planta, se haya debido al estado de desarrollo en que comenzó a aplicarse los tratamientos, es decir, al estado de iniciación de vainas.

Los tratamientos produjeron efectos significativos sobre el componente número de granos por vaina, los que disminuyeron desde 2,65 cuando no hubo limitación de humedad, a 2,33 y 2,20 granos por vaina con los tratamientos -0,6 bar a 30 cm y -0,6 bar a 60 cm, respectivamente. Estos dos valores fueron significativamente diferentes del valor producido con el tratamiento -0,6 bar a 15 cm, pero estadísticamente iguales entre sí.

Finalmente, dentro de los componentes de

Vol. 10, N.º 1, 1993

CUADRO 4 RESPUESTA DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO

Yield components response

Tensión de humedad del suelo Soil moisture stress	Número de vainas por planta Number of pods per plant	Número de semillas por vaina Number of seeds per pod	Peso de 100 semillas 100-seed weight g
-0,6 bar a 15 cm	39,15 a ¹	2,65 a	18,86 a
-0,6 bar a 30 cm	38,28 b	2,33 b	15,32 b
-0,6 bar a 60 cm	38,30 b	2,20 b	13,17 c

¹Los valores unidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0,05.

rendimiento, se presenta los efectos de los tratamientos sobre el peso de los 100 granos. Este componente sufrió una importante y significativa reducción, como consecuencia de la limitación creciente de la humedad del suelo. El mayor peso, 16,86 g por 100 semillas, se produjo con el tratamiento -0,6 bar a 15 cm, es decir, sin limitación de humedad. Al reducir la humedad con el tratamiento -0,6 bar a 30 cm, el peso de las semillas bajó significativamente, a 15,32 g; una mayor reducción de humedad, -0,6 bar a 60 cm, produjo un peso de semillas significativamente menor, 13,17 g. Estos datos sugieren que el componente peso de los granos es sensible a la disponibilidad de humedad, reduciendo su expresión en 9 y 22%, al disminuir la cantidad de agua del suelo.

El contenido de humedad del grano a la cosecha se presenta en el Cuadro 5. Se observó algunas variaciones atribuibles a efectos de los tratamientos, en el sentido de que los granos con mayor humedad se cosecharon del tratamiento -0,6 bar a 15 cm, valor que no fue significativamente diferente del producido con el tratamiento -0,6 bar a 30 cm, 14,0%. Este valor, a su vez, no fue diferente del registrado con el tratamiento -0,6 bar a 30 cm, 13,4%, el que diferió significativamente del valor obtenido sin limitación de humedad del suelo.

La respuesta del rendimiento a los tratamientos se presenta en el Cuadro 6. Hubo un efecto significativo de la reducción de humedad, expresada en una disminución de rendimiento, desde los 4.240 kg/ha producidos bajo las condiciones en que no se impuso restricción hídrica, a 2.953 kg/ha con el tratamiento -0,6

CUADRO 5 HUMEDAD DE LA SEMILLA A LA COSECHA

Seed moisture at harvest

Tensión de humedad del suelo Soil moisture stress	Humedad de la semilla Seed moisture %
-0,6 bar a 15 cm	14,7 a ¹
-0,6 bar a 30 cm	14,0 ab
-0,6 bar a 60 cm	13,4 b

¹Los valores unidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0,05.

CUADRO 6 RESPUESTA DEL RENDIMIENTO

Yield response

Tensión de humedad del suelo Soil moisture stress	Rendimiento Yield kg/ha
-0,6 bar a 15 cm	4240 a ¹
-0,6 bar a 30 cm	2953 b
-0,6 bar a 60 cm	2033 c

¹Los valores unidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0,05.

bar a 15 cm, y 2.033 kg/ha con el tratamiento -0,6 bar a 60 cm.

Estos menores rendimientos tienen sin duda importancia económica, pues las disminucio-

CUADRO 3

ALTURA DE PLANTA ADULTA, REACCION A LA TENDIDURA Y AL DESGRANE

Adult plant height, reaction to lodging and shattering

Tensión de humedad Soil moisture stress	Altura de planta Plant height cm	Tendidura Lodging 1-5 ¹	Desgrane Shattering 1-5 ²
-0,6 bar a 15 cm	116,00 a ³	1,00 a	1,00 a
-0,6 bar a 30 cm	99,75 b	1,00 a	1,00 a
-0,6 bar a 60 cm	74,25 c	1,00 a	1,00 a

¹1 = Plantas enteramente erectas; 5 = Plantas enteramente tendidas

1 = Fully erect plants; 5 = Fully lodged plants

²1 = Ningún desgrane; 5 = Desgrane total

1 = No shattering; 5 = shattering

³Los valores unidos por la misma letra, no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0,05.

nes registradas corresponden a 30 y 52%, respectivamente.

En el Cuadro 7 se resume los efectos de los tratamientos sobre el contenido de proteína; esta variable, que por el momento no tiene importancia económica para el productor, eventualmente al aumentar los requerimientos industriales, podría tener incidencia en el valor comercial de la soya.

Por efecto de los tratamientos, el contenido proteico de Amsoy 71 bajó significativamente, desde 38,9% en el tratamiento sin limitación hídrica, a 37,5 y 36,8%, respectivamente en los otros dos tratamientos. Estos dos valores no fueron significativamente diferentes entre sí. Hubo, en consecuencia, un efecto depresivo de la limitación de humedad sobre el contenido proteico, hecho que recalca la necesidad de aplicar al cultivo el agua que necesita en forma oportuna.

Al considerar conjuntamente las reducciones en rendimiento y contenido de proteína comentadas, se puede hacer un ejercicio que demuestre el efecto de la limitación de humedad sobre la producción de proteína por hectárea, Cuadro 8. Se aprecia, como era esperable, una significativa reducción desde 1.649 kg/ha sin limitación de humedad, a 1.107 kg/ha con el tratamiento -0,6 bar a 30 cm, y a 748 kg/ha con el tratamiento -0,6 bar a 60 cm. Esto significa una menor producción proteica del orden del 33 y 55%, respectivamente, lo que constituye un importante deterioro.

Los resultados expuestos permiten sostener que, bajo las condiciones de este experimento, los efectos de la disponibilidad de agua en el suelo produjeron los siguientes efectos sobre el cultivar de soya Amsoy 71.

1. Hubo un significativo efecto de la reducción de la disponibilidad de agua en el suelo sobre la mayoría de las variables analizadas.
2. El orden de magnitud del deterioro de los componentes de rendimiento fue:
 - a) Peso de 100 granos;
 - b) Número de granos por vaina;
 - c) Número de vainas por planta.
3. El rendimiento se redujo significativamente a reducir la disponibilidad de agua en el suelo.
4. El contenido proteico también se redujo sig-

C U A D R O 7
RESPUESTA DEL CONTENIDO DE PROTEINA
Protein content response

Tensión de humedad del suelo	Contenido de proteína %
<i>Soil moisture stress</i>	<i>Protein content</i>
-0,6 bar a 15 cm	38,9 a ¹
-0,6 bar a 30 cm	37,5 b
-0,6 bar a 60 cm	36,8 b

¹Los valores unidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0,05.

C U A D R O 8
RESPUESTA DE LA PRODUCCION DE PROTEINA POR HECTAREA
Protein production per hectare response

Tensión de humedad del suelo	Producción de proteína kg/ha
<i>Soil moisture stress</i>	<i>Protein production</i>
-0,6 bar a 15 cm	1.649 a ¹
-0,6 bar a 30 cm	1.107 b
-0,6 bar a 60 cm	748 c

¹Los valores unidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes, Duncan, 0,05.

nificativamente, aunque en menor magnitud que el rendimiento.

5. La producción de proteína por hectárea bajo a dos tercios y menos de la mitad de la que se obtuvo sin limitación hídrica.
6. La producción económica de soya requiere de riego y en cantidad suficiente.

RESUMEN

El área donde se cultiva soya (*Glycine max* (L.) Merrill en Chile, y aquellas zonas hacia donde el cultivo podría eventualmente extenderse, tienen, por razones de distribución de la precipitación, necesidad de riego durante el período de desarrollo de la especie. En conse-

cuencia, es importante conocer la respuesta de los cultivares de soya, y especialmente la de Amsoy 71, el único cultivar comercial, a distintos niveles de humedad en períodos críticos de su ciclo de desarrollo.

En este experimento se sometió al cultivar Amsoy 71 a tres niveles de tensión hídrica del suelo desde el momento de la iniciación de las vainas (R3), -0,6 bar a 15 cm de profundidad, tratamiento A, -0,6 bar a 30 cm de profundidad, tratamiento B, y -0,6 bar a 60 cm de profundidad, tratamiento C, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

No se registró tendidura ni desgrane, y por consiguiente no hubo efecto de los tratamientos sobre esas variables. Los tratamientos, sin embargo, se expresaron significativamente sobre la altura adulta de las plantas, la que se redujo en un 14 y 46% en los tratamientos B y C, respectivamente, en relación al tratamiento A. El componente de rendimiento número de vainas por planta, experimentó un significativo deterioro, aunque de baja magnitud, al reducir la disponibilidad de agua, de 2,22 y 2,18% con los tratamientos B y C, respectivamente, en

relación al tratamiento A. También hubo efectos significativos sobre el número de granos por vaina, componente que se deterioró en un 12 y 17% con los tratamientos B y C, respectivamente, en relación al tratamiento A. El componente peso de 100 semillas fue asimismo afectado significativamente, reduciendo su expresión en un 9 y 22% con los tratamientos B y C en relación al tratamiento A.

Hubo un alto y significativo efecto de la tensión hídrica del suelo sobre el carácter económico más importante, rendimiento, el que se redujo en un 30 y 52%, respectivamente, con los tratamientos B y C en relación al tratamiento A. El contenido proteico, un carácter que tiene alta implicancia nutricional, y que eventualmente puede también tener efectos económicos para el productor, experimentó un deterioro significativo, de 3,6 y 5,4% en los tratamientos B y C, respectivamente, en comparación con el tratamiento A. Como consecuencia del deterioro sufrido por estas dos variables, se redujo también la producción de proteína por hectárea en una magnitud de 33 y 55% con los tratamientos B y C, respectivamente, en relación al tratamiento A.

LITERATURA CITADA

PIERS, D.B. y L.C. JOHNSON. 1960. *Soil moisture use by soybeans*. Agron. J. 52: 687-689.

LONGE, E.C.A. y R.T. ODELL. 1960. The relation between precipitation, temperature and yield of soybean in the Agronomy South Farm, Urbana, Illinois. Agron. J. 52: 245-247.

SAW, R.H. y D.R. LAING. 1966. *Moisture stress and plant response*, In W.H. Pierre et al. (Eds.) *Plants Environment and Efficient Water Use*.

ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, EE.UU. 295 pp.

THOMPSON, L.M. 1970. *Weather and technology in the production of soybeans in the central United States*. Agron. J. 62: 232-236.

WHITT, D.M. y C.H.M. VON BAVEL. 1955. *Irrigation of tobacco, peanuts and soybeans*. In *Water. Yearbook of Agriculture, USDA. U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C.* EE.UU. 376-381.

ENSAYO

SECTOR AGROPECUARIO: SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS
PERIODO 1981/85^{1,2}AGRICULTURAL SECTOR: CURRENT SITUATION AND OUTLOOK FOR THE PERIOD
1981/85

HERNAN HURTADO Z.

SUMMARY

The purpose of this article is to analyze the current situation of the Chilean agriculture sector and the outlook for the 1981/85 period. Supply and demand projections are presented for the most important agricultural products. Results suggest that (1) area devoted to traditional crops would remain stable during the period of analysis, (2) there would be an expansion in the dedicated to fruit plantations but at a lower rate than during the 1975/80 period, and (3) livestock and horticultural production show good prospects for growth given promisory demand conditions in the domestic and international markets, respectively.

IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS
SUBSECTORES

Como es conocido, durante los últimos años se han producido cambios en la estructura productiva sectorial. Los rubros de naturaleza agrícola disminuyen su participación de 69 a 49 por ciento entre la temporada 1976-77 y 1978-79. Por su parte, los rubros pecuarios incrementan su participación de 31 a 36 por ciento del total del producto, para el mismo periodo.

El ajuste más importante corresponde a los rubros tradicionales cuya participación en el total disminuye de un 38 por ciento en 1976-77 a un 27 por ciento en 1978-79. Aún así, continúa siendo el rubro individual más importante, ocupando aproximadamente 1,2 millones de

hectáreas de un total de 2,8 que constituye el total de superficie cultivada del país.

El segundo rubro en importancia corresponde a hortalizas y flores que contribuye aproximadamente en un 20 por ciento al valor de la producción pese a ocupar solamente unas 90.000 hás. Debe reconocerse, sin embargo, que la información estadística respecto a este subsector es prácticamente marginal, razón por la cual hay un número de personas conocedoras del sector que no le atribuyen a las hortalizas la importancia que reflejan las cifras antes mencionadas. Basta señalar que los frutales ocupan una superficie bastante mayor (120.000 hás.) y contribuyen solamente con un 8 por ciento del valor de la producción. Considerando el alto valor unitario de la producción frutícola, pare-

¹ Este artículo se basa en un informe más amplio elaborado por el autor a fines de 1981, considerando el escenario macroeconómico real. Sin embargo, dado que las proyecciones elaboradas dependen de variables de tipo real, ellas siguen básicamente vigentes pese a las modificaciones cambiarias implementadas a posterioridad.

² Se agradecen los comentarios del profesor José Garrido Rojas, los cuales mejoraron el fondo y la forma de este trabajo. Los errores son míos.

Fecha Recepción: 1º de octubre de 1982.

Aprobación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 312/82.

cería que la verdadera contribución de las hortalizas y flores al valor de la producción no debería exceder de un 10 por ciento¹. Nuestra hipótesis es que el rubro cultivos tradicionales capitalizaría la diferencia, convirtiéndose en un sector que contribuiría con más del porcentaje que le atribuyen las estadísticas recientes.

Por último y desde un punto de vista de uso del suelo el principal rubro son las praderas, ocupando 1,3 del total de 2,8 millones de há., bajo cultivo.

2. EVOLUCION PROBABLE DE LOS SUBSECTORES PRODUCTIVOS

El objetivo de esta sección es analizar la evolución probable de cada uno de los subsectores productivos durante los próximos 5 años. Desde un punto de vista metodológico, esto no es fácil e implica disponer de dos tipos de información: precios relativos de productos e insumos y, elasticidades precio de la oferta y demanda de productos agrícolas. Con esta información y contando con un modelo de optimización que simule el comportamiento empresarial en el tiempo, sería posible proyectar la estructura productiva en los próximos años.

El Departamento de Economía Agraria cuenta con un modelo de las características mencionadas. Sin embargo, la habilidad predictiva de este modelo es bastante limitada, dado que no toma en cuenta debidamente el sinnúmero de restricciones de tipo institucional que afecta a la agricultura nacional. En consecuencia, hemos prescindido del uso de esta metodología de análisis.

Alternativamente, hemos utilizado un enfoque más simple pero, creemos, de mejor capacidad predictiva.

Se estima que tenderán a expandirse aquellos rubros en donde el precio a productor cubra al menos el costo variable de producción. Y viceversa. Obviamente, a mayor margen mayor es el incentivo al ajuste.

Para este fin, se ha calculado para cada rubro, un costo variable mínimo, promedio y máximo el cual debe ser entendido como el costo efectivo de ese rubro en condiciones (tec-

nológicas y/o de aptitud agroclimática) adversas, medias y favorables.

Se han excluido los costos fijos unitarios de producción por dos motivos. Primero, ellos están fuertemente influenciados por el tamaño de empresa, aspecto sobre el cual no se dispone de información confiable para simular alternativas relevantes. Segundo, el horizonte de planeamiento que se considera para este estudio (5 años) es lo suficientemente corto como para argumentar que los costos fijos son un dato y, por lo tanto, no son relevantes para la decisión de "qué producir". En consecuencia hemos considerado que el margen entre precio y costo variable unitario es un mejor predictor (para los fines del presente estudio) que el uso del costo total unitario.

El costo variable antes mencionado se le contrastado con lo que hemos denominado "precio hipotético" del producto, que busca representar el precio promedio de largo plazo². Para el caso de bienes transables (exportados y/o sustitutos de importación) el precio hipotético corresponde al que habría existido en el país, como promedio, durante el período 1973-80, en el caso de haber estado vigente la actual política económica. Para fines de cálculo, el precio hipotético se ha obtenido como el promedio (en dólares reales, deflactados por el IPM-USA) de los precios internacionales relevantes (CIF-FOB, dependiendo del producto de que se trate) durante el período 1973-80; y, considerando que los márgenes de comercialización vigentes en 1980 se hubieran mantenido durante el período de 8 años en referencia.

Para el caso de los rubros no transables se utilizó una metodología similar, excepto que los precios hipotéticos surgen de los promedios en el mercado interno durante el período 1973-80.

En síntesis, la comparación entre el precio hipotético y el costo variable unitario permite inferir acerca de la rentabilidad de producir diferentes productos en diferentes condiciones tecnológicas y/o agroclimáticas. Así, por

²Para el cálculo del "precio hipotético" se utiliza la información histórica sobre precios internacionales durante el período 1973-80 y los márgenes de comercialización vigentes en 1980. Dichos márgenes reflejan la situación arancelaria actual (tasa parejo) y el grado de competitividad existente en 1980.

ejemplo, si el precio hipotético cubre los costos variables unitarios máximos de producción de un rubro dado, podría inferirse que dicho rubro se mantendría en los niveles aun en aquellas condiciones de clima y/o suelo y/o tecnología relativamente adversa. Si el margen entre precio hipotético promedio y costos variables unitarios es muy alto, ello debería indicar que ese rubro tenderá a expandirse en el futuro o viceversa³.

A continuación se presentan los resultados de este análisis, para cada uno de los rubros productivos considerados.

Dado que el énfasis del presente informe se centra en el análisis de las perspectivas a futuro de los diferentes rubros, la información histórica se presenta sólo para fines de referencia y, en consecuencia, no se elabora mayormente acerca de ella⁴.

2.1. CULTIVOS TRADICIONALES

2.1.1. Evolución Histórica a Nivel Nacional

El Cuadro 1, ilustra el rango de superficie ocupada por cada uno de los catorce cultivos tradicionales en el período 1973-80. Debe destacarse que, por un lado, ha existido una relativa estabilidad del área total dedicada a estos rubros y, por otra parte, se evidencia una fuerte variabilidad experimentada por el área de cultivos individuales⁵.

2.1.2. Perspectivas 1981-1985

El Cuadro 2 entrega antecedentes respecto a rentabilidad de producción de cultivos tradicionales bajo condiciones de costo unitario bajo, medio y alto.

CUADRO 1
SUPERFICIE OCUPADA POR CULTIVOS TRADICIONALES EN EL PERIODO 1973-80 A NIVEL NACIONAL

Area Cultivated with Traditional Crops at the National Level 1973-80

Cultivo	Superficie Mínima	Superficie Promedio	Superficie Máxima
Arroz	13,2	31,5	47,1
Avena	74,8	83,9	96,6
Cebada	46,0	60,6	79,8
Centeno	7,3	9,5	11,4
Maíz	91,6	109,6	130,4
Trigo	432,2	590,1	697,6
Maravilla	5,1	16,7	32,4
Raps	23,9	43,3	59,6
Remolacha	11,1	34,4	63,8
Arveja	8,5	14,7	17,5
Garbanzo	7,1	12,7	20,6
Lenteja	19,5	34,5	53,0
Fréjol	73,9	96,4	117,7
Papa	68,4	83,7	93,3
Total 14 Cultivos	1.078,8	1.221,7	1.302,1

FUENTE: INE.

⁴Obviamente las relaciones precio-costo variarán de año en año como resultado de la variabilidad de precios. La magnitud de las elasticidades precio de la oferta determinan que las desviaciones de la producción física en torno a los promedios son altas o bajas.

⁵Ver *Panorama Económico de la Agricultura*, varios números, para elaboraciones de esta naturaleza.

⁶Esto tiene su explicación en el hecho que la elasticidad precio agregada es baja, en tanto que la respuesta a cambios en precios relativos entre cultivos, suele ser mayor.

¹Ver Sección 2.4. para discusión detallada al respecto.

CUADRO 3
SUPERFICIE OCUPADA CON FRUTALES EN EL PAIS, POR REGIONES
Area Planted with Fruit Trees, by Region

Región	1975-76	1979-80	Variación Período
	En hectáreas		
Zona Norte	6.368	8.490	33
III	1.918	2.510	31
IV	4.450	5.980	34
Zona Centro Norte	54.209	74.570	38
V	12.870	13.940	8
A.M.	19.091	30.340	59
VI	22.248	30.290	36
Zona Centro Sur	13.858	15.670	13
VII	8.063	10.350	28
VIII	5.795	5.320	-8
Zona Sur	14.105	25.150	78
IX	6.869	11.020	60
x ²	7.236	14.130	95
Total	88.542	123.880	40
Tasa de Crecimiento Anual			8,8

FUENTE: INE. ODEPA.

¹Incluye la superficie total de frutales (huertos caseros e industriales).

²Excluye la provincia de Chiloé.

³En el período 1964-65/1975-76 la superficie aumentó de 79.221 a 88.542 (para las mismas regiones incluidas en este cuadro) lo cual implica una tasa de crecimiento anual de 1,0 por ciento.

CUADRO 2
COSTOS VARIABLES UNITARIOS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS TRADICIONALES EN CHILE Y SU RELACION CON EL PRECIO PROMEDIO DE LARGO PLAZO
Variable Costs of Traditional Crops and its Relation with Long Run Average Prices

Cultivo	Precio Hipotético ¹	Costo Variable Mínimo	Costo Variable Promedio	Costo Variable Máximo
	US\$ de Febrero de 1981/100 kg.			
Arroz	22,1	17,1	20,1	22,5
Avena	18,2	11,2	19,7	28,2
Cebada	23,2	11,2	19,7	28,2
Maíz	23,7	11,2	16,8	22,3
Trigo	29,9	13,5	33,1	32,7
Maravilla	34,7	28,4	36,7	44,9
Raps	40,8	30,5	43,6	56,6
Remolacha	4,8	2,7	5,5	8,2
Papas	19,0	7,9	15,9	23,8
Fréjol M. Interno	87,5	48,2	80,5	112,8
Fréjol Exportación	67,0	48,2	80,5	112,8
Garbanzo M. Interno	96,4	81,0	141,8	202,6
Garbanzo Exportación	88,5	81,0	141,8	202,6
Lenteja	106,5	47,0	73,0	100,7
Lenteja M. Interno	97,8	47,0	73,9	100,7
Lenteja Exportación				

FUENTE: Benedetti (1979) *Estudio de Alternativas de Producción Agropecuarias para la Zona Talca-Nuble*. Departamento de Economía Agraria, Universidad Católica de Chile.

Para Arroz, Avena, Cebada, Maíz, Trigo, Maravilla, Raps y Remolacha el precio corresponde al promedio de los precios hipotéticos del período 1973-80, tasado en el supuesto de que el margen observado para el año 1980 (entre el precio interno y FOB.) se hubiera sostenido en el período 1973-80.

Para Papas y Leguminosas de mercado interno el precio hipotético corresponde al promedio de los precios domésticos (deflactados por IPC de Chile) del período 1974-80. Para Leguminosas de exportación el precio hipotético corresponde al promedio de los precios FOB (deflactados por IPC de USA) del período 1974-80.

Surgen dos conclusiones importantes:

Primero, bajo condiciones de costos variables unitarios promedio (rendimientos normales) la producción de *avena*, *maravilla*, *raps*, *remolacha*, *fréjol* (de exportación) y *garbanzos* no aparece como rentable. Sin embargo, con rendimientos altos (costos variables unitarios bajos) la producción de todos estos rubros cubre los costos variables. Esto significa que estos cultivos deberían concentrarse en regiones agroclimáticas apropiadas y dentro de éstas, en empresas que trabajan con un alto nivel tecnológico.

Segundo, aún en condiciones de alto costo variable unitario la producción de *arroz*, *maíz*, *lenteja* y *trigo* aparecen como rentables. Esto significa que dichos cultivos deberían expandirse a futuro especialmente en regiones con aptitud para producirlos.

2.2. FRUTALES

2.2.1. Evolución Histórica a Nivel Nacional

EL Cuadro 3 ilustra la superficie ocupada en frutales en el país, en dos momentos en el tiempo: 1975-76 y 1979-80. Se observa que la superficie total plantada creció a una tasa de 8,8 por ciento anual entre esos años en tanto que la tasa de crecimiento histórico entre 1964-65 y 1975-76 fue de sólo 1 por ciento anual.

Las especies que más se ha expandido entre 1974 y 1979 son *uva de mesa* (15 por ciento anual), *nogales* (5,1 por ciento), *ciruelas* (3,9 por ciento), *manzanas* (3,7 por ciento) y *almendras* (3,5 por ciento). Paltos, cerezos y naranjos han crecido a tasas menores, en tanto que perales, limoneros y damascos prácticamente no han sufrido variación. Los *duraznos* han disminuido en superficie.

2.2.2. Evolución Histórica a Nivel Regional

Del mismo cuadro anterior, debe destacarse:

Primero, el hecho que más de un 30 por ciento de la superficie actual plantada se encuentra ubicada entre la VII y la X Región. Y segundo, que estas plantaciones aparentemente "marginales" estén creciendo a una alta tasa. Esto último aparece extraño por cuanto se trata de plantaciones tipo "casero" (principalmente manzanares para elaboración de sidra) y de baja rentabilidad.

Existen opiniones técnicas contradictorias con respecto al potencial frutícola de la zona centro sur del país. En la actualidad, se han realizado estudios por parte de CORFO y SER-

PLAC regionales que analizan la factibilidad de frutales menores (especialmente "berries") en esta región. Esta es una alternativa aparentemente viable de explorar.

2.2.3. Perspectivas 1981-85.

La pregunta que surge en torno al futuro del subsector frutícola no es en relación a la capacidad agroclimática del país para incrementar sus plantaciones, sino más bien a la capacidad de absorción de la demanda (interna y externa) para enfrentar un eventual incremento de la oferta.

El Cuadro 4 entrega antecedentes respecto a rentabilidad de diversas plantaciones frutales

CUADRO 4

PRECIOS HISTORICOS Y PRECIO MINIMO AL CUAL SE OBTIENE
UNA RENTABILIDAD DE 15 POR CIENTO EN FRUTALES¹

Historical Prices and Minimum Prices Needed to Get a 15 per Cent Rate of Return in Fruit Production

	Distancia de Plantación	Nivel de Producción	Precio Mínimo ²	Precio Histórico ³	Relación Precio Mínimo/Histórico
			Para un TIR de 15%	Período 1973-80	
Metros			US\$ de febrero de 1981/kg		
Almendros	7 × 7	Normal	3,07	3,43	
		Bueno	2,26	3,43	0,90
		Muy bueno	1,82	3,43	0,66
Cerezos	8 × 8	Normal	0,89	2,34	0,38
		Bueno	0,41	2,34	0,18
		Muy bueno	0,10	2,34	0,04
	8 × 4	Normal	1,22	2,34	0,52
		Bueno	0,65	2,34	0,28
Ciruelos para deshi- dratar	6 × 6	Normal	1,59	1,25	1,27
		Bueno	1,38	1,25	1,10
		Muy bueno	1,22	1,25	0,98
Ciruelos consumo fresco	6 × 6	Normal	0,68	1,00	0,68
		Bueno	0,60	1,00	0,60
Duraznos y Nectarines	5 × 6	Normal	0,50	0,88	0,57
		Bueno	0,44	0,88	0,50
		Muy bueno	0,39	0,88	0,44
Limones	6 × 6	Normal	0,76	0,46	1,65
		Bueno	0,49	0,46	1,07
Manzanos	8 × 8	Normal	0,49	0,51	0,96
		Bueno	0,31	0,51	0,61
	8 × 4	Normal	0,55	0,51	1,08
		Bueno	0,34	0,51	0,67
	5,5 × 4	Normal	0,44	0,51	0,86
		Bueno	0,28	0,51	0,55
	Muy bueno	0,19	0,51	0,37	
Perales	6 × 6	Normal	0,67	0,50	1,34
		Bueno	0,41	0,50	0,82
		Muy bueno	0,28	0,50	0,56
	6 × 4	Normal	0,73	0,50	1,46
		Bueno	0,41	0,50	0,82
Uva de Mesa	4 × 4	Normal	0,57	0,88	0,65
		Bueno	0,44	0,88	0,50
Nogal	12 × 12	Normal	3,15	2,85	1,11
		Bueno	2,27	2,85	0,80
	9 × 8	Normal	2,48	2,85	0,87

Vol. 10, No. 1, 1981

Continuación CUADRO 4

	Distancia de Plantación	Nivel de Producción	Precio Mínimo ²	Precio Histórico ³	Relación Precio Mínimo/Histórico
			Para un TIR de 15%	Período 1973-80	
Metros			US\$ de febrero de 1981/kg		
Paltos (Hass)	10 × 10	Normal	0,88	0,95	0,93
		Bueno	0,65	0,95	0,68
		Muy bueno	0,49	0,95	0,52
Paltos (fuertes)	10 × 10	Normal	1,32	0,95	1,39
		Bueno	1,01	0,95	1,06
		Muy bueno	0,81	0,95	0,85
Naranjos	8 × 8	Normal	0,31	0,33	0,94
		Bueno	0,23	0,33	0,70

Elaborado por el Departamento de Economía Agraria.

Elaborado a partir de la información publicada en *Panorama Económico de la Agricultura* N° 5 (julio 1979) y antecedentes de ODEPA. Corresponden a los precios publicados en el Cuadro 4, página 10, de *Panorama Económico de la Agricultura* N° 5, deflactados a moneda del período que se indica.

Corresponde al precio promedio de embarque de exportación del período 1973-80, excepto paltos y naranjos que corresponde al precio de mercado interno del período 1975-80.

Considerando niveles tecnológicos alternativos evaluados a los precios promedios históricos relevantes para el destino de cada especie frutal. Surgen de esta información varios comentarios:

Primero, con rendimientos normales la gran mayoría de las especies frutales factibles de producirse en el país son rentables, considerando una tasa de costo de capital inferior al 15 por ciento real anual. La excepción la constituyen *perales para deshidratar, limones, perales, nectarines y ciertas variedades de paltos*. Incluso en estas especies la producción puede ser rentable con niveles de producción superiores a normal.

Segundo, las especies más promisorias desde el punto de vista de rentabilidad son *cerezos, ciruelos, nectarines y uva de mesa*.

Tercero, hay una cantidad importante de plantaciones frutales nuevas cuya producción incipiente no ha tenido impacto en los precios de mercados. En consecuencia, plantaciones adicionales no deben considerar los actuales precios de mercado sino aquellos que se esperan en el futuro. En el caso de frutas de mercado interno los incrementos de oferta que ocasionan los desplazamientos de demanda in-

terna deberán necesariamente acarrear bajas en los precios reales. Por su parte, la experiencia de los últimos años indica que el mercado internacional de frutas exportables no está absorbiendo las crecientes exportaciones a precios fijos (incluso en dólares nominales) sino que muestra ligeros síntomas de saturación.

Cuarto, existe "cautela" por parte del sector frutícola en el sentido de postergar plantaciones nuevas hasta no evaluar en la práctica la capacidad de absorción del mercado (interno y externo) frente a las plantaciones actualmente existentes. Por esta razón, estimamos que la expansión frutícola en el período 1981-85 será bastante más moderada que la experimentada en los últimos años.

2.3. VIÑAS

2.3.1. Evolución Histórica a Nivel Nacional y Regional

El Cuadro 5 entrega antecedentes respecto a superficie plantada con viñas viníferas a nivel nacional y regional. Merecen destacarse dos aspectos. En primer lugar, el hecho que el sector se encuentra desde hace muchos años

CUADRO 5
SUPERFICIE OCUPADA CON VIÑAS VINÍFERAS¹

Area Devoted to Vineyards

Región	1974	1979	Variación Período 1974-79
	En hectáreas		
Zona Norte	3.516	3.806	8
III	660	647	-2
IV	2.856	3.159	11
Zona Centro Norte	24.100	23.023	-4
V	1.736	1.795	3
A.M.	9.774	8.990	-8
VI	12.590	12.238	-3
Zona Centro Sur	82.726	80.561	-3
VII	42.324	40.840	-4
VIII	40.402	39.721	-2
Zona Sur	490	531	8
IX	490	531	8
X	—	—	—
Total	110.832	107.921	-3
Tasa de Crecimiento Anual			-0,5

FUENTE: SII, SAG.

¹Excluye patronales para uva de mesa.

estabilizado en una superficie aproximada de 100.000 has. Y *segundo*, el que prácticamente un 80 por ciento de la superficie plantada se encuentre localizado en la VII y VIII Región. Las perspectivas de este sector se discuten a continuación.

2.3.2. Perspectivas 1981-85

El sólo hecho que el sector vitivinícola no haya crecido durante décadas indica de por sí que este sector no es capaz de competir por el recurso suelo con otras actividades productivas. La pregunta que surge es si esta situación se mantendrá a futuro⁶.

La situación de la producción de vino en la zona centro norte del país (V a VI Región) es

⁶Sólo en parte esto puede atribuirse a la prohibición de plantar, dado que dicha prohibición en el fondo buscaba proteger artificialmente a un sector poco competitivo.

compleja, pero *poco promisoria* en la opinión de la mayoría de los entendidos entrevistados. En términos generales, se argumenta que en esta zona un *excelente viticultor* obtiene retornos económicos similares a un frutícola promedio en la misma zona, a aún bajo el promedio. Esto explica la contracción del área plantada con viñas en esta Región. Se estima que esta tendencia continuará. El mercado externo de vinos finos producidos en esta área es marginal y se considera que una parte importante de lo que se exporta en la actualidad se hace a pérdida. La falta de *volúmenes suficientes* para mejorar la presencia de mercado se esgrime como argumento; sin embargo, pareciera que la verdadera razón es una calidad insuficiente y heterogénea, en relación a la competencia externa.

La situación es aún menos promisoria en la zona centro sur, la que representa, como se dijo anteriormente, sobre un 80 por ciento de la

CUADRO 6
INDICADORES DE RENTABILIDAD DE VIÑAS VINÍFERAS EN LA VII REGION
Profitability Indicators for Wine Production in the VII Region

	Precio Mínimo para obtener un TIR de:		Precio Promedio Histórico ^{1,2}	Relación entre el Precio Mínimo y el Precio Promedio Histórico	
	15%	12%		15%	12%
	En US\$ de febrero de 1981/lt				
Viña Mecanizada con Riego	0,49	0,44	0,44	1,1	1,0
Viña Tradicional En Secano	0,57	0,50	0,44	1,3	1,1

FUENTE: Elaborado por el Departamento de Economía Agraria en base a Hurtado y Gálmez (1979) *Rentabilidad Potencial de las Unidades Agrícolas, Pecuarias y Forestales en la VII Región*.

¹Corresponde al promedio de precios del período 1973-80 deflactados por el IPC y convertido a dólares utilizando el tipo de cambio de febrero de 1981.

²En los últimos años el precio del vino, a nivel mayorista, ha estado aumentando de tal forma que en el año 1980 era de US\$ 0,51 por lt. y, en 1981 es US\$ 0,59 por lt.

superficie nacional con vinos. El Cuadro 6 entrega antecedentes de rentabilidad de producción de vino en esta región. Se concluye que *este rubro simplemente no es económicamente factible en esta región a los actuales costos de capital*. La introducción de cepas híbridas se ha planteado como alternativa, sin embargo, en la opinión de expertos consultados, el mercado para este tipo de vino no aparece claro.

En síntesis, la producción de vinos de Chile, salvo excepciones, aparece como una actividad deprimida y no se vislumbran, para el período analizado en este informe, vías claras de solución. En consecuencia, sería de esperar contracciones en el área cultivada, en la medida que los precios internos no sean suficientes para cubrir los costos variables de producción y no existan alternativas de uso rentable para suelo. Por esta última razón, es probable que las disminuciones de área sean inferiores en la zona centro sur que más al norte.

4. HORTALIZAS

4.1. Evolución Histórica a Nivel Nacional y Regional.

Desconcierta el hecho que en un sector aparentemente tan importante como el hortícola

ciento del valor de la producción sectorial— exista un nivel de información tan imperfecto. El Cuadro 7 entrega antecedentes respecto a superficie total ocupada con hortalizas en las diferentes regiones del país. Se observa que más del 65 por ciento de la superficie está localizada en la zona centro norte (V y VI Región más el Area Metropolitana). Además, en esta región la superficie hortícola *aumentó* entre 1975-76 y 1979-80, en tanto que disminuyó en todas las otras regiones del país. El *efecto neto* fue de una contracción del área hortícola nacional de un 5 por ciento durante ese período.

No se dispone en la actualidad de la composición por especie del área hortícola nacional. Las últimas cifras oficiales corresponden al Censo Nacional Agropecuario 1964-65. En 1974, las principales especies hortícolas comercialmente producidas eran *choclos* (9,6 miles de has.), *porotos granados* (8,0), *tomates* (5,8), *cebollas* (4,6), *arvejas* (3,8), *zapallos* (3,7) y *melones* (3,5).

PPEA (1976)⁷ entrega otros antecedentes respecto al sector hortícola chileno. Estima que en el período 1964-74 la superficie hortícola

⁷PPEA (1976). *El Sector Agrícola Chileno 1964-74*. Departamento de Economía Agraria, Universidad Católica de Chile.

CUADRO 7
SUPERFICIE OCUPADA CON HORTALIZAS Y FLORES

Area Devoted to Horticulture and Flowers

Región	1975-76	1979-80	Variación Período
	En hectáreas		
Zona Norte	6.326	5.690	-10
III	1.384	1.010	-27
IV	4.942	4.680	-5
Zona Centro Norte	49.600	57.150	15
V	13.623	16.750	23
A.M.	24.634	26.010	6
VI	11.343	14.390	27
Zona Centro Sur	18.454	10.980	-41
VII	8.271	6.260	-24
VIII	10.183	4.720	-54
Zona Sur	17.343	12.860	-26
IX	7.908	4.780	-40
X ¹	9.435	8.080	-14
Total	91.723	86.680	-5
Tasa de Crecimiento Anual			-1,3

FUENTE: INE, ODEPA.

¹Excluye la provincia de Chiloé.

total del país fue, en promedio, de 85.000 has. de las cuales 42.000 has. correspondían a hortalizas comerciales y 43.000 has. a hortalizas caseras. El valor de la producción de las hortalizas comercialmente producidas más el de las caseras ascendió en 1974, a 302 millones de US\$ (febrero 1981). Esto equivalía al 13,6 por ciento del valor del producto sectorial de ese año. De este porcentaje el 63 por ciento correspondió al aporte de la horticultura comercial; es decir, un 8,6 por ciento del valor agregado sectorial. En síntesis, de acuerdo a estas cifras la importancia del sector hortícola sería inferior a lo que ilustran las cifras oficiales.

2.4.2. Perspectivas 1981-85

Al margen de cual sea la efectiva contribución del sector hortícola al producto sectorial consideramos promisorias las perspectivas de este subsector para el período 1981-85. Nos referimos al desarrollo que experimentará la

horticultura comercial por cuanto el segmento de hortalizas caseras está excesivamente atomizado y por sus características socioeconómicas es de baja permeabilidad a la adopción de tecnología.

Nuestro optimismo al respecto se basa en las siguientes consideraciones.

Primero, la producción de hortalizas tiene como destino principalmente el mercado interno. Pese a lo que corrientemente se argumenta el crecimiento anual de esta demanda es del orden de 3 a 4 por ciento (por efecto ingreso y población), dependiendo de las especies. Las proyecciones de demanda por especie se presentan en el Cuadro 8. Es decir, el mercado será capaz de absorber incrementos importantes de la oferta aun sin recurrir al mercado externo.

Segundo, el mercado externo de hortalizas se encuentra en la actualidad virtualmente inexplorado con la excepción de ajos y cebollas en donde en 1980 se exportó un 27 y 14 por

CUADRO 8

PROYECCION DE LA DEMANDA NACIONAL DE HORTALIZAS PARA EL PERIODO 1981-85

Demand Projections for Horticultural Crops for the Period 1981-85

Especie	Unidad Física	Consumo Per Cápita/Año ¹	Elasticidad Ingreso ²	Consumo Total a Nivel Nacional ³					Crecimiento Anual		
				1978	1980	1981	1982	1983	1984	1985	%
Ajos	unids.	16,4	0,54	176,0	189,6	196,6	203,9	211,6	219,5	227,7	3,75
Cebollas	kilos	13,6	0,30	146,0	154,4	158,8	163,3	167,9	172,7	177,6	2,84
Lechugas	unids.	25,0	0,35	268,3	284,8	293,4	302,3	311,5	320,9	330,6	3,03
Repollos	unids.	4,3	0,35	46,2	49,0	50,5	52,1	53,6	55,3	56,9	3,03
Tomates	kilos	16,6	0,56	178,2	192,1	199,5	207,1	215,0	223,3	231,8	3,83
Zanahorias	unids.	52,4	0,40	562,4	599,2	618,5	638,4	659,0	680,2	702,1	3,22
Zapallos	kilos	7,9	0,30	84,8	89,7	92,2	94,9	97,5	100,3	103,2	2,84

FUENTE: Elaborado por el Departamento de Economía Agraria en base a antecedentes de INE e INE-CELADE.

¹Cifras calculadas a partir de la Encuesta de Presupuestos Familiares de INE, corresponde al consumo para el año 1978.

²Para Ajos, Cebollas y Tomates corresponde a elasticidades ingreso de Mujica y Martínez (1973) *Efecto de la Redistribución de los Ingresos en la Demanda por Alimentos: Chile 1970-1980* y para los demás productos corresponde a elasticidades ingreso de ODEPA (1968) *Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980*.

³Esta estimación se basa en el supuesto de que la población crece a una tasa de 1,7 por ciento anual y que el PGB crece a una tasa de 5,5 por ciento anual.

ciento de la producción, respectivamente. En opinión de expertos consultados, el país tiene posibilidades de exportar productos (y semillas) hortícolas. El escollo es de tipo técnico (calidad de producto) y de manejo. Estos aspectos han sido hasta el momento difíciles de abordar dada la baja capacidad empresarial que ha caracterizado al horticultor típico (parcelero poco receptivo a tecnología). Esto es solucionable en la medida que se interesen por esta actividad empresarios de mejor nivel, síntoma que ya se está percibiendo.

Tercero, pese a dificultad de obtener información confiable respecto a la rentabilidad de hortalizas producidas en adecuadas condiciones tecnológicas, se estima que dicha rentabilidad es alta y, en todo caso, competitiva con cultivos y plantaciones alternativas a que podrían dedicarse esos suelos⁸.

Cuarto, la gran mayoría de las hortalizas requieren de un período de maduración del proyecto relativamente corto, a diferencia de la inversión en frutales en donde deben transcurrir 4 a 5 años antes de entrar en producción comercial. A igualdad de rentabilidad de la inversión esto constituye una alternativa atractiva para el fruticultor potencial que mira con cautela la plantación frutal, por las supuestas dificultades de comercialización a que estaría enfrentado a futuro.

2.5. PECUARIOS Y PRADERAS

2.5.1. Evolución Histórica a Nivel Nacional

Como se anticipara anteriormente, el rubro pecuario contribuye con cerca de un 40 por ciento del producto sectorial y, sin duda, el subsector más importante de la agricultura nacional. De ahí la necesidad de analizar en mayor detalle la situación actual y sus perspectivas a futuro.

Las existencias de *bovinos*, luego de un fuerte descenso en 1976, se han expandido a una tasa de 2 por ciento anual⁹. Esto ha sido el

resultado de una caída en el beneficio en el período 1976-79, especialmente de hembras.

Simultáneamente, con la disminución en el beneficio de *bovinos*, ha ocurrido un aumento en el beneficio de otros pecuarios. El beneficio de *porcinos* y *aves* prácticamente se duplicó entre 1976 y 1979. En cuanto a *ovinos*, las existencias se han expandido a una tasa anual de 1,6 por ciento; en *porcinos* al 5,1 por ciento y en gallinas *ponedoras* a un 2,6 por ciento.

Respecto a la evolución de las *praderas* (artificialmente y mejoradas), la superficie ha disminuido en un 6 por ciento entre la temporada 1975-76 y 1979-80. Esto contrasta con la expansión de la masa ganadera nacional y refleja, a nuestro juicio, la situación crítica por la que ha atravesado la *inversión agropecuaria durante los últimos años. Como veremos, sin embargo, hay indicios que la situación se está normalizando en esta materia.*

2.5.2. Perspectivas período 1981-85

2.5.2.1. Carnes y Leche

A nuestro juicio —y lo fundamentaremos a continuación— las perspectivas del sector "carnes" estarán estrechamente vinculados al crecimiento de la *demanda interna*. El Cuadro 9 entrega los resultados de nuestras proyecciones de demanda por los diferentes tipos de carnes para el período 1981-85.

El crecimiento anual de la demanda por carne es, en general, alto como resultado de la *elasticidad ingreso* relativamente elevada de estos productos y, de una tasa de crecimiento proyectada para el ingreso *per capita* del período de 3,8 por ciento. *Los desplazamientos anuales de demanda serían de 4, 5, 5,8 y 7,6 por ciento para carne bovina, de cerda, ovina y de ave, respectivamente.*

No obstante, la magnitud de la tasa de crecimiento de la demanda por carnes, los niveles de consumo *per capita* resultantes son bajos (especialmente en cerdos y aves) en comparación a los de una muestra de países seleccionados. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 10.

En síntesis, los desplazamientos proyectados de la *demanda* exceden con creces la *tasa de incremento histórica* de la oferta, de acuer-

CUADRO 9
PROYECCION DE LA DEMANDA DE CARNE PARA EL PERIODO 1981-85
Demand Projections for Meats for the Period 1981-85

Carne	Beneficio 1980	Exportaciones 1980	Importaciones 1980	Consumo Aparente 1980	Elasticidad ingreso ¹	Consumo aparente en el Período 1981-85 ²				Crecimiento Anual	%	
						1981	1982	1983	1984			1985
						Miles de Toneladas						
Carne de Bovino	162,3	—	5,1	167,4	0,61	174,1	181,1	188,3	195,8	203,7	4,0	
Carne de Ovino	15,5	4,1	—	11,4	1,08	12,1	12,8	13,5	14,3	15,1	5,8	
Carne de Porcino	49,7	—	1,3	51,0	0,86	53,6	56,2	59,0	62,0	65,1	5,0	
Carne de Ave ³	98,9	0,2	2,9	101,6	1,54	109,3	117,6	126,6	136,2	146,5	7,6	
Total	326,4	4,3	9,3	331,4		349,1	367,7	387,4	408,3	430,4		

FUENTE: Elaborado por el Departamento de Economía Agraria en base a antecedentes de INE, Banco Central y ODEPA.

¹Mujica y Martínez (1973) *Efecto de la Redistribución de los Ingresos en la demanda por Alimentos: Chile 1970-1980*.

²Cifras calculadas a partir del supuesto que la población crece a una tasa de 1,7 por ciento anual y que el PGB crece a una tasa de 5,5 por ciento anual.

³Para el beneficio de aves se dispone de cifras sólo para el primer semestre de 1980, se supuso el mismo beneficio para el segundo semestre. Además se supuso que cada broiler equivale a 1,7 kg de carne faenada.

⁸Ver Hurtado y Gálmez (1979). *Rentabilidad Potencial de las Actividades Agrícolas, Pecuarias y Forestales en la III Región*. Programa de Postgrado en Economía Agraria. Universidad Católica de Chile.

⁹Esto según estimaciones de ODEPA. Ver próxima sección para un análisis de nuestras propias estimaciones de existencias.

CUADRO 10
CONSUMO PER CAPITA DE CARNE BOVINA, OVINA, PORCINA Y DE AVES EN
DISTINTOS PAISES¹

Meat Consumption per Person in Selected Countries

Año	Carne Bovina	Carne Ovina	Carne Porcina	Carne de Ave	Total
Chile	20,3	2,4	2,8	4,0	29,5
Argentina	87,5	3,7	9,3	8,1	108,6
Brasil	19,5	0,5	7,2	4,8	32,0
México	15,2	0,9	6,4	5,1	27,6
Venezuela	22,9	0,4	5,3	12,4	41,0
Canadá	51,3	1,1	24,3	20,3	97,0
Estados Unidos	58,7	0,8	27,0	23,8	110,3

FUENTE: CIAT (1980) *Latin America: Trend Highlights for CIAT Commodities*, pág. 21.

¹Las cifras corresponden al promedio del período 1975-77.

do a las cifras oficiales. A continuación, analizamos las perspectivas a futuro de la oferta doméstica.

Es de conocimiento general el hecho que la masa bovina nacional se encuentra en etapa de expansión, a partir de 1976. Esto es consecuencia, como se discutía anteriormente, de una tasa de extracción de hembras menor a la de *equilibrio* (necesaria para mantener constante la masa). El Cuadro 11 entrega antecedentes respecto a la tasa de crecimiento de las existencias a futuro en base a la aplicación de un modelo dinámico elaborado por Phillippi (1980)¹⁰. Se concluye que de *mantenerse tasas de extracción de hembras como las observadas en 1979 y 1980, las existencias bovinas* (y por ende el beneficio) *crecerían a tasas entre 4,8 y 7,4 por ciento anual*. Esto es mayor que el incremento de 4 por ciento anual que la *demanda interna* puede absorber a los actuales precios de mercado. En consecuencia, durante los próximos cinco años veríamos paulatinamente disminuir el nivel de precio de la carne bovina de sus actuales niveles CIF a los niveles FOB a que el país podría exportar. El problema esté en determinar cuál es ese precio FOB relevante para Chile y, si a ese nivel sería rentable exportar. Antes de abordar este aspecto analizare-

¹⁰Phillippi, B. (1980). Tasa de Extracción y Evolución de la Masa Ganadera: Un modelo simple. *Ciencia e Investigación Agraria*, Vol. 7, N° 2.

mos la rentabilidad de la producción de los rubros pecuarios en las actuales condiciones de mercado, es decir, actuando Chile como un importador neto de carnes.

Utilizando la metodología descrita en la sección 2, se procedió a calcular los precios hipotéticos que habrían regido para la carne *bovina* y *ovina* en el país en el caso de haber estado vigente la actual política *en el período 1973-80*.

Se concluye que en ambos tipos de carne los precios históricos han sido —en promedio— iguales o inferiores a los hipotéticos. Es decir, la apertura al comercio durante ese período *no habría significado un menor nivel de precios del que realmente existió*. Si el promedio de precios internacionales durante el período 1973-80 es un buen predictor del precio de equilibrio de largo plazo de la carne *bovina* y *ovina*, se concluye que el país puede operar con el actual grado de apertura al comercio (vigencia de prohibición de importar ganado *en pie*) *manteniendo su condición de importador neto* (precio interno nivelado al CIF relevante).

Estudios especializados (Muchnik (1977))¹¹ sostienen que la carne *bovina* proveniente de países libres de aftosa valdría aproximadamente un 30 por ciento más que su

¹¹Muchnik, E. (1977). The Economics of Foot and Mouth Disease Control and its Associated Externalities. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

CUADRO 11

TASAS DE EXTRACCION DE HEMBRAS Y DE CRECIMIENTO DE LA MASA BOVINA NACIONAL

Extraction Rat of Cows and Heifers and Rate of Growth of the National Herd

Año	Tasa de Extracción de Hembras	Tasa de Extracción de Equilibrio ¹	Tasa de Crecimiento de la Masa	Existencias Estimadas	
				ODEPA	Este Estudio
				Miles de Cabezas	
	En Porcentajes				
1975	28,9	22,6	-6,3	3.606	3.606
1976	26,6	22,6	-4,0	3.379	3.379
1977	20,0	22,6	2,6	3.413	3.245
1978	17,3	22,6	5,3	3.487	3.328
1979	17,8	22,6	4,8	3.575	3.505
1980	15,2	22,6	7,4	3.625	3.675
1981					3.945

FUENTE: Elaborado por el Departamento de Economía Agraria en base a antecedentes de INE y ODEPA.

¹Calculado en base a un modelo construido por Bruno Phillippi (1980). Tasa de Extracción y Evolución de la Masa Ganadera: Un Modelo Simple. *Ciencia e Investigación Agraria*, Vol. 7, N° 2.

equivalente de países con esta enfermedad. En la actualidad, el precio de la carne *bovina* en pie en Argentina (mercado con aftosa) y Australia (mercado libre de aftosa) es de 0,7 y 0,9 US\$ el Kg vivo (novillo), puesto mercado, en cada uno de los respectivos países exportadores. En consecuencia, el precio FOB relevante para la carne que Chile pudiera exportar sería del orden de 0,9 US\$/Kg vivo, equivalente novillo. *Esto significaría una disminución cercana al 30 por ciento en relación al actual precio interno del novillo*.

En síntesis, los antecedentes anteriores permiten sostener que los excesos de oferta que pudieran generarse en carne *bovina* serían factibles de exportarse pero sólo a precios bastante inferiores a los vigentes hoy en el mercado interno.

En caso de carne *bovina*, de *cerdo* y de *ave* es diferente al de bovinos, por cuanto *estimamos que los incrementos anuales de la oferta se gustarán de aquí en adelante a los desplazamientos anuales de la demanda* (5,8; 5,0 y 7,6 por ciento anual para ovinos, cerdos y aves, respectivamente). Ello, no obstante el comportamiento histórico de la oferta en el período 1976-79 en donde la producción de carnes blancas prácticamente se duplicó en 3 años. A

nuestro juicio, a los actuales niveles de precio, la rentabilidad de producción de *cerdos* y *broilers* es baja y probablemente negativa para el caso de aves, lo que debiera llevar a una contracción de la industria, en busca de economías de escala.

En consecuencia, no parece razonable asumir que el sector de carnes blancas continuará en los próximos 5 años expandiéndose a tasas que deterioren aún más el actual nivel de precios.

2.5.2.2. Praderas

Como se adelantó en la sección 2.5.1., el stock de praderas *artificiales* y *mejoradas* disminuyó entre 1975-76 y 1979-80 de 1,4 a 1,3 millones de há. Esto es claramente contradictorio con la evolución de las existencias bovinas y ovinas durante el período. En consecuencia, proyectamos una expansión en el área con praderas durante los próximos años.

3. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El objetivo de esta artículo ha sido analizar en detalle la situación actual y perspectivas de cada uno de los rubros de importancia. A conti-

nuación se presentan las conclusiones que surgen de este estudio.

Primero, en materia de cultivos tradicionales estimamos que se expandirá el área cultivada con arroz, maíz, lentejas y trigo, por cuanto son rubros que aún bajo condiciones cambiantes desfavorables son rentables de producirse. El área dedicada a avena, maravilla, raps, remolacha, fréjol (de exportación) y garbanzos debería tender a contraerse de forma tal de mantener constante el área total dedicada a cultivos tradicionales. La evidencia histórica muestra que este total es muy estable en el tiempo.

Segundo, en materia de producción frutícola la gran mayoría de las especies factibles de producirse en el país son rentables. Las especies más promisorias serían cerezos, ciruelas, nectarines y uva de mesa. Las menos rentables serían ciruelos (deshidratado), limones, perales, nogales y ciertas variedades de paltos. Pero incluso estas especies son rentables de producirse con rendimientos superiores a los "normales" estipulados en este informe.

No obstante las conclusiones anteriores, se estima que la expansión frutícola en el período 1981-85 será bastante inferior a la del período precedente, dada la actitud de "cautela" de los fruticultores con respecto a los precios internacionales a que podría venderse lo actualmente plantado, que aún no entra en producción.

Tercero, salvo excepciones constituidos por viñas que han logrado una buena diferenciación de producto (viñas "de marca") la producción de vinos a granel aparece como una actividad poco rentable y sin vías claras de

solución. El mercado externo con los actuales niveles de exportación no es una alternativa muy relevante para el exportador.

Cuarto, estimamos promisorias las perspectivas del sector hortícola en el período 1981-85. La demanda interna permite absorber incrementos de oferta de 3 a 4 por ciento anual sin deprimir los actuales niveles de precios. El mercado externo está aún inexplorado, excepto por ajos y cebollas, rubros actualmente con tendencia declinante. Expertos consultados confirman la hipótesis que la producción hortícola en adecuadas condiciones tecnológicas compite en rentabilidad con muchas especies frutales. La gran ventaja de las hortalizas es tener un período de maduración de la inversión bastante menor al de los frutales.

Quinto, en materia de productos pecuarios, las perspectivas de crecimiento son también promisorias. La demanda interna crecería a tasas de 4, 5,8; 5,0 y 7,6 por ciento anual en carne bovina, ovina, porcina y de ave, respectivamente. Tanto en cerdo como en ovinos y aves, estimamos que la oferta crecerá como máximo a las mismas tasas que la demanda, lo que permite mantener los niveles actuales de rentabilidad. En carne bovina, sin embargo, los incrementos de oferta anuales excederán los de la demanda. Los precios internacionales FOB que enfrentaría el país para vender sus eventuales excesos de oferta serían substancialmente inferiores a los actuales. Lo anterior lleva a pensar que la expansión de la oferta interna se irá regulando de tal forma de evitar que el país se convierta en un exportador neto de carnes.

Vol. 10, N° 1, 1983

EVOLUCION RECIENTE Y PERSPECTIVAS DEL SECTOR LECHERO

RECENT EVOLUTION AND PERSPECTIVES OF THE DAIRY SECTOR¹

CRISTIAN ZEGERS P.²

SUMMARY

The Chilean Dairy Sector has been experiencing important fluctuations since 1970. Within this pattern of behavior began 1980, when the sector's perspectives were positive, although posterior changes in both the general economic environment and dynamic forces of the cattle sector generated a mayor shift in the supply of milk and a decrease in milk prices paid to farmers. In this framework the article reviews, in the first place, the main statistics for milk deliveries to processing plants and the manufacturing of dairy products; next, it analyzes the role of powder milk purchased by the National Health Service (S.S.S); and ends with the presentation of the short-run perspectives of the dairy sector.

INTRODUCCION

En enero de 1980 se señaló (ver *Panorama Económico de la Agricultura* N° 8) que la actividad lechera en el país presentaba una perspectiva favorable como consecuencia de la adecuación en la estructura productiva de la industria, el incremento en la masa bovina de leche, del incremento en el ingreso de los consumidores y del efecto positivo del cambio en las normas de rotulación sobre las compras de leche fresca, especialmente durante los meses de invierno. También se indicó en esa oportunidad, que se esperaba un aumento en la recepción de leche en planta, aunque este aumento estaría asociado al comportamiento de la relación de precios entre la leche y la carne.

El sector lechero en 1980 y comienzos de 1981 se desarrolló dentro del marco previsto. Sin embargo, durante el resto de 1981 y en lo que va corrido de 1982 han ocurrido cambios significativos en la economía nacional que jus-

tifican realizar un nuevo análisis de perspectivas para esta actividad. Con este propósito se revisarán los antecedentes sobre la recepción de leche en plantas y sobre elaboración de productos lácteos; se presentarán cifras sobre las compras de leche en polvo efectuadas por el Servicio Nacional de Salud, para terminar realizando un análisis sobre las perspectivas generales del rubro lechero.

RECEPCION DE LECHE EN PLANTAS

A partir de 1970 las entregas de leche de los productores a las plantas procesadoras han evolucionado cíclicamente, alcanzando niveles máximos en los años 1971, 1977 y 1981 (con recepciones de 571, 607 y 661 millones de litros de leche) y mínimos en 1973 y 1979 (441 y 519 millones de litros, respectivamente) (ver Cuadro 1). La leche recibida en plantas durante el primer semestre de 1982 ha experimentado

¹ Versión Preliminar en *Panorama Económico de la Agricultura* N° 25.

² Profesor titular del Departamento de Economía Agraria de la Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Fecha de Recepción: 6 de diciembre de 1982.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile en el N° 315/82.

CUADRO 1

RECEPCION DE LECHE EN PLANTAS ENTRE 1970 Y EL PRIMER SEMESTRE DE 1982

Milk deliveries to plants between 1970 and the first semester of 1982

Año	Recepción de Leche en Plantas	Porcentaje de Cambio
	miles de lts.	%
1970	525.949	+ 1,26
1971	571.203	+ 8,60
1972	506.365	-11,35
1973	441.702	-12,77
1974	522.821	+18,37
1975	579.960	+10,93
1976	593.942	+ 2,41
1977	607.753	+ 2,33
1978	557.025	- 8,35
1979	519.147	- 6,80
1980	592.240	+14,08
1981	661.358	+11,67
1 ^{er} Semestre 1981	322.285	- 0,82
2 ^{do} Semestre 1981	339.073	+ 5,21
1 ^{er} Semestre 1982	267.043	-21,24

FUENTE: En base a estadísticas de ODEPA

una fuerte disminución (-17,1 por ciento), si se la compara con igual período del año anterior, tendencia que se está manteniendo en la Décima Región, aún durante el segundo semestre del presente año y que debiera afectar las entregas del primer semestre de 1983. Todo esto hace pensar que la recepción total de 1982 disminuirá entre 80 y 100 millones de litros, ubicándose en una cifra del orden de los 570 millones de litros.

El crecimiento de la oferta de leche ocurrido entre 1977 y 1981 estuvo concentrado en los distritos lecheros de Santiago (+17,4 por ciento), Biobío (+23,8 por ciento), Valdivia (+35,0 por ciento), Osorno (+12,6 por ciento) y Chiloé (+27,1 por ciento); en tanto que para el resto del país las entregas de leche a plantas disminuyeron.

Simultáneamente con la evolución anterior, se produjo una disminución en la estacionalidad de la oferta predial como consecuencia de cambios en los sistemas de manejo y de alimentación del ganado. Estos cambios en la

estructura de la producción se hicieron posible al liberalizarse, en 1975, el precio de la leche. Esto permitió a las plantas incentivar la producción de leche en los meses críticos, disminuyendo de este modo la relación entre los meses de mayor y menor recepción desde 6:1 en 1974 a 2,7:1 en 1981. Con este fin, entre 1976 y 1979, las plantas mejoraron tanto los precios ofrecidos a los productores como su relación dentro del año, que en el caso de la Décima Región representó precios de invierno dos veces superiores a los de verano. Esta tendencia en los precios se alteró en 1980 y 1981 con el crecimiento de la oferta predial, observándose una baja en los precios reales pagados, especialmente durante los meses de invierno (ver Cuadro 2).

Las fluctuaciones observadas en la recepción de leche se explican parcialmente por los factores que determinan las tendencias de largo plazo de la ganadería nacional¹ y, en parte, por fuerzas coyunturales. En la presente temporada se ha dado un conjunto de factores que están determinando la menor recepción de leche. Entre estos destacan: 1) el importante incremento en el beneficio de vacas (p. ej.: en los primeros nueve meses de 1982 el faenamiento de vacas en Lo Valledor fue 62,5 por ciento más alto que en el mismo período de 1981); 2) un impacto rezagado de la fuerte caída del precio de la leche durante 1981 (ver Cuadro 2); 3) el cierre de algunas plantas lecheras (ULA y LECHENUBLE); 4) la salida del mercado de productores con entregas diarias inferiores a 50 litros en algunos distritos durante la primavera y verano pasado; 5) la mayor fabricación de queso en predios; 6) un inferior nivel nutricional del ganado como consecuencia de una menor fertilización y uso de concentrados, y 7) el alto nivel de endeudamiento de muchos productores lecheros que les impide incurrir en costos operacionales adecuados para mantener su nivel normal de producción.

¹Ver *Panorama Económico de la Agricultura* N°s 19 y 21 y CORFO-UC (1982). *Estructura Económica y Perspectivas de la Producción Bovina*. Trabajo realizado por el Departamento de Economía Agraria de la Universidad Católica para la Gerencia de Desarrollo de CORFO.

CUADRO 2

RECEPCION NACIONAL DE LECHE EN PLANTAS Y PRECIOS RECIBIDOS A PRODUCTORES EN LA DECIMA REGION EN LOS MESES DE ENTREGA MAXIMAS Y MINIMAS

National deliveries of milk to plants and prices received by producers in the Tenth Region in the highest and lowest delivery months

Año	Recepción Mensual		Relación entre Recepción Máxima y Mínima	Precio Promedio × Región en Meses de Recepción		Relación entre Precios Promedios Máximos y Mínimos
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima	
	Miles de Lts.			\$ Dic. 81/Lt.		
1976	87.299	17.980	4,86:1	5,44	10,97	2,02:1
1977	85.023	20.875	4,07:1	5,46	10,42	1,91:1
1978	85.712	19.039	4,50:1	5,91	12,11	2,05:1
1979	78.911	21.331	3,70:1	6,57	13,04	1,98:1
1980	84.385	24.903	3,39:1	6,39	11,94	1,87:1
1981	82.951	30.611	2,71:1	4,84	8,73	1,80:1

FUENTE: Departamento de Economía Agraria en base a estadísticas de ODFPA.

ELABORACION DE PRODUCTOS LACTEOS

Para elaborar productos lácteos la industria utiliza leche fresca, leche en polvo, sólidos grasos y otras materias primas basadas en requerimientos técnicos y económicos. Es por ello que efectuar un balance de materias primas es importante para evaluar el comportamiento de las plantas procesadoras. Uno de los balances más sencillos consiste en comparar los requerimientos de leche de los productos fabricados con los niveles de leche recibida por las plantas². Los cálculos efectuados se presentan en el Cuadro 3, pudiendo observarse que en Chile la industria necesita un volumen de materias primas lácteas superior a la oferta predial, aunque esta diferencia ha decrecido en 1980 y 1981 hasta ubicarse la recombinación y reutilización interna de sólidos lácteos en niveles del orden del 8 por ciento de la recepción nacional.

Este descenso en la relación elaboración-recepción refleja una menor recombinación de leche en polvo, en respuesta a las nuevas normas de rotulación y al crecimiento de la oferta

²Para ello se utilizaron los coeficientes de transformación publicados en CORFO-CTL (1977). *Estudio de Comercialización y Mercado de Leche y Productos Lácteos*. Vol. IV Anexos Estadísticos.

predial en los años 1980 y 1981. Esto se comprueba al revisar las cifras por empresas incluidas en el Cuadro 4, entre las cuales destaca el cambio significativo ocurrido en SOPROLE, la empresa más importante en el mercado de productos frescos, la cual baja su relación elaboración-recepción desde 1,36:1 en 1977 hasta prácticamente 1:1 en 1981. En cambio, las

CUADRO 3

REQUERIMIENTOS DE LECHE EQUIVALENTE DE LA INDUSTRIA NACIONAL

Milk equivalent requirements of the dairy industry

Año	Requerimientos de Leche de los Productos Lácteos Elaborados	Relación Elaboración-Recepción Nacional
1975	672.074	1,16:1
1976	660.957	1,11:1
1977	685.018	1,13:1
1978	637.908	1,15:1
1979	577.263	1,11:1
1980	636.851	1,08:1
1981	713.134	1,08:1

FUENTE: Departamento de Economía Agraria, Universidad de Católica de Chile.

CUADRO 4

RECEPCION TOTAL DE LECHE Y ELABORACION DE PRODUCTOS LACTEOS EN 1977 Y 1981 PARA LAS EMPRESAS LECHERAS MAS IMPORTANTES

Total milk deliveries and processing of dairy products in 1977 and 1981 by the most important dairy firms.

Empresa	1977			1981		
	Recepción Total ^a	Elaboración Productos	Relación Elaboración Recep. Total	Recepción Total(1)	Elaboración Productos	Relación Elaboración Recep. Total
	Miles de Equivalentes			Miles Lts. Equivalentes		
Chiprodal	134.499	148.681	1,11:1	154.300	168.416	1,09:1
Soc. Agr. Loncoche	35.719	38.852	1,09:1	115.434 ^b	125.103 ^b	1,08:1
Calo	72.303	80.145	1,11:1			
Soprole	47.754	64.983	1,36:1	89.232	87.281	0,98:1
Lechera del Sur	97.254	99.824	1,03:1	76.362	84.965	1,11:1
Colun	46.065	48.854	1,06:1	75.200	78.712	1,05:1
Dos Alamos	47.421	52.614	1,11:1	53.742	60.173	1,12:1

FUENTE: Elaborado en base a estadísticas de ODEPA.

^aLa recepción total de leche considera tanto la recepción directa como los traspasos de leche entre empresas.

^bIncluye la recepción y elaboración de productos en la ex planta de la Cooperativa Agrícola y Lechera de Osorno, en la ciudad de Osorno.

restantes empresas analizadas, que elaboran principalmente productos no afectados por la nueva norma de rotulación, mantuvieron valores bastante semejantes para esta relación en los dos años comparados.

Desde el punto de vista del destino de la leche proveniente de productores nacionales, el producto más importante para el sector es la elaboración de leche en polvo —especialmente aquella con 26 por ciento de grasa— ya que emplea aproximadamente el 45 por ciento de la oferta predial; aunque su importancia a partir de 1980, tal como se comentara, ha decrecido (ver Cuadro 5). El segundo lugar en importancia, lo ha pasado a ocupar, desde 1980, la elaboración de quesos, producto que ha crecido sostenidamente, llegando a absorber el 25 por ciento de la leche recibida en plantas, en tanto que las leches fluidas se ubican en el tercer lugar al haber mantenido una elaboración del orden de 130 millones de litros anuales, cantidad que, en todo caso, resulta bastante inferior a los 165 millones alcanzados en 1974.

Estos tres productos: leche en polvo, quesos y leche fluida, utilizan cerca del 90 por ciento de la leche comprada por la industria, destinando el remanente a la elaboración de otros productos lácteos. Entre estos últimos el yoghurt es el producto que ha mostrado mayor dinamismo, al haberse multiplicado por siete su nivel de fabricación entre 1975 y 1981. La leche condensada, que hasta 1979 presentaba una tendencia positiva, se vio perjudicada en 1980 por el alza en el precio del azúcar y por la eliminación del derecho específico que la protegía de las leches subsidiadas, factores que hicieron caer su fabricación en 64 por ciento en los últimos dos años. La reciente decisión, que fuera anunciada por el Ministro de Agricultura en la inauguración de FISA-82 de imponer un derecho específico a las importaciones de este producto devuelve competitividad a la producción nacional beneficiando directamente a los agricultores de Los Angeles y a CHIPRODAL, empresa que denunció la existencia de subsidios de importación para las leches condensadas.

CUADRO 5

UTILIZACION DE LECHE Y MATERIAS PRIMAS LACTEAS POR LOS DISTINTOS PRODUCTOS LACTEOS^a

Utilization of milk and dairy raw products by the different processed products

Producto	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
	En Porcentajes						
Leche en Polvo	54,7	52,6	49,9	47,7	39,6	45,6	44,8
Queso	15,7	17,2	20,8	19,9	23,0	21,8	25,1
Leches fluidas	21,9	20,9	19,1	20,7	23,8	20,6	18,8
Subtotal	92,3	90,7	89,8	88,3	86,4	88,0	88,7
Yoghurt	0,5	0,9	1,3	1,5	2,3	2,8	3,5
Quesillo	1,5	1,8	1,9	2,3	2,8	3,0	2,5
Leche Condensada	2,0	3,4	3,3	4,0	4,8	3,0	1,4
Mantequilla	2,3	1,8	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4
Resto Productos	1,4	1,4	2,0	2,4	2,3	1,8	2,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FUENTE: Departamento de Economía Agraria, Universidad Católica de Chile.

^aEn base a Kgs. Totales.

En cuanto a los principales fabricantes de los distintos productos lácteos, durante 1981 (ver Cuadro 6) se tiene que para las leches en polvo enteras —con 26 o más por ciento de materia grasa— más de la mitad de la producción proviene de CHIPRODAL, en tanto que para las leches en polvo descremadas y semidescremadas, las empresas más importantes son la Sociedad Agrícola LONCOCHE (30,4 por ciento) y COLUN (24,4 por ciento). En el caso de los quesos destaca COLUN con un 27,8 por ciento de la elaboración total, seguido por DOS ALAMOS (17,6 por ciento), la Sociedad Agrícola LONCOCHE (15,7 por ciento) y LECHERA DEL SUR (13,6 por ciento). En las leches fluidas aparece nítida la posición líder de SOPROLE con 42 por ciento del mercado nacional³, ubicándose a continuación la Sociedad Agrícola LONCOCHE y LECHERA DEL SUR con 14,6 y 12,7 por ciento, respectivamente. En el caso del yoghurt vuelve a repetir-

se el primer lugar de SOPROLE (63,5 por ciento del total), aunque con una participación decreciente respecto de 1979 —cuando alcanzó a tener el 72 por ciento del mercado— ante el lanzamiento de productos fermentados por LECHERA DEL SUR y de DOS ALAMOS, empresas que contribuyeron con 12,7 y 9,7 por ciento, del abastecimiento total, respectivamente. En mantequilla, los principales fabricantes nacionales son la Sociedad Agrícola LONCOCHE (20,2 por ciento), COLUN (18,3 por ciento) y CHIPRODAL (13,0 por ciento), aunque esta última empresa no distribuye a consumidores mantequilla bajo su marca.

EL SERVICIO NACIONAL DE SALUD Y EL SECTOR LECHERO

El Programa Nacional de Alimentación Complementaria del Servicio Nacional de Salud (SNS) es de gran importancia para la actividad lechera, al haberse constituido en el principal demandante individual de productos lácteos del país. Es así como en 1981 el SNS

³Las estadísticas disponibles no permiten indicar una cifra precisa sobre la participación de SOPROLE en el mercado de Santiago, aunque actualmente esta participación se ubicaría entre 60 y 65 por ciento.

CUADRO 6

IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS DISTINTAS EMPRESAS EN LA ELABORACION DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS LACTEOS EN 1981

Relative importance of the different dairy firms in the manufacturing of the principal dairy products in 1981

Producto	Chiprodal	Soc. Agr.	Soprole	Lechera	Colun	Dos	Resto
	Incalim	Loncoche ^a		del Sur		Alamos	Empresas
En Porcentajes							
Leche en Polvo 26-28% M.G.	52,5	19,4	0,0	13,2	5,1	7,2	2,6
Otras Leches en Polvo	16,9	30,4	0,0	8,5	24,4	7,5	12,3
Quesos	0,0	15,7	0,0	13,6	27,8	17,6	25,3
Leches Fluidas	5,1	14,6	42,0	12,7	1,3	0,0	24,3
Yoghurt	0,0	0,1	63,5	12,7	2,4	9,7	11,7
Quesillo	0,0	0,0	66,2	0,0	0,6	0,0	33,2
Leche Condensada	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mantequilla	13,0	20,2	10,0	5,9	18,3	6,4	26,2

FUENTE: Departamento de Economía Agraria en base a estadísticas de ODEPA.
^aIncluye planta CALO de Osorno.

adquirió leche en polvo de origen nacional equivalente a 85,9 millones de litros de leche de agricultores o 13 por ciento de la recepción en plantas procesadoras.

Las adquisiciones del año 1982 superan en 39 por ciento a las del año anterior, al expresarse en litros de leche equivalente. Este mayor nivel de compras junto a la menor oferta pre-dial del presente año, llevará al SNS, durante 1982, a adquirir sobre el 20 por ciento de la recepción de leche en plantas procesadoras (ver Cuadro 7).

Por otra parte, los precios de las ofertas adjudicadas constituyen un importante elemento en la determinación del precio que las plantas ofrecerán a los agricultores, esperándose que los precios promedios de la Décima Región en el período noviembre de 1982 a mayo de 1983 fluctúen entre 11,5 y 13,5 centavos de dólares por litro al cotizar el SNS en esta moneda. Desviaciones respecto de estos montos dependerán de los precios de venta que tengan los otros productos elaborados por la industria, de las variaciones que experimente

el poder adquisitivo de los consumidores y del poder en el mercado que tengan las distintas empresas procesadoras.

Dados los grandes volúmenes de leche en polvo que compra el SNS, es de vital importancia para la industria lechera el conocer en forma anticipada las políticas nutricionales del SNS, así como las fechas de las licitaciones. En este sentido la decisión de llamar a propuesta en el mes de agosto último —a pesar de los problemas que se suscitaron en esa oportunidad— es altamente beneficiosa para el sector al haberse realizado antes del comienzo de la nueva temporada de producción, siendo de esperar que el SNS continúe en el futuro llamando a licitaciones en esa fecha.

El SNS ha venido comprando leche en polvo con dos tenores grasos⁴ —26 y 12 por ciento de materia grasa— dependiendo de los grupos poblacionales que busca beneficiar. En todo caso, los volúmenes más importantes corres-

⁴Aunque en las últimas licitaciones de 1981 y 1982 ha requerido sólo aquella con 26 por ciento de materia grasa.

CUADRO 7

PRECIOS Y CANTIDADES DE COMPRA DE LECHE EN POLVO POR EL SNS Y SU RELACION CON LA PRODUCCION NACIONAL

Prices and quantities of milk powder purchased by S.N.S. and its relation to national production

Año	Compras de Leche en Polvo del SNS			Producción Nacional Ton.	% Prod. Nacional Adjudicada SNS
	Precio Promedio US\$ Dic. 81/Ton.	Ton.	Ton.		
Leche en Polvo 26% Materia Grasa					
1976	2.084	500	10.480	27.272	38,4
1977	2.342	1.700	13.415	28.694	46,8
1978	2.193	—	11.640	24.915	46,7
1979	1.851	3.400	10.414	18.942	55,0
1980	2.118	4.096	8.041	21.782	36,9
1981	2.042	3.000	9.469	29.411	32,2
1982 ^a	2.134	140	14.090	—	—
Leche en Polvo 12% Materia Grasa					
1976	1.558	—	4.630	4.860	95,3
1977	1.874	150	4.755	4.308	110,4
1978	1.572	—	5.090	5.478	92,9
1979	1.684	—	2.970	3.677	80,8
1980	1.666	300	2.425	3.348	72,4
1981	1.670	965	534	2.322	23,0
1982	—	—	—	—	—

FUENTE: Departamento de Economía Agraria en base a antecedentes de la Central de Abastecimiento del SNS.
^aIncluye 2.720 toneladas de la licitación 45/82.

ponden al producto con 26 por ciento de grasa, para el cual las compras nacionales han oscilado entre 8.041 toneladas en 1980 y 14.090 toneladas en 1982 (ver Cuadro 7). Es característico que estas licitaciones consideren una alternativa de importación, lo que explica que en algunos años se haya comprado producto extranjero. Estas últimas adquisiciones son fuertemente criticadas por los productores nacionales, quienes presionan para que estas compras se reduzcan a un mínimo o sólo se efectúen en los meses de invierno cuando la oferta nacional es insuficiente.

Las adquisiciones del SNS de leche en polvo con 26 por ciento de grasa a plantas nacionales han representado entre un 32,2 y un 55,0 por ciento de la producción nacional. En cambio, en el caso de la leche en polvo con 12 por ciento de materia grasa, el SNS compra casi toda la

producción nacional, salvo en 1981 cuando las 534 toneladas adquiridas correspondieron sólo al 23 por ciento del total producido en el país.

En el Cuadro 8 se presenta un resumen de las empresas lecheras que se han beneficiado de las licitaciones de leche en polvo, incluyendo además, los totales adjudicados y elaborados por las distintas empresas en el período 1976-1981. En el caso de la leche en polvo con 26 por ciento de grasa los mayores volúmenes corresponden a LECHERA DEL SUR con 16.984 toneladas, ubicándose a continuación LONCOLECHE⁵ con 13.957 toneladas y CHIPRODAL con 13.353 toneladas. Sin embargo, las diversas firmas se diferencian entre sí ya que algunas han elaborado este producto prin-

⁵Adjudicaciones entre 1976 y 1980 correspondientes a los anteriores propietarios de esta empresa.

principalmente para el SNS (casos en DOS ALAMOS, LECHERA DEL SUR y de la Sociedad Agrícola LONCOCHE en 1982); en tanto que otras empresas destinan mayoritariamente su producción al mercado comercial (casos de CHIPRODAL, COLUN y de CALO hasta 1980).

Entre 1976 y 1981 los principales proveedores de leche en polvo con 12 por ciento de materia grasa fueron LECHERA DEL SUR (6.955 toneladas), la antigua LONCOLECHE (3.280 ton.) y la ex CALO (2.809 ton.). Al igual que para la leche entera en polvo, CHIPRODAL y COLUN, junto a COPALCA, han elaborado mayoritariamente este producto para mercados comerciales o para ser utilizado como insumo en otros productos industriales.

Al analizar la información del Cuadro 8, obtenida de la Central de Abastecimiento del SNS, llama la atención el que algunas empresas hayan entregado productos que se suponían de origen nacional en volúmenes significativamente superiores a las cantidades elaboradas, según las estadísticas publicadas por ODEPA.

Este es el caso de la antigua administración

de LONCOLECHE para leches en polvo enteras y semidescremadas y para LECHE ÑUBLE en el caso de las leches en polvo con 12 por ciento de materia grasa. Problemas como los anteriores no se han detectado en los últimos años lo que permite suponer un mejor control por parte del SNS.

PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD LECHERA

Las perspectivas del sector lechero se encuentran asociadas a un conjunto de factores, entre los cuales destacan: 1) las existencias de vacas; 2) el comportamiento de la relación de precios entre la leche y la carne; 3) el precio del dólar; 4) los aranceles de importación; 5) la tasa de interés y los niveles de endeudamiento; 6) el grado de concentración en la industria; 7) las compras de leche del Servicio Nacional de Salud, y 8) el ingreso de los consumidores.

Con respecto a las existencias de vacas, se espera para 1982 un aumento de 50 a 60 por ciento en la tasa de extracción sobre el nivel anormalmente bajo que alcanzó durante 1981.

CUADRO 8

CANTIDADES DE LECHE EN POLVO ADJUDICADAS A EMPRESAS LECHERAS Y SUS NIVELES DE ELABORACION. TOTALES PARA EL PERIODO 1976-1981
Quantities of milk powder assigned to bidding dairy firms and their manufacturing levels.
Totals for the period 1976-1981

Empresa	Leche en Polvo 26% M.G.			Leche en Polvo 12% M.G.		
	Adjudicaciones ton.	Elaboración ton.	Adjudicación Elaboración %	Adjudicaciones ton.	Elaboración ton.	Adjudicación Elaboración %
Chiprodal	13.353	72.378	18,5	1.470	5.195	28,3
Soc. Agr. Lech. Loncoleche (1981)	3.565	5.908	60,3	—	—	—
Calo (1976-80)	5.180	15.678	33,0	2.809	3.065	91,6
Loncoleche (1976-80)	13.957	10.598	131,7	3.280	584	561,6
Lechera del Sur	16.984	24.617	69,0	6.955	6.241	111,4
Dos Alamos	7.490	9.040	82,9	1.770	2.278	77,7
Colun	2.350	7.218	32,6	1.900	4.258	44,6
Copalca	1.680	3.316	50,7	770	1.668	46,2
Leche Ñuble	800	1.835	43,6	1.450	701	206,9

FUENTE: Departamento de Economía Agraria en base a estadísticas de ODEPA y Central de Abastecimiento del SNS

Este mayor beneficio de vacas, en el presente año, ha estado afectando la oferta de leche proyectándose para 1982 una disminución en la recepción de leche de ochenta a cien millones de litros. Sin embargo, la existencia de vaquillas debe ser capaz de reemplazar las vacas extraídas, por lo que las existencias de hembras en el próximo año debieran ser similares a las de 1982. Este hecho hace pensar que en 1983 la oferta de leche no seguiría cayendo por este concepto.

En cuanto al comportamiento de la relación precio de leche precio de carne, ésta se ha mantenido a favor de la carne en los últimos años. Sin embargo, la fuerte caída en la oferta de leche durante 1982 ha hecho repuntar este precio, situación que debiera mantenerse hasta el próximo invierno, lo que debe frenar el deterioro relativo que venía ocurriendo en el precio de la leche.

El nuevo sistema de aranceles específicos recientemente promulgado para los productos lácteos, que varían entre 12,5 y 25 por ciento del valor CIF de los productos importados, aumenta el grado de protección a la actividad lechera nacional. La inclusión de la mantequilla y del queso entre los productos sujetos a derechos específicos otorga, por primera vez, protección contra los subsidios a los sólidos grasos de la leche. Esta decisión deberá mejorar el precio de la materia grasa, lo cual servirá de estímulo para aumentar su producción y mejorar la alimentación de las vacas. A este aumento en la protección deben sumarse los ajustes en el precio del dólar resultantes de todas las medidas que ha venido tomando el Banco Central desde junio de 1982, las cuales han redundado en un aumento en la competitividad de la producción láctea nacional al encarecer todas las importaciones en términos de moneda nacional.

Las altas tasas de interés que han predominado durante 1982 han dificultado el funcionamiento de agricultores y empresas lecheras. La situación financiera de los agricultores a comienzos del año fue analizada en el N° 23 de *Panorama Económico de la Agricultura* situación que debiera haberse deteriorado durante el transcurso del año. Las plantas procesadoras, por su parte, no han estado ajenas a este problema financiero, aunque en este momento exis-

ten fuerzas que están actuando en forma contrapuesta. Por un lado se observa un menor uso de fertilizantes y concentrados por parte de los productores, lo que deberá traducirse en un aumento de la estacionalidad y por ende en un aumento en los costos financieros; y por otro, la caída en la oferta predial que redundará en una menor generación de stocks en los meses de primavera y verano, lo que disminuirá la presión financiera de las plantas procesadoras.

La existencia de economías de escala y problemas financieros en varias empresas han resultado en el cierre de algunas plantas —su número ha disminuido de 40 en 1977, a 27 a comienzos de 1982— y en el aumento en la concentración de la industria. Un índice del grado de concentración, medido a nivel de la recepción de leche, muestra un aumento de 28,8 por ciento entre 1977 y 1981⁶.

En este momento al existir una contracción en la oferta, algunas plantas ubicadas en la zona sur están realizando esfuerzos adicionales para captar más leche, ofreciendo mejores precios, con el consiguiente beneficio para los productores. Sin embargo, cuando la oferta vuelva a expandirse esta situación de precios debiera alterarse, especialmente si a consecuencia de los mayores precios se debilita la posición financiera de alguna empresa en favor de aquellas mejor conectadas y con mayor respaldo financiero.

El Servicio Nacional de Salud además de comprar aproximadamente la mitad de la producción nacional de leche en polvo contribuye a sustentar los precios del sector. Por esta razón, la oportunidad en los llamados a licitación es de gran importancia para el sector, debiendo realizarse éstos antes del comienzo de la temporada de alta producción —mes de agosto— con lo cual se logra disminuir el grado de incertidumbre y mejorar la planificación del sector.

Respecto de la última licitación, cabe comentar que más de un tercio de las asignaciones correspondió a leches en polvo de Argentina, siendo este un producto y un país incluidos en la denuncia sobre competencia desleal presen-

⁶Índice de concentración = Suma de proporciones al cuadrado de la leche recibida por cada empresa. Este índice aumentó desde 0,1133 a 0,1459 entre 1977 y 1981.

tada por la SNA y FENALECHE en febrero del presente año. La demora del Banco Central en decidir sobre la demanda habría perjudicado al sector nacional en esta última licitación.

Una de las variables fundamentales para el comportamiento del sector es el nivel de ingreso de los consumidores. Desafortunadamente la fuerte caída del ingreso durante 1982 y el alto nivel de desocupación que actualmente se observa, restringe la demanda por productos lácteos. Sin embargo, el efecto negativo sobre los precios internos está siendo compensado en gran medida por la caída en la oferta de leche y por el encarecimiento de los productos lácteos

importados resultante de la devaluación del peso.

En resumen, las perspectivas de corto plazo para el sector pueden clasificarse de positivas, debiendo afirmarse aún más una vez que se reactive la economía. Adicional al apoyo que ya ha otorgado el Gobierno a este sector, están todas las medidas tendientes a asegurar una adecuada competitividad en los mercados lecheros, evitando en forma anticipada que ocurran prácticas destinadas a aumentar el grado de concentración en la industria, para no tener que lamentar posteriormente problemas de esta índole.

NORMAS PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS

- La Revista aparecerá en tres números anuales, que formarán un volumen. Cada número tendrá las siguientes secciones:
- Investigaciones.** Serán trabajos originales e inéditos sobre tema específico, en el cual se prueben hipótesis planteadas, siguiendo el método científico.
 - Notas de Investigación:** Aquellos artículos basados en aspectos de trabajos experimentales o investigaciones de cualquier tipo, que presenten un aspecto metodológico novedoso, o un resultado que el autor decida publicar antes que finalice totalmente la investigación, por considerarlo importante o relevante.
 - Ensayos y Revisiones Bibliográficas.** Aquellos artículos basados en una recopilación de artículos científicos o de investigación existentes, en que el autor ha aportado su opinión personal del tema tratado y ha establecido conclusiones respecto del estado actual del conocimiento del tema existente en el mundo a la fecha de escribir el artículo.
- La revista estará abierta a recibir colaboraciones de autores de otras universidades o institutos de investigación. Los trabajos enviados deberán ceñirse a las normas de publicaciones de la Revista y estarán sujetos a revisión por el Comité Editor o la persona que éste designe.
- Cada artículo debe constar de las siguientes partes: a) Título; b) Autor; c) Institución o unidad académica en que se realizó el trabajo; d) Summary; e) Introducción; f) Materiales y Métodos; g) Presentación de resultados y discusión; h) Conclusiones; i) Resumen y j) Literatura citada.
- Los trabajos deben ser mecanografiados a doble espacio, numerándose todas las páginas, incluso las de cuadros y figuras, debiéndose entregar un original y dos copias. Los cuadros deben ser lo más simple posibles, sólo con los datos esenciales. Cada Cuadro debe ser entregado en hoja aparte, con los pesos y medidas expresados en sistema métrico decimal y las temperaturas en grados Celsius. La leyenda debe ser mecanografiada en hoja aparte. Las fotografías deben ir con su título respectivo. El aumento correspondiente a las fotografías debe indicarse en la leyenda. Figuras, cuadros, gráficos, etc., deben ser dibujados en cartulina con tinta china negra (no aceptará escritura a máquina sobre este material).

NORMAS A APLICARSE EN CADA SECCIÓN DEL MANUSCRITO

- Seguirán las normas establecidas por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA).
- Título:** En mayúscula y con su traducción en inglés.
- Autor:** Nombre de pila y primer apellido. No se usarán títulos ni grados académicos. La información adicional puede hacerse en notas al pie de la página. Primera letra del nombre y del apellido en mayúsculas. Los nombres de los autores separados por coma.
- Introducción:** No debe exceder de 200 palabras. En ella se indicará el interrogante o problemática y las razones por las cuales se plantea.
- Notas al pie de página:** Deben enumerarse en forma continua a través de todo el artículo. Las correspondientes a los cuadros serán significadas con letras en forma individual para cada uno. Significancia de estadísticas se indica usualmente con asteriscos.
- Título de Texto:** Habrá tres tipos de títulos de texto. Sólo la primera letra de cada sustantivo será en mayúscula.
- Título principal:** aparecerá al centro de la página.
- Primer subtítulo:** aparece al margen izquierdo de la página en letra bastardilla (se señala subrayando en el manuscrito), al principio del párrafo en líneas aparte.
- Segundo subtítulo:** aparece en el margen izquierdo en letra bastardilla al principio del párrafo y separado por punto del resto del párrafo. Usar el tipo 3 preferencialmente.
- Citas en Literatura:** Como normas generales se usarán las indicadas por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) de la OEA (Redacción de Referencias Bibliográficas). Se harán en el texto de dos formas, dependiendo de la estructura de la frase.
- 1) Brown (1948) demostró en la cabra montés, y Archibald McClintock (1949 a, b) y Best *et al.* (1951) en bovinos, que...
- 2) Se ha demostrado en la cabra montés (Brown 1948) como también en bovinos Archibald McClintock, 1949 a b; Best *et al.* (1951), que...
- Literatura citada:** La literatura no publicada no se incluye en la lista de la literatura citada. Se coloca en el texto como comunicación personal o datos no publicados. En la lista de literatura citada se tomarán en cuenta las siguientes normas:
- Se posponen las iniciales de los nombres de los autores sólo para citar al primero de cada referencia. La lista de citas se hará por orden alfabético. Se usa el orden cronológico cuando existen varias publicaciones de los mismos autores, siempre que el nombre de los autores sea dado en el mismo orden. Sólo la primera palabra y los nombres propios comienzan con letras mayúsculas. En caso de libros, comienzan con mayúsculas todos los sustantivos o adjetivos sustantivados. También se anota la edición, la editorial y la ciudad de publicación. La abreviación de una revista citada no es seguida de coma.
 - Material gráfico:** Debe emplearse siempre que lo explicado no pueda expresarse fácilmente en el texto. El gráfico debe reemplazar al texto y no duplicarlo. Cuando se utilizan gráficos, cuadros, etc., deben ser claros, simples, concisos. Se debe seleccionar el mínimo de datos necesarios para mostrar los puntos que se desea enfatizar y así pueda ser analizado con facilidad. Los títulos principales irán en mayúsculas; no seguidos de punto y con su traducción al inglés. Esto deberá subrayarse. Cada columna tendrá su encabezamiento, e irá también traducido al inglés. Sólo la primera letra de estos títulos irá con mayúscula. Los asteriscos se usan solamente para indicar significancia y deben ir acompañados de notas al pie de la página. Para marcar otras notas al pie del cuadro deben usarse letras minúsculas. Evítense el uso de líneas verticales y de signos especiales. Las desviaciones estándares de promedio (errores estándares) se pueden agregar a los valores con un signo más o menos, pero para ello es conveniente usar una columna o líneas separadas. Las desviaciones estándares (de observaciones) no deben agregarse a los valores, pero deben aparecer en una columna o línea separada. Las técnicas estadísticas para hacer test de significancia entre varios valores se indican en Snedecor (1965), p. 251 y sig., y Steel y Torrie (1960), p. 106 y sig.
 - Figuras:** Mapas y figuras íntegramente dibujados con tinta china. Los originales no deberán ser más grandes que 21,5 x 27,5 cm. Deben enviarse dos ejemplares de cada uno. Las fotografías deben tener buenos contrastes. Los mosaicos fotográficos deben enviarse montados sobre una hoja de papel, totalmente terminados, con leyendas y numeración. Deben entregarse en hojas separadas numeradas con: Figura y su respectiva traducción al inglés, subrayada.
 - Material de estadísticas:** Las tablas deben ser usadas cuando los lectores necesitan números exactos o cuando el material no puede ser resumido. Los datos deben ser resumidos y analizados con métodos estadísticos que usen eficientemente la información de que se dispone.
 - Otros:** Usar sólo sistema métrico decimal. No usar mayúsculas en las palabras, cuadro o figura dentro del texto. Use números