



COMITÉ EDITORIAL
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CASILLA 6177
SANTIAGO-CHILE



CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA

VOLUMEN 16 N° 1-2

ENERO - AGOSTO 1989

ISSN 0304-5609

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

- Cultivares de Raps para Chile libre de ácido erúico en el aceite y glucosinolatos en el brácoli. II. Respuesta al manejo del germoplasma primaveral.
Patricio Parodi, Isabel Nebreda, Gustavo Rojas 3
- Efecto del destete precoz sobre el comportamiento en terneros alimentados con calostro fermentado. II.
Fernando García, Jorge Gómez, Lorena Sepúlveda 19
- Modelo simple para estimar el suministro de N en el suelo.
José Rodríguez, Francisco Matus 33
- Detección de flora nativa utilizada por abejas melíferas (*Apis mellifera*) como fuente de polen en Paine (Región Metropolitana, Chile).
Gloria Montenegro, Marcelo Schuck, Ané María Mujica, Sebastián Teillier 47
- Flora utilizada como fuente de polen por *Apis mellifera* en la provincia de Valdivia: Análisis cuantitativo de polen corbicular.
Jorge Sempe, Carlos Ramírez, Gloria Montenegro 55
- Efecto de las radiaciones de Cesio 137 sobre la mortalidad de *Naupactus xanthographus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) y *Brevipalpus chilensis*.
Luis Sazo, Carola Gerstle 65
- Efecto de las radiaciones de Cesio 137 sobre la fertilidad de hembras de *Naupactus xanthographus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae).
Carola Gerstle, Luis Sazo 69
- Evaluación de algunos factores predisponentes del desgrane o caída seca de bayas en postcosecha, en uva de mesa del cv. Sultanina (Thompson Seedless).
Jorge Pérez, Waleska Momberg, Pilar Bañados 75
- Efecto de la fertilización nitrogenada y el sombreado sobre la fructificación y necrosis de bayas en el cv. Sultanina (Thompson Seedless).
Jorge Pérez, Maximiliano Valdés 89
- Una estimación de la demanda de tractores en Chile, 1961-1986.
Edmundo Soto, Eduardo Saavedra, Gonzalo Edwards 99

NOTA DE INVESTIGACIÓN

- Determinación rápida de azúcares residuales en el vino.
Edmundo Bordeu, Carmen Pérez 107

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, FACULTAD DE AGRONOMÍA, SANTIAGO DE CHILE

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA

COMITÉ EDITOR

Osvaldo Paladines
José Rodríguez
Christian Krarup
Carlos Budge

Jorge Pérez
Horacio Urzúa, Editor
Irma Soza, Secretaría Ejecutiva

CONSULTORES TÉCNICOS

Han sido consultores técnicos del Volumen 15, además de
los Profesores de la Facultad de Agronomía, las siguientes personas:

Carrillo, Roberto
Coeymans, Juan Eduardo
Novoa, Rafael
Ossandón, Edgardo
Romero, Juan José
Toro, Haroldo
Valdivia, Vital

PROPIETARIO

FACULTAD DE AGRONOMÍA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Representante Legal
Juan de Dios Vial C.
Director Responsable
Eduardo Venezian Leigh

OFICINAS:

Vicuña Mackenna 4860
Santiago, Chile

Toda correspondencia relacionada a la revista debe dirigirse a:

all mail concerning this publication must be addressed to:

REVISTA CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA

Facultad de Agronomía

Casilla 6177

Santiago, Chile

SUSCRIPCIONES:

Terms of subscription:

Chile:

\$ 700

\$ 2.320

Extranjero:

Other countries:

US\$ 10 single number

US\$ 30 anual subscription

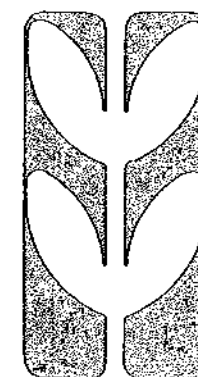
Abreviatura recomendada: Cienc. Inv. Agr.

AGRADECEMOS CANJE - WIR BITEN UM AUSTAUSCH - EXCHANGE

SOLICITED - ON DEMANDE L'ECHANGE - GRADIREMMO CAMBIO

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 implican una recomendación por parte de la Universidad.

CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA



Volumen 16 N°s 1-2

CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA

Enero - Agosto 1989

RESEARCH

Rapeseed cultivars for Chile free of erucic acid in the oil and glucosinolates in the meal. II. Response of spring germ plasm to some management practices.
Patricio C. Parodi, Isabel Nebreda, Gustavo Rojas.

Effect of early weaning on performance of calves fed fermented colostrum. Part II. Growth response.
Fernando García G., Jorge Gómez G., Lorena Sepúlveda.

A simple model for the estimation of soil N supply.
Francisco J. Matus, José Rodríguez

Plant species as pollen source for *Apis mellifera* in Paine, Metropolitan Region, Chile.
Gloria Montenegro, Marcelo Schuck, Ana María Mujica, Sebastián Teillier.

Plant species as pollen source for *Apis mellifera* in Valdivia: quantitative analysis of corvicular samples.
Jorge Sempe, Carlos Ramírez, Gloria Montenegro.

Cesium 137 effect on the mortality of *Naupactus xanthographus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) and *Brevipalpus chilensis* Baker (Acari: Tenuipalpididae).
Luis Sazo, Carola Gerstle.

Effect of Cesium 137 radiations on female fertility of *Naupactus xanthographus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae).
Carola Gerstle, Luis Sazo.

Evaluation of some predisposing factors on post-harvest berry drop of Thompson Seedless table grapes.
Jorge Pérez, Waleska Momberg, Pilar Bañados.

Effect of Nitrogen fertilization and chading on bud fruitfulness and necrosis of Thompson Seedless grapevines.
Jorge Pérez, Maximiliano Valdés.

Estimation of the demand for tractors in Chile, 1961-1986.
Raimundo Soto, Eduardo Saavedra, Gonzalo Edwards.

RESEARCH NOTES

Fast method for the determination of residual sugars in wine.
Edmundo Bordeu, Carmen Pérez.

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

CULTIVARES DE RAPS PARA CHILE LIBRES DE ÁCIDO ERÚCICO EN EL ACEITE Y GLUCOSINOLATOS EN EL AFRECHO.

2. RESPUESTA A ALGUNAS PRÁCTICAS DE MANEJO DEL GERMOPLASMA PRIMAVERAL¹

RAPSEED CULTIVARS FOR CHILE FREE OF ERUCIC ACID IN THE OIL AND GLUCOSINOLATES IN THE MEAL.

2. RESPONSE OF SPRING GERM PLASM TO SOME MANAGEMENT PRACTICES

PATRICIO C. PARODI, ISABEL M. NEBREDA M. Y GUSTAVO ROJAS L.

Departamento de Ciencias Vegetales

Facultad de Agronomía

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 6177, Santiago

SUMMARY

The agronomic success of a rapeseed field is expressed as high seed yield associated to high oil content. This goal is reached through the action and interaction of three sets of factors. The first one is constituted by the cultivar's specific genetic characters. The second one, by the agroecological and agrometeorological conditions of the location during the particular growing cycle. The third one depends on the farmer's decisions and actions, and are a consequence of his technical knowledge of the species and the cultivar.

This research was designed to analyze some management techniques and determine their effects on the performances of some spring rapeseed genotypes of the canola type, and the local cultivars Rapanui and Norin 16.

In a first experiment the canola genotypes BN2 and Westar, and Rapanui and Norin 16 as controls, were treated with four seed rates, 4, 6, 8 and 10 kg/ha and two row distances, 35.0 and 17.5 cm. At 35.0 cm BN2, Westar and Rapanui produced their highest yield with 6 kg/ha of seed; Norin 16 significantly decreased its yield with seed rates above 4 kg/ha. At 17.5 cm, Westar, Rapanui and Norin 16 yielded best with 6 kg/ha of seed; BN2 did it with 8 kg/ha. The 17.5 cm row distance induced an average yield increase of 16% over the 35.0 cm distance. There was no consistent response of the oil content to the influence of these variables.

Response to nitrogen and phosphorus fertilizers was analyzed in a second group of experiments. Canola genotypes BN1, BN2 and Westar, and the local cultivars Rapanui and Norin 16 were treated with four combinations of N and P₂O₅: 1 = N 60, P₂O₅ 150; 2 = N 90, P₂O₅ 180; 3 = N 120, P₂O₅ 210; 4 = N 150, P₂O₅ 240 kg/ha. All five genotypes produced their lowest yield with fertilizer treatment 1. Yield increments were associated to fertilizer increases in a semi-linear fashion in Westar and Norin 16; BN1, BN2 and Rapanui diminished their rate of increase

¹Investigación parcialmente financiada por Compañía Industrial, S.A. (INDUS) y Anilquímica, S.A.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile con el N° 09/87. Fecha de recepción: 7 de agosto de 1987.

between rates 3 and 4. The highest oil content was found with the lowest fertilizer rate in all five genotypes.

Finally, with the objective of determining the effect on yield produced by weeds, and identifying the most efficient herbicides, several pre and post planting compounds were studied on canola and conventional genotypes. It was shown that under proper weed control yields could be increased up to 78%.

INTRODUCCIÓN

El éxito agronómico de una siembra de raps se expresa en la obtención de un alto rendimiento de semilla asociado a un adecuado contenido de materia grasa, lo que se traduce en un elevado rendimiento de materia grasa. Esto se alcanza por la acción e interacción de tres conjuntos de factores.

El primer grupo está constituido por los caracteres genéticos propios del cultivar, logrados, introducidos y compensados mediante los procesos biotecnológicos del fitomejoramiento. Por ello, la elección del cultivar es crítica, tanto en lo que respecta a sus características absolutas, como en su adaptación a la localidad específica donde se lo va a sembrar.

El segundo conjunto de factores está fijado por las condiciones agroecológicas y agrometeorológicas de la localidad durante el ciclo en que se desarrolla el cultivo. Algunos de los componentes de este conjunto son controlables o al menos modificables por el productor. La mayoría, sin embargo, no lo son. El macrorrelieve topográfico, ciertas propiedades físicas del suelo y, en especial, factores climáticos tales como temperatura, duración e intensidad lumínica, intensidad y distribución de la precipitación, velocidad del viento, ocurrencia de granizo, etc., no responden significativamente a las acciones del productor. Existen además componentes biológicos, como enfermedades que carecen de control genético o químico cuya incidencia, favorecida por condiciones ambientales propicias, puede ser altamente destructiva.

En tercer lugar, se encuentra un grupo de factores que sí dependen de las decisiones y acciones del productor y que por lo tanto son consecuencia de su conocimiento del cultivo, denominados técnicas de manejo. Incluyen rotación de especies, preparación del suelo, profundidad y fecha de siembra, dosis de semilla,

distancia entre hileras, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades, fecha de cosecha, etc. El éxito de algunas de estas acciones depende también de la oportunidad con que son realizadas.

Dentro del curso de esta investigación se procuró identificar algunas de las técnicas de manejo que pudieran tener mayor efecto sobre la productividad del raps, expresada como rendimiento de semilla, contenido de materia grasa y rendimiento de materia grasa. Se trabajó con dosis de semilla, distancia entre hileras, fertilización y control y malezas. Los resultados que se presentan incluyen dos años de investigación en varias localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dosis de semilla y distancia entre hileras

Los genotipos canola Westar y BN2, y los cultivares locales Rapanuí y Norín 16, fueron sometidos a cuatro dosis de semilla, 4, 6, 8 y 10 kg/ha, y dos distancias entre hileras: 17,5 y 35,0 cm. Se usó el diseño experimental de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones. Las parcelas estuvieron formadas por cuatro surcos de 5 m de largo. Se determinó rendimiento de semilla, contenido de materia grasa y rendimiento de materia grasa. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan a nivel de 0,05.

Respuesta a la fertilización

Los genotipos canola BN1, BN2 y Westar, y los cultivares locales Rapanuí y Norín 16, fueron sometidos a cuatro combinaciones de nitrógeno (N) y P_2O_5 , las que expresadas en kilogramos de nutrientes por hectárea fueron las siguientes: 1 = N 60, P_2O_5 150; 2 = N 90, P_2O_5 180; 3 = N 120, P_2O_5 210; 4 = N 150, P_2O_5 240. El experimento se condujo por dos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dosis de semilla y distancia entre hileras

Las dosis de semilla recomendadas para el raps fluctúan entre 4 y 8 kg/ha, dependiendo de las condiciones en que se realizan las siembras. Bernedo (1985) considera que bajo condiciones normales, y con un buen manejo de factores como preparación del suelo, época de siembra, profundidad de siembra, control de insectos del suelo, etc., 4 a 6 kg/ha de semilla son suficientes para lograr una densidad de 40 a 50 plantas/m², que permiten un rendimiento óptimo.

La distancia entre hileras es también variable. Hasta hace algunos años el raps se sembraba a 50 cm entre hileras. Últimamente predomina la distancia de 35 cm, que se obtiene con el uso de disco alternado en las sembradoras cercaleras. Bernedo (1985) estima que este espaciamiento posibilita el uso eventual de cultivadores mecánicos y el control manual de las malezas (aporca). Además, agrega Bernedo (1985), permite una mayor aireación y captación de irradiación solar de las plantas y del suelo, pudiendo este hecho tener incidencia atenuante sobre el ataque de enfermedades fungosas. También se observa una tendencia de las plantas a reducir su crecimiento en altura, favoreciendo la ramificación y fructificación a más bajo nivel, disminuyendo la posibilidad de tendadura. La distancia alternativa, continúa Bernedo (1985), y que algunos técnicos y agricultores prefieren es de 17,5 cm, es decir, discos seguidos de la máquina sembradora. A su juicio, esta distancia se justifica en determinadas condiciones, por ejemplo: siembras de invierno tardías con riesgos de descalce, usando dosis altas de semilla; en siembras de primavera en suelos delgados o de baja fertilidad donde la planta no tiene condiciones para lograr un gran desarrollo y, en casos específicos, como cuando la maquinaria disponible tenga dificultad o no tenga capacidad para aplicar la dosis de fertilizantes recomendada con los discos alternados. Bernedo (1985) estima, finalmente, que la distancia entre hileras no es un factor muy importante, y que se pueden lograr buenos rendimientos con los dos sistemas. No obstante lo anterior, en otros países se ha deter-

minado en suelos trumaos en las localidades de Temuco, Niágara, Osorno y Rupanco. Se usó el diseño experimental de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones. Las parcelas estuvieron formadas por cuatro surcos de 5 m espaciados a 35 cm, con 70 cm de separación entre parcelas. Se cosecharon los dos surcos centrales. Se determinó rendimiento de semilla, contenido de materia grasa y rendimiento de materia grasa. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan al 0,05. Se realizó además un cálculo económico simple para determinar la utilidad marginal asociada a los incrementos en fertilización.

Control de malezas

En un primer experimento se sometió a los genotipos canola BN1, BN2 y Westar y a los cultivares locales Rapanuí y Norín 16 a tres tratamientos herbicidas: 1. Butisán S, 2,5 L/ha, aplicado como sellante de postsiembra. 2. Debrinol, 3 kg/ha, aplicado en presembrado. 3. Banvel D, 150 cm³/ha, aplicado cuando las plantas de raps tenían 8 cm de altura. El experimento se condujo en una localidad durante un año. Se usó el diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas estuvieron formadas por cuatro surcos de 5 m de largo espaciados a 35 cm, con 70 cm de separación entre parcelas. Se cosechó los dos surcos centrales. Se estimó el nivel de control de malezas en una escala de 1 a 5, donde 1 equivale a ningún control de malezas y 5 a total control de malezas. Se determinó la humedad del grano a la cosecha, el rendimiento de semilla, el contenido de aceite y el rendimiento de aceite. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan al 0,05.

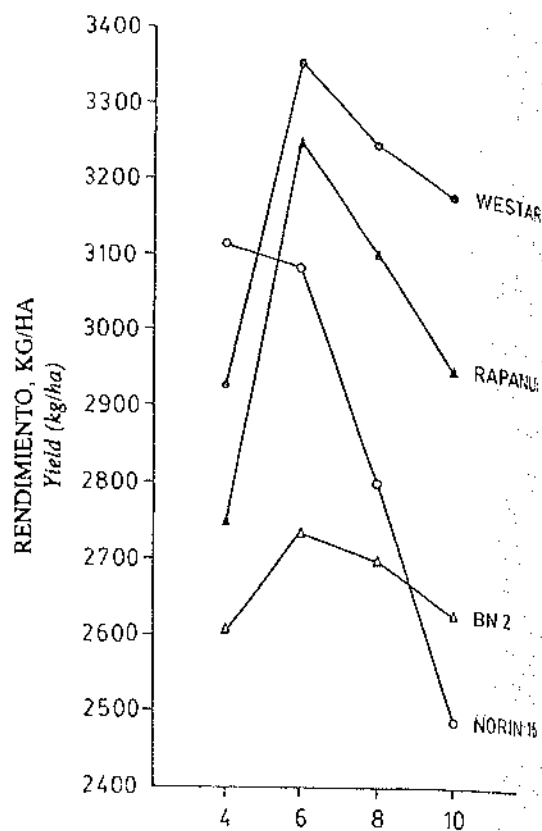
En un segundo experimento se estudió 21 tratamientos herbicidas de postsiembra y postsiembra incorporado, incluyendo dos o más dosis de cada compuesto, combinaciones con aceite, y usando horas diferentes de aplicación. Se incluyó además un testigo limpiado manualmente y un testigo enmalezado. Se determinó el rendimiento. Los datos se sometieron a análisis de varianza y prueba de rango múltiples de Duncan a nivel de 0,05.

minado que los mayores rendimientos se obtienen estrechando la distancia entre hileras. En Suecia, por ejemplo, las siembras comerciales de raps se realizan a 12 cm entre hileras.

En esta investigación se usaron dos distancias entre hileras, 17,5 y 35 cm, en combinación con cuatro dosis de semilla, 4, 6, 8 y 10 kg/ha.

En la Figura 1 se presenta el rendimiento de los genotipos BN2, Westar, Rapanuí y Norín 16, usando 4, 6, 8 y 10 kg/ha de semilla, y sembrando a 35 cm entre hileras, la distancia más comúnmente usada por los productores de raps. BN2, Rapanuí y Westar, aunque con distintos niveles de rendimiento tuvieron comportamientos similares. Todos produjeron su menor rendimiento con 4 kg/ha de semilla, 2.608, 2.749 y 2.925 kg/ha, respectivamente. Los tres cultivares también alcanzaron su máximo rendimiento con 6 kg/ha de semilla, 2.739, 3.246 y 3.352 kg/ha, respectivamente. Luego, todos decrecieron su rendimiento con 8 kg/ha, no significativamente en relación a 6 kg/ha en BN2, y significativamente en Rapanuí y Westar. El incremento de la dosis de semilla a 10 kg/ha indujo un deterioro adicional de rendimiento; ese valor no fue significativamente diferente del alcanzado con 4 kg/ha por BN2. En Rapanuí y Westar el rendimiento producido por la dosis de 10 kg/ha de semilla fue significativamente superior al alcanzado con 4 kg/ha. El comportamiento del cultivar Norín 16 fue diferente. Su mayor rendimiento lo alcanzó con una dosis de semilla de 4 kg/ha, 3.114 kg/ha; este valor fue estadísticamente similar al obtenido con 6 kg/ha, 3.088 kg/ha. Sin embargo, Norín 16 deterioró significativamente su rendimiento al usar la dosis de semilla de 8 kg/ha, a 2.799 kg/ha, y repitió ese comportamiento bajo la dosis de 10 kg/ha, llegando a un rendimiento de 2.487 kg/ha.

Esta información sugiere que, al usar el cultivar tradicional Norín 16, sembrado a 35 cm de distancia entre hileras, se obtendrían los mejores rendimientos con dosis de 4 a 6 kg/ha de semilla. Mayores dosis de semilla podrían provocar significativas reducciones de rendimiento. Por el contrario, en los genotipos BN2, Rapanuí y Westar, todos más modernos que Norín 16, la dosis de 6 kg/ha de semilla fue significativamente superior. Dosis mayores



DOSIS DE SEMILLA, KG/HA,
A 35 CM ENTRE HILERAS.
Seed rate (kg/ha) at 35 cm row distance

FIGURA 1
RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS BN2,
WESTAR, RAPANUÍ Y NORÍN 16, CON
CUATRO DOSIS DE SEMILLA A 35 CM
DE DISTANCIA ENTRE HILERAS
*Yield of BN2, Westar, Rapanui and Norin 16
genotypes treated with four seed rates,
at 35 cm row distance*

tendieron a deteriorar el rendimiento en relación a 6 kg/ha, pero fueron superiores estadísticamente a 4 kg/ha.

El comportamiento del rendimiento de estos cuatro genotipos, bajo las mismas dosis de semilla, pero sembrados a 17,5 cm de distancia entre hileras, se presenta en la Figura 2. El rendimiento de los cuatro genotipos fue menor

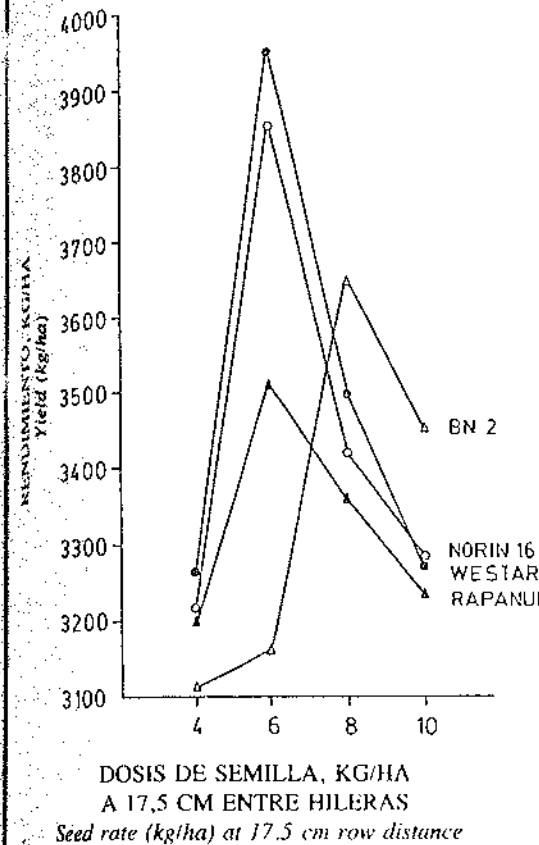


FIGURA 2
RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS BN2,
WESTAR, RAPANUÍ Y NORÍN 16 CON
CUATRO DOSIS DE SEMILLA A 17,5 CM
DE DISTANCIA ENTRE HILERAS
*Yield of BN2, Westar, Rapanui and Norin 16
genotypes treated with four seed rates,
at 17,5 cm row distance*

con 4 kg/ha de semilla. Rapanuí, Norín 16 y Westar alcanzaron su máximo rendimiento con 6 kg/ha de semilla, 3.514, 3.851 y 3.947 kg/ha, respectivamente; BN2 lo hizo con 8 kg/ha, 3.657 kg/ha. Con 8 kg/ha de semilla, sin embargo, Rapanuí, Norín 16 y Westar deterioraron significativamente su rendimiento en relación a 6 kg/ha. El rendimiento de Rapanuí y Westar, con 10 kg/ha de semilla no difirió estadísticamente del producto con 4 kg/ha. En esa misma comparación Norín 16 rindió significativamente más con una dosis de semilla de 10 kg/ha. BN2 presentó un mayor rendimiento con 10 kg/ha de semilla que con 4 y 6 kg/ha.

El análisis de estos datos sugiere que la dosis de semilla de 6 kg/ha es la más adecuada para lograr máximos rendimientos con los cultivares Rapanuí, Norín 16 y Westar, sembrados a 17,5 cm de distancia interhileras, y 8 kg/ha en el caso de BN2. Dosis menores y mayores que las señaladas indujeron significativos deterioros de rendimiento.

La más importante observación que se deriva de estos datos es la diferencia de rendimiento producida por las distancias interhileras. En efecto, el rendimiento promedio de los cuatro genotipos bajo las cuatro dosis de semilla, sembrados a 35 cm de distancia entre hileras, fue de 2.925 kg/ha. Al disminuir la distancia interhileras a 17,5 cm, el rendimiento promedio subió a 3.380 kg/ha, una diferencia de 455 kg/ha, equivalente a un incremento de rendimiento del 16%. Si se considera el rendimiento más alto de cada genotipo, en las cuatro dosis de semilla, sembrados a 35 cm, el valor fue de 3.113 kg; a 17,5 cm el promedio fue 3.742 kg/ha, una diferencia de 629 kg/ha, equivalente al 20%.

En la Figura 3 se compara el comportamiento de los cultivares Westar y Norín 16 sembrados a 35 y 17,5 cm de distancia interhileras. Westar rindió 337, 595, 380 y 73 kg/ha más con 4, 6, 8 y 10 kg/ha, respectivamente, sembrado a 17,5 cm de distancia. La máxima diferencia equivalió al 18%. Norín 16 rindió 98, 763, 621 y 595 kg/ha más sembrado a 17,5 cm, bajo las mismas dosis de semilla. La mayor diferencia equivalió al 25% más de rendimiento. Westar en consecuencia, fue algo más estable en su rendimiento que Norín 16, pero en ambos cultivares se observó una notoria ventaja de rendimiento al sembrar a 17,5 cm de distancia interhileras.

La respuesta del componente contenido de materia grasa a la distancia entre hileras y dosis de semilla no presentó un patrón consistente. Hubo, sin embargo, una tendencia al aumento en ambas distancias interhileras con 6 kg/ha de semilla. Los resultados se presentan en las Figuras 4 y 5.

El rendimiento de materia grasa se comportó en forma parecida al rendimiento de semilla. A 35 cm de distancia entre hileras, Figura 6, las curvas de Westar, Rapanuí y BN2 fueron similares, en el sentido que el mayor rendimiento se

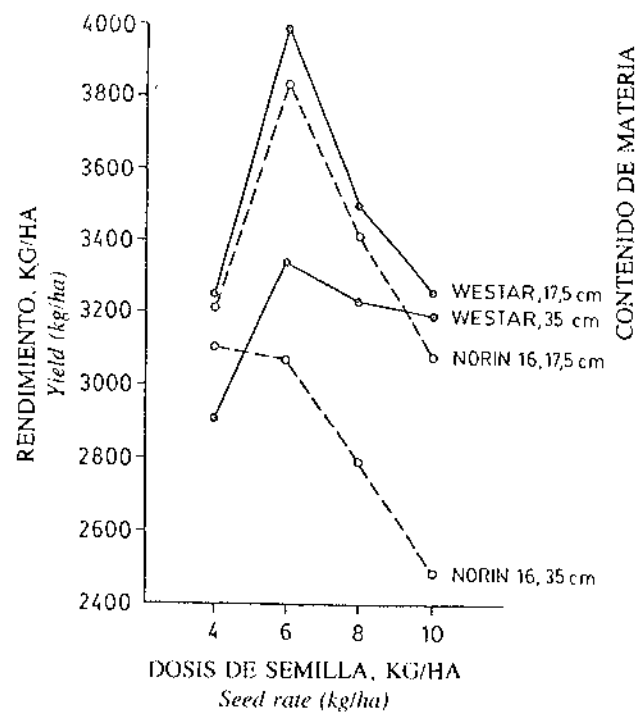


FIGURA 3
RENDIMIENTO DE LOS CULTIVARES WESTAR
Y NORIN 16, SEMBRADOS A 35 Y 17,5 CM
ENTRE HILERAS, BAJO CUATRO
DOSIS DE SEMILLA

*Yield of Westar and Norin 16 cultivars
treated with four seed rates,
at 35 and 17.5 cm row distance*

produjo con 6 kg/ha de semilla. La mayor productividad correspondió a Westar, excepto con 4 kg/ha de semilla, donde fue mayor el rendimiento de Norin 16 por 73 kg/ha. Este cultivar sufrió un deterioro consistente y significativo, desde 1.363 kg/ha con 4 kg/ha de semilla, hasta 1.103 kg/ha de materia grasa con 10 kg/ha de semilla, un menor rendimiento de 260 kg/ha, equivalente al 19%. Bajo hileras espaciadas a 17,5 cm, Figura 7, Westar, Norin 16 y Rapanui produjeron sus más altos rendimientos con 6 kg/ha de semilla 1.760, 1.695 y 1.494 kg/ha, respectivamente; BN2 lo hizo con 8 kg/ha, 1.575 kg/ha. En todos los genotipos, excepto Norin 16, el rendimiento de materia grasa observado con 10 kg/ha de semilla fue estadísticamente igual o superior al producido con 4 kg/ha. El rendimiento de materia grasa de Norin 16 bajo la dosis de semilla de 10 kg/ha fue significativamente el más bajo.

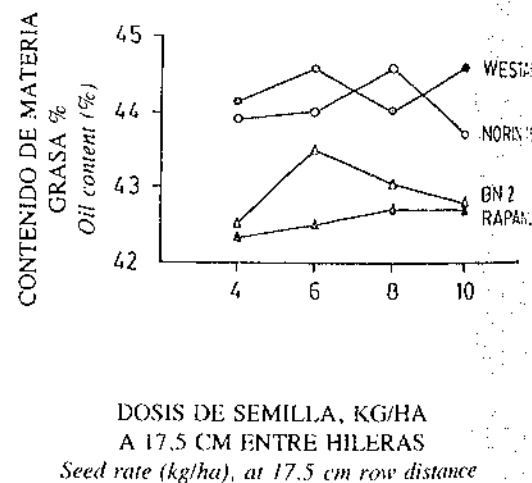
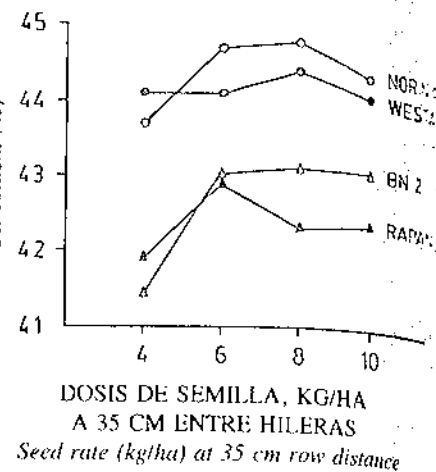


FIGURA 5
CONTENIDO DE MATERIA GRASA DE
LOS GENOTIPOS BN2, WESTAR, RAPANUI
Y NORIN 16, CON CUATRO DOSIS DE SEMILLA,
A 17,5 CM DE DISTANCIA ENTRE HILERAS

*Oil content of BN2, Westar, Rapanui
and Norin 16 genotypes treated
with four seed rates, at 17.5 row distance*

FIGURA 4
CONTENIDO DE MATERIA GRASA DE
LOS GENOTIPOS BN2, WESTAR, RAPANUI
Y NORIN 16, CON CUATRO DOSIS DE
SEMILLA, A 35 CM DE DISTANCIA ENTRE
HILERAS

*Oil content of BN2, Westar, Rapanui
and Norin 16 genotypes treated with four
seed rates, at 35 cm row distance*



Vol. 16 - No 1-2, 1991

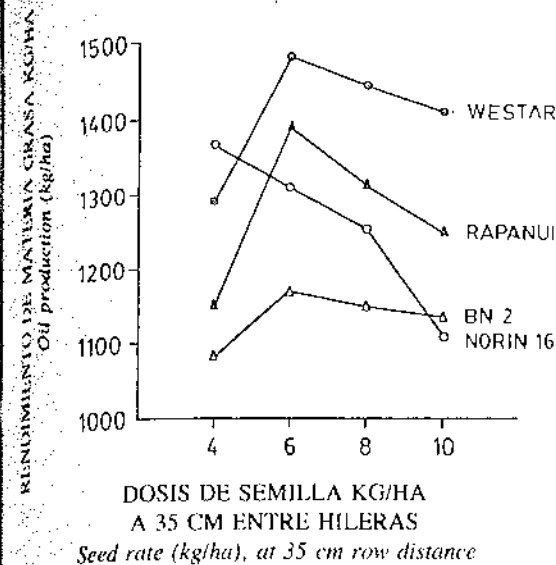


FIGURA 6
RENDIMIENTO DE MATERIA GRASA DE
LOS GENOTIPOS BN2, WESTAR, RAPANUI
Y NORIN 16, CON CUATRO DOSIS DE SEMILLA,
A 35 CM DE DISTANCIA ENTRE HILERAS

*Oil production of BN2, Westar, Rapanui
and Norin 16 genotypes treated with four
seed rates, at 35 cm row distance*

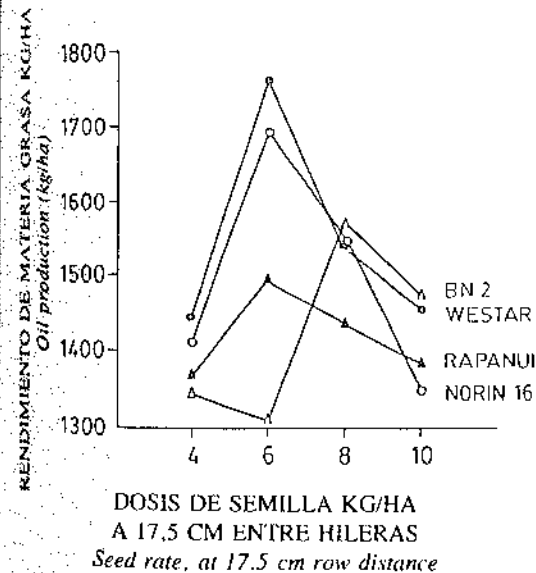


FIGURA 7
RENDIMIENTO DE MATERIA GRASA DE
LOS GENOTIPOS BN2, WESTAR, RAPANUI
Y NORIN 16, CON CUATRO DOSIS DE SEMILLAS,
A 17,5 CM DE DISTANCIA ENTRE HILERAS

*Oil production of BN2, Westar, Rapanui
and Norin 16 genotypes treated
with four seed rates, at 17.5 row distance*

Considerando que la mayor variación en el comportamiento de estos genotipos como respuesta a la distancia de siembra fue la del rendimiento de semilla, era esperable observar una variación comparable en el rendimiento de materia grasa. Así este parámetro también presentó mayores valores cuando el material se sembró a 17,5 cm entre hileras. El promedio de los cuatro genotipos, por sobre dosis de semilla, a 35 cm de distancia interhileras fue de 1.266 kg/ha de materia grasa; a 17,5 cm entre hileras del promedio fue de 1.471 kg/ha, un mayor rendimiento de 205 kg/ha de materia grasa, equivalente al 16%.

Como resultado de esta información la distancia de siembra de 17,5 cm entre hileras debería ser adoptada por los agricultores como una forma de incrementar su productividad de semilla y materia grasa. Esta menor distancia requerirá del uso de los cultivares apropiados y un eficiente control químico de malezas, ya que las limpiezas manuales o mecánicas no serían posibles.

Respuesta a la fertilización

La demanda de nutrientes del raps varía en relación a su potencial productivo. En el caso del nitrógeno (N), Rodríguez (1985) sostiene que se debe considerar en conjunto la demanda del cultivo y el suministro de N del suelo. Agrega que por las características de los suelos en que se cultiva raps, debe considerarse además fertilización fosforada (P).

Una vez decidida la dosis requerida de N y P, y en especial cuando se espera alcanzar un alto rendimiento, cabe anticipar en algunas situaciones una respuesta significativa a otros nutrientes. Indica además Rodríguez (1985) que dada la diversidad de situaciones que se deben enfrentar para tomar una decisión de fertilización, una dosis promedio de N y P en el raps resulta imposible e inconveniente. Las dosis podrían variar de 0 a 200 kg/ha en el caso del N, y de 60 a 450 kg/ha en el caso del P.

Para esta investigación se partió de la base que carecía de sentido práctico usar un tratamiento 0 kg/ha de N y 0 kg/ha de P_2O_5 como control, ya que los requerimientos del raps son siempre mayores que el suministro del suelo. Se usaron cuatro combinaciones de N y P_2O_5 ,

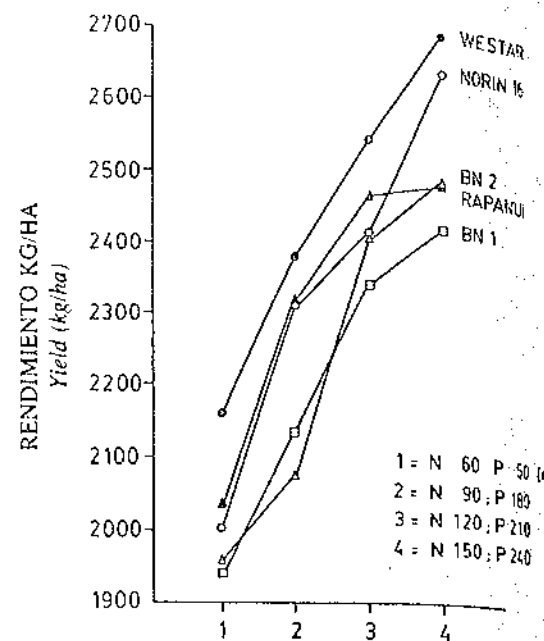
las que expresadas en kilogramos de nutrientes por hectárea fueron:

1 = N60, P₂O₅ 150; 2 = N90, P₂O₅ 180; 3 = N120, P₂O₅ 210; 4 = N150, P₂O₅ 240. En la discusión posterior las dosis de fertilizante serán mencionadas por sus números. Se usaron los genotipos BN1, BN2, Westar, Rapanuí y Norín 16. El experimento se condujo por dos años en cuatro localidades.

La respuesta del rendimiento de los cinco genotipos a las cuatro dosis de fertilización se presenta en la Figura 8.

Todos los genotipos produjeron sus más bajos rendimientos con la dosis 1. En esa dosis, el menor rendimiento, 1.946 kg/ha, correspondió a BN1; el mayor, 2.146 kg/ha, a Westar. El incremento en la disponibilidad de nutrientes dado por las dosis 2, 3 y 4 estuvo asociado a significativos aumentos de rendimiento en los cinco genotipos. Sólo dos genotipos, Westar y Norín 16, mantuvieron una curva de respuesta semilínea a los sucesivos incrementos en las dosis de fertilizantes. BN1 y BN2 disminuyeron en forma similar su velocidad de incremento entre las dosis 3 y 4; esta disminución fue más notoria en Rapanuí. El mayor rendimiento con la dosis 4 lo produjo Westar, 2.692 kg/ha, aunque no significativamente diferente de Norín 16, 2.647 kg/ha. El menor rendimiento correspondió a BN1, 2.421 kg/ha, no significativamente diferente de Rapanuí, 2.486 kg, y BN2, 2.488 kg/ha. La magnitud del incremento de rendimiento, al comparar la dosis 1 con la dosis 4 fue ligeramente diferente. En BN1, Westar y Rapanuí fue del 24%, en BN2 del 27%, y en Norín 16 del 30%.

En el Cuadro 1 se presenta un análisis económico simple, basado en la respuesta promedio de los cinco genotipos a las dosis de fertilización, considerando sólo el costo de los fertilizantes y suponiendo urea perlada como fuente de N y superfosfato triple como fuente de P₂O₅. Las comparaciones de utilidad marginal se hicieron tomando la dosis 1 como base. El incremento de rendimiento inducido por la dosis 2 significó una utilidad marginal de UF 1,94; con la dosis 3 la utilidad marginal fue de UF 3,42, y con la dosis 4 de UF 3,62. En consecuencia, tomando en consideración sólo el ingreso bruto derivado de la venta de semilla sin valorizar su contenido de materia grasa,



DOSIS DE FERTILIZACIÓN
Fertilizer rates

FIGURA 8
RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS
BN1, BN2, WESTAR, RAPANUÍ
Y NORÍN 16, BAJO CUATRO DOSIS
DE FERTILIZACIÓN (* P₂O₅)

Yields of BN₁, BN₂, Westar, Rapanuí
and Norin 16 genotypes, at four P₂O₅ rates.

hubo incrementos en la utilidad marginal con todos los aumentos en la dosis de fertilizantes. La diferencia de sólo UF 0,20 entre las dosis 3 y 4 podrían hacer dudoso recomendar la dosis más alta.

La respuesta del contenido de materia grasa de los cinco genotipos a las dosis crecientes de fertilizantes se presenta en la Figura 9. En todos los genotipos el mayor contenido de materia grasa se observó asociado a la dosis 1. Westar produjo un 44,00%, Norín 16 un 43,67%, BN1 43,34%, Rapanuí 42,95% y BN2 42,90%. Los incrementos de fertilización produjeron significativos deterioros en el contenido de materia grasa de los cinco cultivares. Esta respuesta era esperable teniendo en consideración los aumentos en el rendimiento de semilla observados. El componente materia grasa de la semilla, aun si se mantuviese estable en términos absolutos, vería disminuida su

CUADRO 1
EFECTO DEL INCREMENTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO
Y SOBRE LA UTILIDAD MARGINAL EN CINCO GENOTIPOS
DE RAPIS DE PRIMAVERA¹

Effect of fertilizer increments on yield and marginal profit in five spring rapeseed genotypes

Nivel de fertilización	Rendimiento promedio	Incremento de rendimiento	Costo del fertilizante ²	Ingreso bruto	Margen neto	Utilidad marginal
Level of fertilizer	Mean Yield	Yield increment	Fertilizer cost	Gross income	Net margin	Net profit
kg/ha	kg/ha	%	UF/ha ³	UF/ha	UF/ha ⁴	UF/ha
N 60 P ₂ O ₅ 150	2.020	0	5,85	32,04	26,19	0
90 180	2.242	11	7,43	35,56	28,13	1,94
120 210	2.435	21	9,01	38,62	29,61	3,42
150 240	2.547	26	10,59	40,40	29,81	3,62

¹ Precios de septiembre, 1986.

² Urea perlada y superfosfato triple.

³ UF = \$ 3,152,27.

⁴ Sólo incluye costo del fertilizante.

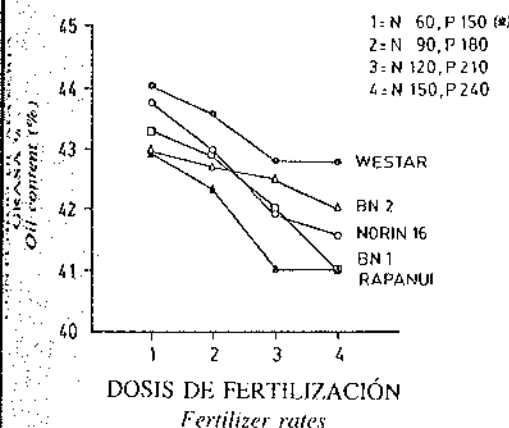


FIGURA 9
CONTENIDO DE MATERIA GRASA DE
LOS GENOTIPOS BN1, BN2, WESTAR, RAPANUÍ
Y NORÍN 16, BAJO CUATRO DOSIS
DE FERTILIZACIÓN (* P₂O₅)

Oil content of BN₁, BN₂, Westar,
Rapanuí and Norin 16 genotypes,
at four P₂O₅ rates

expresión porcentual al incrementarse otros componentes de la semilla, en el caso de que el mayor rendimiento se derivara de un mayor tamaño de semillas. Si la vía de la planta para producir un rendimiento más alto fuera un incremento en el número de semillas, podría

disminuir el valor absoluto del contenido de materia grasa, por tener este componente mayor demanda energética para su formación que los otros constituyentes de la semilla.

La magnitud del deterioro en el contenido de materia grasa no fue igual para todos los genotipos. En Westar fue del 3%; en BN2 del 4%, y en BN1, Rapanuí y Norín 16 del 5%. Westar y Rapanuí no sufrieron deterioro entre las dosis 3 y 4; en los otros tres genotipos la curva negativa de respuesta fue casi lineal.

La conclusión general derivada de estos datos es que el incremento de rendimiento inducido por dosis crecientes de fertilizante nitrogenado y fosforado, tuvo como consecuencia una moderada reducción en el contenido de materia grasa de los cinco genotipos. En la actualidad esto puede no tener consecuencias económicas para el productor. Sin embargo, si se aprobara un reglamento de comercialización del raps que considerara un pago diferenciado basado en el contenido de materia grasa, el productor tendrá que evaluar si el mayor pago que podría recibir por una producción de semilla más alta, resultado de dosis superiores de fertilizantes, compensaría el menor precio del producto con un contenido de materia grasa comparativamente inferior.

El efecto de las dosis de fertilización sobre el

rendimiento de materia grasa de los cinco genotipos se presenta en la Figura 10. Este fue principalmente un efecto de los incrementos de rendimiento, moderado por los deterioros en el contenido de materia grasa. Los cinco cultivares produjeron sus más bajos rendimientos de materia grasa con la dosis 1. Westar tuvo el mayor rendimiento a este nivel, con 998 kg/ha; el menor correspondió a Rapanuí con 893 kg/ha. Los incrementos sucesivos de las dosis de fertilizantes se expresaron en aumentos casi lineales en los cultivares Westar y Norín 16, los que alcanzaron 1.227 y 1.101 kg/ha, respectivamente, equivalentes al 23 y 24%. BN1 y BN2 aumentaron desde 897 y 905 kg/ha, a 1.085 y 1.046 kg/ha, respectivamente, lo que expresado en porcentaje significa 21 y 16% de incremento. La curva de respuesta de Rapanuí fue diferente, ya que este cultivar sufrió un leve, aunque no significativo, deterioro entre las dosis 3 y 4. Su aumento total fue de 893 a 1.075 kg/ha de materia grasa, equivalente al 20%.

Este tipo de respuesta no tiene necesariamente consecuencias económicas para el agricultor, a quien se le está pagando por cantidad de semilla producida y eventualmente por el

contenido de materia grasa de su semilla. Si las tiene, sin embargo, para la industria procesadora, que recibiría más materia grasa de una misma superficie cultivada, lo que le permitiría producir más aceite. Existen también consecuencias para el país. Si se considera el promedio de incremento en la producción de materia grasa de los cinco genotipos estudiados, 21%, se aproximaría la meta del autoabastecimiento de aceite con menor superficie cultivada. Esto significaría un ahorro de divisas por sustitución de importación, pero implicaría también un gasto adicional de divisas al tener que importar mayor volumen de urea perlada y superfosfato triple. Un estudio económico, fuera del alcance de este trabajo, debería indicar si un aumento en la producción de materia grasa del orden del 21% por hectárea, compensa la importación de 90 kg más por hectárea de N en forma de urea perlada, y también 90 kg más por hectárea de P_2O_5 en forma de superfosfato triple para aplicar la fertilización de 150 kg/ha de N y 240 kg/ha de P_2O_5 .

Control de malezas

Las malezas representan un importante problema que deteriora los rendimientos y la calidad del cultivo del raps. Entre los factores de producción más importantes afectados por las malezas se encuentran los costos de producción, la incidencia de plagas y enfermedades, la fertilización, la cantidad de agua disponible para las plantas, la labor de cosecha, la calidad y cantidad de aceite en la semilla, el contenido de humedad de las semillas, y otros. Por otra parte, es evidente que la cantidad de malezas presentes, y la distribución de especies son importantes para determinar el monto del daño provocado al cultivo. Existen algunos factores que afectan el número y tipo de especies de malezas presentes en un suelo determinado, y entre ellos sobresalen el tipo de cultivación del suelo, rotación de cultivos, fechas de siembra y cosecha, fertilización y medidas de control de malezas aplicadas anteriormente en ese suelo (Rojas, 1985).

El nivel de competencia entre el raps y las malezas se manifiesta a través de una reducción en el vigor del cultivo, disminución o aumento de altura, reducción del número de

ramificaciones por planta, tamaño y número de inflorescencias y número y peso de semillas. Este último deterioro es poco frecuente, ya que requiere una alta infestación de malezas. También se puede afectar el contenido de aceite de la semilla en ciertos tipos de suelos y con especies de malezas muy competitivas (Rojas, 1985).

La competencia entre plantas de raps y malezas ocurre por luminosidad, humedad y nutrientes, por lo que el tipo de suelo, temperatura, humedad, y el cultivo que precedió al raps en la rotación, tienen principal trascendencia. Existen también numerosas especies de malezas que son más competitivas que el raps, como avenilla, rábano, duraznillo y otras. En todo caso, las malezas son más eficientes que el raps en absorber nutrientes y agua, y en captar luminosidad. El nivel de reducción de rendimiento por presencia de malezas puede variar entre 5 y 78% (Rojas, 1985).

Experiencias realizadas por Rojas (1985) en la Zona Central con raps de primavera sembra-

do en otoño, permiten concluir que el período crítico de competencia entre raps y malezas ocurre en los primeros 40 a 80 días después de la emergencia del cultivo, lo que significa que es posible utilizar herbicidas de postemergencia sin que las malezas ya emergidas afecten su rendimiento. (Cuadro 2).

Durante el período en que el raps constituyó un cultivo importante en Chile, se recomendaron varios herbicidas cuyo rango de efectividad en el control de malezas era variable. En los últimos años, sin embargo, no hubo interés en introducir nuevos herbicidas en el mercado debido a la considerable baja experimentada en la superficie sembrada con raps. Desde 1984, junto con el incremento de la superficie dedicada a este cultivo, han aparecido algunos nuevos herbicidas, cuya efectividad es superior a la de los antiguos, pero respecto a los cuales hay escasa información comparativa.

En un primer experimento se incluyó a los genotipos BN1, BN2, Westar, Rapanuí y Norín 16, sometidos a tres tratamientos de herbi-

CUADRO 2
EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE RAPIS
DE PRIMAVERA SEMBRADO A FINES DE JUNIO
EN LA ZONA CENTRAL, DE DIVERSOS PERÍODOS
DE COMPETENCIA CON MALEZAS¹

*Effect on the yield of spring rapeseed planted
in late June in Chile's Central Area,
of several periods of weed competition*

Situación Situation	Rendimiento Yield (kg/ha)
Raps siempre enmalezado ²	1.000
Raps libre de malezas los primeros 40 días	2.000
Raps libre de malezas los primeros 80 días	3.700
Raps libre de malezas los primeros 120 días	3.800
Raps libre de malezas los primeros 160 días	4.300
Testigo siempre libre de malezas	4.200
Raps siembra libre de malezas	4.600
Raps con malezas los primeros 40 días	4.100
Raps con malezas los primeros 80 días	2.600
Raps con malezas los primeros 120 días	1.500
Raps con malezas los primeros 160 días	1.600
Raps siempre enmalezado	1.200

¹Investigación realizada por G. Rojas L. (1985).

²Infestación de 18 malezas por m² con predominio de especies gramíneas.

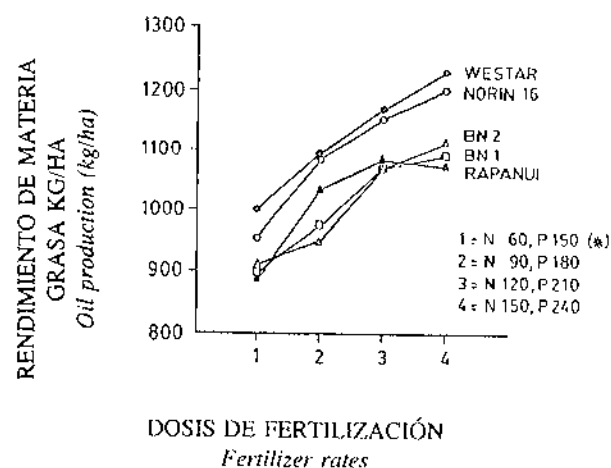


FIGURA 10
RENDIMIENTO DE MATERIA GRASA DE
LOS GENOTIPOS BN1, BN2, WESTAR, RAPANUI
Y NORIN 16, BAJO CUATRO DOSIS
DE FERTILIZACIÓN (* P_2O_5)

*Oil production of BN1, BN2, Westar,
Rapanui and Norin 16 genotypes,
at four P_2O_5 rates*

cidas en una localidad de la IX Región. Los tratamientos de herbicidas fueron: 1. Butisán S, en dosis de 2,5 L/ha, aplicado en preemergencia. 2. Devrinol, en dosis de 3 kg/ha, aplicado de presiembra. 3. Banvel D, en dosis de 150 cm³/ha, aplicado cuando las plantas de raps tenían 8 cm. Se usó el diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Se apreció un efecto superior del compuesto Butisán S, expresado en un excelente control de malezas en las subparcelas que recibieron este tratamiento. Hubo, sin embargo, un cierto efecto depresivo inicial del compuesto sobre las plantas de raps. Devrinol y Banvel D produjeron sólo un control moderado. Evaluado el

nivel de control en una escala de 1 a 5, en dos oportunidades, Butisán S fue estadísticamente superior en las dos evaluaciones. No hubo diferencias significativas entre Devrinol y Banvel D en la primera evaluación. El control de malezas inducido por Banvel D experimentó un deterioro en la segunda evaluación, siendo estadísticamente inferior a Devrinol.

La humedad de las semillas fue, en general, baja. Hubo diferencias significativas entre genotipos, aunque estas no pudieron ser asociadas a los tratamientos herbicidas. En general, Rapanuí y Norín 16 presentaron mayor humedad en sus granos.

Los rendimientos fueron afectados por el herbicida usado, de tal forma que los mayores

CUADRO 3
CONTROL DE MALEZAS, HUMEDAD DEL GRANO A LA COSECHA,
RENDIMIENTO CORREGIDO A 8% DE HUMEDAD,
CONTENIDO DE MATERIA GRASA Y RENDIMIENTO
DE MATERIA GRASA DE CINCO GENOTIPOS DE RAPS
DE PRIMAVERA TRATADOS CON TRES HERBICIDAS
*Weed control, grain moisture at harvest, yield corrected to 8% moisture,
oil content and oil yield of five spring rapeseed genotypes
treated with three herbicides*

Genotipo	Tratamiento herbicida	Control de malezas		Humedad del grano	Rendimiento	Contenido de materia grasa	Rendimiento de materia grasa
Genotype	Herbicide treatment	Weed control (1-5) ¹		Grain moisture	Yield	Oil content	Oil yield
		1	2	%	kg/ha	%	kg/ha
BN1	Butisán S	4,5 a ²	4,5 a	7,73 cd	1.547 c	45,1 c	698 cd
BN2	Butisán S	4,5 a	4,5 a	7,48 d	1.677 bc	47,6 a	798 ab
Westar	Butisán S	4,5 a	4,5 a	7,45 d	1.841 a	45,1 c	830 a
Rapanuí	Butisán S	4,5 a	4,5 a	8,42 b	1.662 bc	42,6 c	708 cd
Norín 16	Butisán S	4,5 a	4,5 a	8,86 a	1.799 ab	43,4 d	781 b
BN1	Devrinol	3,5 b	3,5 b	7,39 d	1.442 cd	44,7 c	645 d
BN2	Devrinol	3,5 b	3,5 b	7,71 c	1.383 d	46,3 b	640 d
Westar	Devrinol	3,5 b	3,5 b	7,33 d	1.764 ab	46,6 b	822 a
Rapanuí	Devrinol	3,5 b	3,5 b	8,37 ab	1.684 bc	44,9 c	756 bc
Norín 16	Devrinol	3,5 b	3,5 b	8,76 a	1.732 b	45,2 c	783 b
BN1	Banvel D	3,5 b	3,0 c	7,48 c	1.071 c	45,8 bc	491 c
BN2	Banvel D	3,5 b	3,0 c	7,33 cd	1.044 c	44,9 c	469 c
Westar	Banvel D	3,5 b	3,0 c	7,13 d	1.538 c	46,3 b	712 bc
Rapanuí	Banvel D	3,5 b	3,0 c	8,17 b	1.514 c	43,3 d	656 d
Norín 16	Banvel D	3,5 b	3,0 c	8,44 b	1.481 cd	45,4 c	672 cd

¹1 = Ningún control de malezas; 5 = Total control de malezas.

²Los valores unidos por la misma letra, en cada columna, no son estadísticamente diferentes, Duncan 0,05.

valores ocurrieron bajo el tratamiento de Butisán S, intermedios con Devrinol, e inferiores con Banvel D. No hubo un efecto definido sobre el contenido de materia grasa, pero sí se observó sobre el rendimiento de materia grasa, el que se deterioró asociado al rendimiento de semilla.

Al haber ausencia de interacciones significativas, se calculó el comportamiento promedio de todos los genotipos para las variables rendimiento de semilla, contenido de materia grasa y rendimiento de materia grasa, los que se presentan en el Cuadro 4. Se observó un significativo deterioro de rendimiento, desde 1.705 kg/ha con Butisán S a 1.601 kg/ha con Devrinol y 1.330 kg/ha con Banvel D, lo que representa una disminución del 6 y 22%. En rendimiento de materia grasa el deterioro fue del 4 y 21%. Estos resultados demuestran, en primer lugar, el deterioro de rendimiento que pueden causar las malezas y, además, que no sólo es necesario controlarlas mediante la aplicación de un herbicida, sino que es preciso que la efectividad del herbicida sea adecuada.

Rojas (1986, no publicado), condujo un experimento considerablemente más completo en la misma localidad, usando los cultivares Westar y Norín 16, bajo 23 tratamientos herbicidas.

Los tratamientos usados se presentan en el Cuadro 5. El diseño usado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en cada cultivar.

Los resultados de rendimiento, expresados como porcentaje del testigo enmalezado, se presentan en el Cuadro 6. La diferencia de rendimiento al comparar el testigo enmalezado con el testigo limpiado manualmente (tratamiento 23 y 22, respectivamente) fue de 63% en Westar y 56% en Norín 16. El tratamiento 9, Butisán S, 2,5 kg/ha pc, aplicado de preemergencia, fue consistentemente el mejor en ambos cultivares, induciendo un 75 y 78% de mayor rendimiento en Westar y Norín 16, respectivamente, en comparación con el testigo enmalezado. Los tratamientos 8, 11 y 21 (Butisán S, 2,0 kg/ha pc, preemergencia; Treflán 2,5 kg/ha, PSI; y Devrinol 3,0 kg/ha, PSI, respectivamente), también indujeron en ambos cultivares incrementos de rendimiento porcentualmente superiores a los derivados de la limpia manual. Todos los tratamientos herbicidas restantes también indujeron mayores rendimientos en relación al testigo enmalezado, pero en magnitudes inferiores a la limpia manual, con un rango entre 7 y 48% de incremento. El incremento de rendimiento promedio produci-

CUADRO 4
EFECTO PROMEDIO DE TRES COMPUESTOS HERBICIDAS
SOBRE EL RENDIMIENTO DE SEMILLAS,
CONTENIDO DE MATERIA GRASA Y RENDIMIENTO
DE MATERIA GRASA DE CINCO GENOTIPOS
DE RAPS DE PRIMAVERA

Mean effect of three herbicides on seed yield, oil content and oil yield of five spring rapeseed genotypes

Tratamiento herbicida	Rendimiento	Contenido de materia grasa	Rendimiento de materia grasa
Herbicide treatment	Yield kg/ha	Oil content %	Oil yield kg/ha
Butisán S (2,5 L/ha)	1.705 a ¹	44,8 b	763 a
Devrinol (3,0 kg/ha)	1.601 b	45,5 a	729 b
Banvel D (150 cm ³ /ha)	1.330 c	45,1 ah	600 c

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

CUADRO 5
TRATAMIENTOS HERBICIDAS USADOS
Herbicide treatments used

Número de tratamiento	Tratamiento		
Treatment number	Herbicide	Dosis Rate (kg/ha pc)	Época de aplicación Time of application
1	Basfapón N	4,0	Post
2	Basfapón N	5,0	Post
3	Hache 1 Super	1,0	Post
4	Hache 1 Super	1,5	Post
5	Poast	1,5 + 1,5 L aceite	Post 14:00 h
6	Poast	2,5 + 1,5 L aceite	Post 14:00 h
7	Iloxán	2,0	Post
8	Butisán S	2,0	Pre
9	Butisán S	2,5	Pre
10	Treflán	1,5	PSI
11	Treflán	2,5	PSI
12	Teridox	3,0	PSI
13	Teridox	4,0	PSI
14	Poast	1,5 + 1,5 L aceite	Post después 18:00 h
15	Poast	2,5 + 1,5 L aceite	Post después 18:00 h
16	Graminicida (22 g/L)	0,75 + 1,5 L aceite	Post
17	Graminicida (22 g/L)	1,0 + 1,5 L aceite	Post
18	Graminicida (22 g/L)	1,5 + 1,5 L aceite	Post
19	Butisán S	2,0	Post
20	Butisán S	2,5	Post
21	Devrinol	3,0	PSI
22	Testigo limpia manual	---	---
23	Testigo enmalezado	---	---

do por los 21 tratamientos herbicidas fue similar en ambos cultivares, 35% en Westar y 32% en Norín 16.

Estos resultados permiten concluir que las malezas constituyen un severo factor limitante del rendimiento en raps, y que su control es una necesidad imperiosa. La limpia manual, práctica de uso común entre los productores, es una vía para lograrlo. Además, existen varios compuestos herbicidas que inducen un muy buen control de malezas, y hay también otros cuyo efecto es inferior. El productor, partiendo de la base que debe controlar las malezas, debe optar por el sistema y/o compuesto químico que le resulte más eficiente y económico.

RESUMEN

El éxito agronómico de una siembra de raps se expresa en la obtención de un alto rendimiento de semilla asociado a un adecuado contenido de materia grasa, lo que se alcanza mediante la acción e interacción de tres grupos de factores. El primero está constituido por los caracteres genéticos propios del cultivar. El segundo, por las condiciones agroecológicas y agrometeorológicas de la localidad durante el ciclo en que se desarrolla el cultivo. El tercer grupo de factores depende de las decisiones y acciones del productor y son consecuencia de

CUADRO 6
RENDIMIENTO DE LOS CULTIVARES
DE RAPES DE PRIMAVERA
WESTAR Y NORÍN 16, BAJO 23
TRATAMIENTOS HERBICIDAS,
EXPRESADOS COMO PORCENTAJE
DEL TESTIGO ENMALEZADO

Yield of the spring rapeseed cultivars Westar and Norin 16, under 23 herbicide treatments, expressed as percent of the unweeded control

Número de tratamiento	Rendimiento de semilla expresado en porcentaje del testigo enmalezado	
Treatment number	Seed yield expressed as percent of the unweeded control	
	Westar	Norin 16
1	116	119
2	126	124
3	116	126
4	126	122
5	124	133
6	139	132
7	136	110
8	166	161
9	175	178
10	126	123
11	167	161
12	130	141
13	137	127
14	119	132
15	118	107
16	114	119
17	128	124
18	136	147
19	123	115
20	148	121
21	166	159
22	163	156
23	100	100

su conocimiento técnico de la especie y del cultivar.

En esta investigación se analizaron algunas técnicas de manejo para determinar su efecto sobre el comportamiento de algunos genotipos de raps de primavera tipo canola, y de los cultivares nacionales Rapanuí y Norín 16.

En un primer experimento se sometió a los genotipos canola BN2 y Westar y a los controles Rapanuí y Norín 16 a cuatro dosis de semilla, 4, 6, 8 y 10 kg/ha, y dos distancias entre hileras, 35,0 y 17,5 cm. A 35,0 cm se observó mayor rendimiento en todos los genotipos con 6 kg/ha de semilla, excepto Norín 16, cultivar que decreció significativamente su rendimiento desde 4 kg/ha. A 17,5 cm Westar, Rapanuí y Norín 16 produjeron el mayor rendimiento con 5 kg/ha de semilla; BN2 lo hizo con 8 kg/ha. La distancia entre hileras de 17,5 cm fue significativamente superior a 35,0 cm, induciendo un incremento promedio de rendimiento del 16%. No hubo una respuesta consistente del contenido de materia grasa a la influencia de estas variables.

En un segundo grupo de experimentos se analizó la respuesta a la fertilización nitrogenada y fosforada de tres genotipos canola, BN1, BN2 y Westar, y los cultivares nacionales Rapanuí y Norín 16. Se usaron cuatro combinaciones de N y P₂O₅: 1 = N 60, P₂O₅ 150; 2 = N 90, P₂O₅ 180; 3 = N 120, P₂O₅ 210; 4 = N 150, P₂O₅ 240 kg/ha. Los cinco genotipos produjeron su menor rendimiento con la dosis 1. El aumento de rendimiento estuvo asociado en forma casi lineal a los incrementos de fertilización en Westar y Norín 16; BN1, BN2 y Rapanuí disminuyeron su velocidad de incremento entre las dosis 3 y 4. El mayor contenido de materia grasa se produjo con la menor dosis de fertilización.

Finalmente, con el objeto de determinar el daño que producen las malezas sobre el rendimiento del raps, y de identificar los compuestos herbicidas más efectivos, se estudiaron diversos herbicidas de pre y possiembra sobre cultivares canola y convencionales. Se demostró que los rendimientos podían incrementarse hasta en un 78% con un adecuado control de malezas.

LITERATURA CITADA

- BERNEDO, R. 1985. Tecnología del cultivo del raps en Chile. *En* Seminario de Producción de Raps. Análisis Técnico y Económico: 2,0-2,22. Programa de Seminarios, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile.
- RODRÍGUEZ, J. 1985. Fertilización del raps. *En* Seminario de Producción de Raps. Análisis Técnico y Económico: 4,0-4,17. Programa de Seminarios, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile.
- ROJAS, G. 1985. Malezas del raps y su control. *En* Seminario de Producción de Raps. Análisis Técnico y Económico: 6,0-6,15. Programa de Seminarios, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile.

EFFECTO DEL DESTETE PRECOZ SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE TERNEROS ALIMENTADOS CON CALOSTRO FERMENTADO. PARTE II. CRECIMIENTO¹

EFFECT OF EARLY WEANING ON PERFORMANCE OF CALVES FED FERMENTED COLOSTRUM. PART II. GROWTH RESPONSE

FERNANDO GARCÍA G., JORGE GÓMEZ G.² Y LORENA SEPÚLVEDA V.
Departamento de Zootecnia,
Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 6177, Santiago

SUMMARY

Three weaning ages (28, 24 and 21 days of age) were analyzed in calves fed fermented colostrum and a complete solid ration. The following parameters were considered: daily weight gain in relation to initial weight; total digestible dry matter, concentrate, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, digestible energy and digestible protein consumptions per unit of metabolic body weight; digestible energy to digestible protein ratio and dry matter, digestible protein and digestible energy conversions.

Five Holstein Friesian male calves were assigned to each treatment.

A complete starter ration (20% CP, 3.5 Mcal DE, 8% CF, 26.5% NDF, 11.6% ADF and 15.2% hemicellulose) was fed through the first 49 days of age. From day 50 through day 70 of age a complete growth concentrate (18% CP, 3.3 Mcal DE, 16% CF, 35.7% NDF, 20.2% ADF and 15.5% hemicellulose) was fed. Daily consumption of starter concentrate during the preweaning week was 0.373, 0.160 and 0.210 kg per calves weaned at 28, 24 and 21 days respectively. Increase in consumption of complete ration during post weaning week relative to pre-weaning consumption was 179, 122 and 289% and average digestible energy consumption for the whole trial (1 to 70 days of age) was 4.93, 4.40 and 5.11 Mcal/day for the treatments respectively. These results suggest that calves can stand conditions of weaning at an early age and that feed consumption and daily gain post weaning are greater with decreasing weaning age. However daily weight gain from birth to 70 days of age was 0.472, 0.400 and 0.460 kg/day for the three treatments respectively, which were not significantly different.

This fact suggests that calves can easily adapt at an early age to good quality solid diet.

It is concluded that it is possible to wean calves when they are 21 days old without affecting their normal growth rate, and that at this age their rumen is

¹ Investigación financiada por:
Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
² IDIAP, David, Panamá.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 458/88. Fecha de recepción: 8 de abril 1988.

sufficiently developed for a relative high dry matter consumption capacity and a satisfactory feed conversion.

INTRODUCCIÓN

El sistema de destete precoz pretende, entre otros objetivos, adelantar la funcionalidad ruminal, de tal forma que el ternero sea capaz de sustituir la dieta líquida por dieta concentrada y forrajes como fuente de nutrientes a una edad temprana.

La práctica del destete temprano se debe realizar mediante un manejo alimenticio adecuado, dado que un problema frecuentemente asociado con el manejo de terneros es un consumo insuficiente de dieta sólida al momento del destete.

En este sentido, se ha establecido (González *et al.*, 1977; García y González, 1980) que existe un estímulo producido por una alimentación calostroal prolongada sobre el consumo de materia seca de la dieta sólida. Esto mismo sugiere la posibilidad de adelantar significativamente la edad al destete al usar calostro como fuente única de dieta líquida. Por lo anterior, el presente ensayo pretende establecer la posibilidad de realizar un destete temprano a los 21 días de edad de los terneros utilizando calostro ácido como dieta líquida.

Antecedentes sobre la digestibilidad de los alimentos utilizados fueron descritos en la primera parte de este ensayo (García *et al.*, 1987).

MATERIALES Y MÉTODOS

Quince terneros Holstein Friesian criollos de ambos sexos se asignaron a tres tratamientos que diferían en la edad a la que se producía el destete, disminuyendo desde los 28, a los 24 y a los 21 días de edad, respectivamente.

Los animales permanecieron en jaulas individuales de 1,9 x 0,95 m desde el día 1 al día 70 de vida.

El total de los materiales y métodos fue descrito en la primera parte del ensayo (García *et al.*, 1987).

Se analizaron los siguientes parámetros: ganancia de peso a base del porcentaje del peso inicial, consumo total de materia seca digestible (M.S.D.), de concentrado, de fibra cruda

(F.C.), de pared celular (F.D.N.) de lignocelulosa (F.D.A.) y de hemicelulosa digestibles, expresados como porcentaje del peso inicial del período; consumo de energía digestible (E.D.) y proteína digestible (P.D.) por unidad de peso metabólico, relación EDP/PD por períodos; conversión de la M.S.D., P.D. y E.D. por períodos.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y cuando arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre medias, fueron analizados mediante la prueba de Student-Newman-Keul (Rolf y Sokal, 1969).

RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados promedios por tratamiento y por períodos para los siguientes parámetros:

1. Consumo de concentrado; 2. Consumo de nutrientes digestibles, expresados por unidad de peso metabólico y como porcentaje del peso vivo; 3. Relación ED/PD por períodos; 4. Ganancia de pesos; 5. Conversión de nutrientes digestibles.

También se incluyen gráficos de consumo de concentrado, ganancia acumulada de peso y consumo acumulado de los siguientes nutrientes: materia seca digestible, proteína digestible, fibra digestible y pared celular digestible.

Consumo de concentrado

En el Cuadro 1 y Figura 1, se presenta el consumo de concentrados, durante cada período y en el total del ensayo. (1-70 días).

No se observó diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en el consumo de concentrado entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento III presentó un consumo mayor de concentrado a partir del 21 día de vida, siendo estadísticamente significativo ($P < 0,05$) hasta el día 42 de vida. En la Figura 1 se presenta el incremento en el consumo de concentrado postdestete de los terneros.

Se puede apreciar un mayor consumo postdestete de concentrado, expresado en porcentaje, para los terneros destetados a los 21 días

de vida que en los terneros destetados a los 24 y 28 días de vida.

CUADRO 1
CONSUMO DIARIO DE CONCENTRADO
Y CONSUMO DIARIO DE CONCENTRADO
EXPRESADO COMO PORCENTAJE
DEL PESO INICIAL POR PERÍODO
(BASE MATERIA FRESCA)
Daily concentrate consumption
per periods (as fed consumption)

Períodos (Días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-14			
Consumo diario (kg)	0,027	0,027	0,032
consumo relativo al peso (%)	0,073a	0,087a	0,087a
Daily relative to body weight			
15-21			
Consumo diario (kg)	0,176	0,049b	0,210
consumo relativo al peso (%)	0,449b	0,147a	0,618b
Daily relative to body weight			
22-28			
Consumo diario (kg)	0,373	0,263	0,836
consumo relativo al peso (%)	0,90a	0,74a	2,20b
Daily relative to body weight			
29-35			
Consumo diario (kg)	1,042	0,593	31,300
consumo relativo al peso (%)	2,34a	1,59a	3,33b
Daily relative to body weight			
36-42			
Consumo diario (kg)	1,444	1,141	1,644
consumo relativo al peso (%)	3,06a	2,69a	3,82b
Daily relative to body weight			
43-49			
Consumo diario (kg)	1,691	1,382	1,929
consumo relativo al peso (%)	3,29a	3,26a	4,07a
Daily relative to body weight			

Períodos (Días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
50-70			
Consumo diario (kg)	2,476	2,034	2,609
consumo relativo al peso (%)	3,29a	4,48a	4,99a
Daily relative to body weight			
1-70			
Consumo diario (kg)	1,222	0,936	1,377
consumo relativo al peso (%)	3,32a	3,02a	4,05a

a, b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).
Tratamientos I, II y III = destete a los 28, 24 y 21 días, respectivamente.

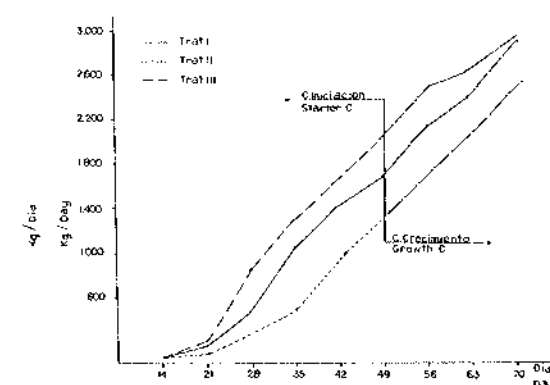


FIGURA 1
CONSUMO DIARIO DE CONCENTRADO
DE INICIACIÓN Y CRECIMIENTO
Daily consumption of starter
and growth concentrate

El consumo promedio de concentrado en el Tratamiento III en la semana previa al destete fue de 0,210 kg/día no observándose detrimento en el consumo de concentrado en estos terneros postdestete (Cuadro 2).

En el Cuadro 3, se presenta el incremento en el consumo de concentrado, durante la semana posterior al cambio de concentrado de iniciación por concentrado de crecimiento. Siendo el porcentaje de incremento para los tres tratamientos de 26,0; 29,2 y 22,5, respectivamente, se observó el mismo ritmo de incremento en el consumo de la dieta sólida antes y después del cambio de concentrado.

CUADRO 2
CONSUMO DE CONCENTRADO DE
INICIACIÓN PRE Y POSTDESTETE
Y PORCENTAJE DE INCREMENTO
POSTERIOR AL DESTETE*

*Starter concentrate consumption pre
and post weaning and percentage increase
during post weaning period*.*

Consumo Consumption	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
Consumo pre- destete (kg)	0,373	0,155	0,210
Pre weaning consumption (kg)			
Consumo post- destete (kg)	1,042	0,345	0,836
Post weaning consumption (kg)			
Incremento (%)	179	123	298
Increase (%)			

*Promedio 4 días posterior al destete (Average of 4 days post weaning).

La diferencia de consumo entre tratamien-
tos, después del cambio de concentrado, no fue
significativa ($P > 0,05$).

Consumo de Nutrientes Digestibles

En los Cuadros 4 a 8 y Figuras 2 a 6, se
presenta el consumo diario de materia seca,
energía, proteína, fibra y pared celular diges-
tibles.

Se observó que el consumo de materia seca
digestible, no fue significativamente diferente
($P > 0,05$) en el período de 1-70 días de vida.
El consumo de materia seca digestible en el
período de 22-28 días de vida es significativa-
mente menor ($P < 0,05$) en los tratamientos II
y III respecto del tratamiento I, cuando todavía
no habían sido destetados. En el período 29-49
días de vida, se observó un consumo significa-
tivamente mayor ($P < 0,05$) para el tratamien-
to III.

En el Cuadro 5 se muestra el consumo de
proteína digestible, observándose que no fue

significativamente diferente ($P > 0,05$) entre
tratamientos en el período de 1-70 días de vida.
En el período de 1-21 días de vida se observó
diferencia significativa ($P < 0,05$) entre trata-
mientos, debido a un mayor consumo de pro-
teína láctea por unidad de peso metabólico
($W^{0.75}$) de los terneros del tratamiento II y III
respecto al I.

Los terneros del tratamiento III en el período
22-28 consumieron menos proteína digestible
por efecto del destete, pero a partir del día 29
tienden a consumir más proteína digestible
hasta el final del ensayo, que los terneros del
tratamiento I y II.

El consumo promedio de proteína digestible
en el período 1-70 días fue 0,221, 0,185 y
0,229 kg/día, respectivamente.

El consumo de energía digestible no fue
significativamente diferente ($P > 0,05$) en el
período total del ensayo (1-70 días).

CUADRO 3
EFECTO DEL CAMBIO DEL
CONCENTRADO DE INICIACIÓN
A CONCENTRADO DE CRECIMIENTO
EN LA SEMANA POSTERIOR
AL SUMINISTRO SOBRE
CONSUMO DIARIO

*Effect of changing starter for growth
concentrate on daily concentrate
consumption*

Consumo Consumption	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
Consumo concentrado de iniciación (kg/d)	1,687	1,302	1,932
Starter concentrate consumption (kg/d)			
Consumo concentrado de crecimiento (kg/d)	2,125	1,682	2,367
Growth concentrate consumption (kg/d)			
Incremento (%)	25,96	29,19	22,52
Increase (%)			

CUADRO 4
CONSUMO DIARIO DE MATERIA SECA
DIGESTIBLE TOTAL COMO TAL,
Y EXPRESADO COMO PORCENTAJE DEL
PESO INICIAL POR PERÍODO*

*Total digestible dry matter consumption
per periods in kg and percentage
of initial body weight.*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21			
Consumo diario (kg)	0,596	0,570	0,570
Consumo relativo al peso (%)	1,62a	1,84a	1,68a
Digestible dry matter consumption in kg and relative to body weight			
22-28			
Consumo diario (kg)	0,836	0,445	0,528
Consumo relativo al peso (%)	2,02b	1,25b	1,39b
Digestible dry matter consumption in kg and relative to body weight			
29-35			
Consumo diario (kg)	0,776	0,445	0,995
Consumo relativo al peso (%)	1,74a	1,19a	2,25b
Digestible dry matter consumption in kg and relative to body weight			
36-42			
Consumo diario (kg)	1,029	0,800	1,260
Consumo relativo al peso (%)	2,18a	2,02a	2,93b
Digestible dry matter consumption in kg and relative to body weight			
43-49			
Consumo diario (kg)	1,156	1,031	1,613
Consumo relativo al peso (%)	2,25a	2,27a	3,09b
Digestible dry matter consumption in kg and relative to body weight			

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
50-70			
Consumo diario (kg)	1,845	1,521	1,963
consumo relativo al peso (%)	3,33a	3,35a	3,76a
Digestible dry matter consumption in kg and relative to body weight			
1-70			
Consumo diario (kg)	1,111	0,893	1,170
consumo relativo al peso (%)	3,02a	2,88a	3,44a
Digestible dry matter consumption in kg and relative to body weight			

* : Incluye calostro + concentrado.

a, b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferen-
cias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

MATERIA SECA CONSUMIDA
Dry matter consumption

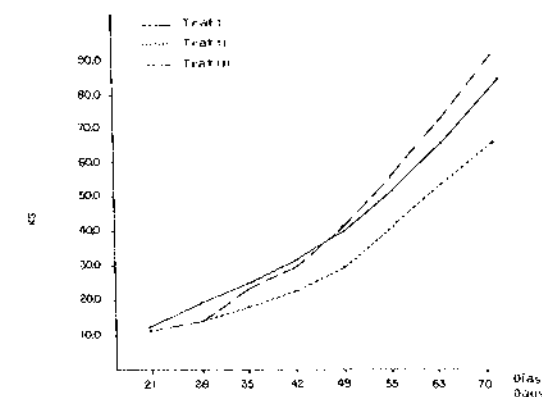


FIGURA 2
CONSUMO ACUMULADO DE MATERIA
SECA DIGESTIBLE
*Accumulated Digestible Dry
Matter consumption*

CUADRO 5
CONSUMO DIARIO DE PROTEÍNA
DIGESTIBLE EXPRESADO
POR UNIDAD DE PESO
METABÓLICO EN CADA
PERÍODO (kg)*

*Daily digestible protein consumption
per metabolic body weight in
each period (kg)*.*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21	0,0151a	0,0148a	0,0141a
22-28	0,0149b	0,0141b	0,0074a
29-35	0,0078a	0,0055a	0,0156b
36-42	0,0104a	0,0084a	0,0152a
43-49	0,0129a	0,0118a	0,0153a
50-70	0,0125a	0,0124a	0,0153a
1-70	0,0148a	0,0141a	0,0163a

* : Incluye calostro + concentrado.

Includes colostrum and concentrate.

a, b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

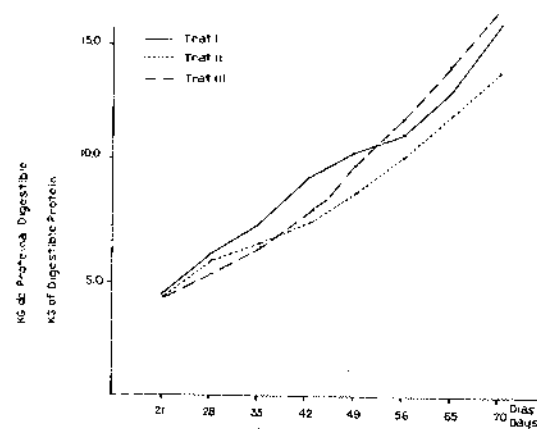


FIGURA 3
CONSUMO ACUMULADO DE
PROTEÍNA DIGESTIBLE
*Accumulated Digestible
Protein consumption*

Los consumos promedios de energía digestible en los tratamientos I, II y III de 1-70 días fue de 0,330, 0,338 y 0,363 Mcal de energía digestible, respectivamente.

El consumo de fibra digestible en el período de 1-70 días de vida no fue significativo ($P < 0,05$) entre tratamientos. Se observó diferencia

significativa ($P < 0,05$) en el consumo de fibra digestible, en los períodos entre los 21 y los 35 días de vida, a consecuencia del destete en el tratamiento III. Este tendió a mantener un mayor consumo de fibra digestible a lo largo del período total del ensayo.

Durante el período de 22-28 los terneros del tratamiento III, consumieron más del doble de F.D. que terneros de los tratamientos I y II; durante el período 29-35 el consumo por esos terneros fue de un 50% mayor que el resto. De acuerdo a los resultados del ensayo, durante el período total (1-70 días), terneros destetados a los 21 días de edad aparentemente serían capaces de consumir alrededor de 27% más de fibra digestible que terneros destetados con mayor edad.

El consumo de pared celular digestible no fue significativamente diferente ($P > 0,05$) entre tratamientos en el período total (1-70 días), pero hasta el día 49 de vida, el consumo de pared celular fue mayor en el tratamiento III.

Se observó que el tratamiento II, a pesar de destetarse antes que el tratamiento I, presentó una tendencia a un menor consumo de fibra y de pared celular hasta los 42 días.

Relación Energía Digestible/ Proteína Digestible

En el Cuadro 9 se presenta la relación ED/PD por períodos. Se puede apreciar que no existe diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos. La relación ED/PD promedio en el período de 1-70 días fue de 22,8.

Ganancia de Peso

En el Cuadro 10 y Figura 7, se presentan las ganancias de peso expresadas como porcentaje del peso inicial y ganancias de peso acumulado por períodos.

Las ganancias de peso en el período total (1-70 días) no fueron significativamente diferentes ($P \geq 0,05$) entre tratamientos.

Las ganancias de peso, a partir del día 21 hasta el día 70 de vida, fueron: 0,578; 0,479 y 0,577, respectivamente. Al ser expresadas como porcentaje del peso inicial a los 21 días de vida da lo siguiente: 68,0; 66,0 y 74%, respectivamente.

CUADRO 6
CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA
DIGESTIBLE EXPRESADO POR
UNIDAD DE PESO METABÓLICO
EN CADA PERÍODO (Mcal/ P 0,75)*

*Daily digestible energy consumption
per metabolic body weight in each
period (Mcal/P 0,75)**

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21	0,241a	0,263b	0,254b
22-28	0,280b	0,290b	0,173a
29-35	0,234ab	0,209a	0,304b
36-42	0,257a	0,237a	0,326a
43-49	0,352a	0,385a	0,389a
50-70	0,330a	0,338a	0,363a

* Incluye calostro + concentrado.

a, b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$).

CONSUMO ENERGÍA DIGESTIBLE DIGESTIBLE ENERGY CONSUMPTION

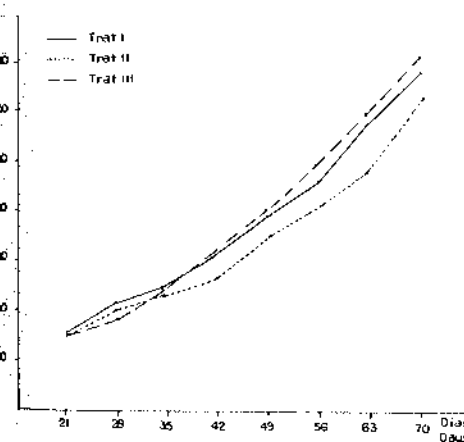


FIGURA 4
CONSUMO ACUMULADO
DE ENERGÍA DIGESTIBLE
*Accumulated Digestible
Energy consumption*

CUADRO 7
CONSUMO DIARIO DE FIBRA
DIGESTIBLE EXPRESADO COMO
PORCENTAJE DEL PESO
INICIAL EN CADA PERÍODO

*Daily digestible fiber consumption,
as percentage of initial body
weight in each period*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21	0,0058a	0,0041a	0,0072b
22-28	0,0253a	0,0217a	0,0572b
29-35	0,0739a	0,0533a	0,1139b
36-42	0,0967a	0,0902a	0,1305b
43-49	0,1089a	0,1228a	0,1550a
50-70	0,363a	0,390a	0,433a
1-70	0,174a	0,188a	0,238a

a, b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

FIBRA DIGESTIBLE CONSUMIDA DIGESTIBLE FIBER CONSUMPTION

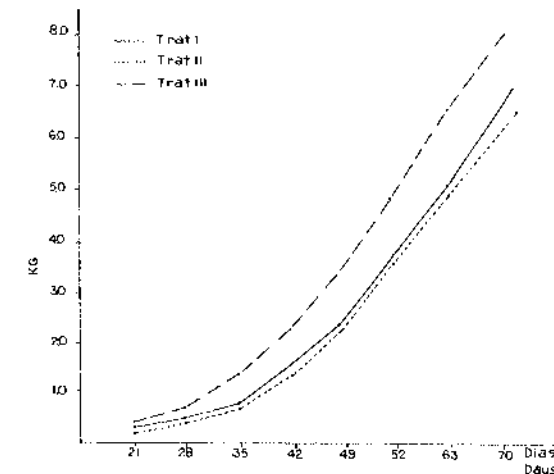


FIGURA 5
CONSUMO ACUMULADO
DE FIBRA DIGESTIBLE
*Accumulated Digestible
Fiber consumption*

CUADRO 8
CONSUMO DIARIO DE PARED CELULAR
DIGESTIBLE, EXPRESADO COMO
PORCENTAJE DEL PESO INICIAL
EN CADA PERÍODO

*Daily digestible cell wall consumption,
as percentage of initial body
weight in each period*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
	%		
1-21	0,032a	0,023a	0,039b
22-28	0,133a	0,120a	0,302b
29-35	0,377a	0,270a	0,365b
36-42	0,493a	0,457a	0,648b
43-49	0,577a	0,581a	0,718a
50-70	1,034a	1,092a	1,186a
1-70	0,474a	0,469a	0,588a

a,b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

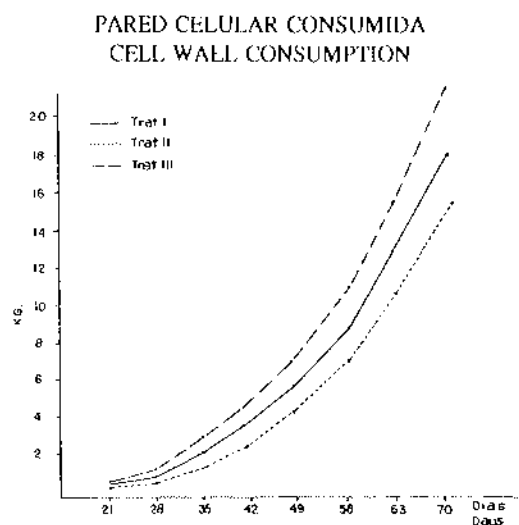


FIGURA 6
CONSUMO ACUMULADO DE
PARED CELULAR DIGESTIBLE
*Accumulated Digestible
Cell Wall consumption*

CUADRO 9
RELACIÓN ENERGÍA DIGESTIBLE/
PROTEÍNA DIGESTIBLE EN
CADA PERÍODO

*Digestible energy to digestible protein
ratio in each period*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21	15,96	17,77	18,01
22-28	18,79	20,55	20,56
29-35	23,47	24,41	23,59
36-42	22,50	24,84	24,17
43-49	22,92	23,23	22,24
50-70	25,02	25,09	27,52
1-70	22,30	23,97	22,27

($P > 0,05$).

CUADRO 10
PESOS INICIALES, FINALES
Y GANANCIA DIARIA DE PESO
COMO TAL Y EXPRESADA COMO
PORCENTAJE DEL PESO INICIAL
*Initial and final body weights and daily
weight gain in kg and as percentage
of initial body weight*

Pesos y ganancias Weights and gains	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
Peso inicial (initial weight)	36,8	31,0	34,0
Peso final (final weight)	69,8	59,0	66,0
Período (días) Period (days)			
1-21			
Ganancia diaria (kg)*	0,222	0,216	0,188
Ganancia diaria relativa al peso inicial (%)**	12,66	14,66	11,62
1-28			
Ganancia diaria (kg)*	0,284	0,220	0,182
Ganancia diaria relativa al peso inicial (%)**	21,63	19,89	14,96
1-35			
Ganancia diaria (kg)*	0,304	0,248	0,252
Ganancia diaria relativa al peso inicial (%)**	28,09	27,95	25,98
1-42			
Ganancia diaria (kg)*	0,371	0,295	0,319
Ganancia diaria relativa al peso inicial (%)**	42,34	39,97	39,41
1-49			
Ganancia diaria (kg)*	0,380	0,324	0,371
Ganancia diaria relativa al peso inicial (%)**	50,60	46,97	53,47
1-70			
Ganancia diaria (kg)*	0,472	0,400	0,460
Ganancia diaria relativa al peso inicial (%)**	89,78	90,32	94,71

Ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

*Daily gain in kg.

**Daily gain relative to initial body weight.

GANANCIA DE PESO
WEIGHT GAIN

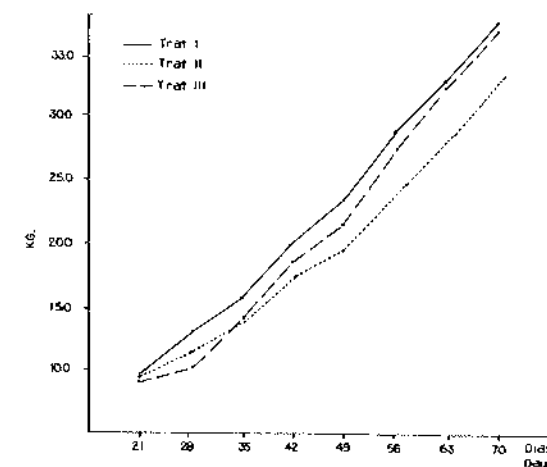


FIGURA 7
GANANCIA DE PESO ACUMULADA
Accumulated Weight Gain

No se observó problemas de rechazo al suministrarse calostro acidificado. Se presentaron algunos problemas de diarreas nutricionales en los terneros de menor peso, los cuales disminuyeron su desarrollo posterior.

4.5. Conversión de Nutrientes Digestibles

La conversión de los nutrientes digestibles por períodos se presenta en los Cuadros 11, 12 y 13 para materia seca, proteína y energía, respectivamente.

La conversión se calculó considerando el consumo de calostro más dieta sólida, en relación a la ganancia de peso por período.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en la conversión de la materia seca digestible en el período de 1-70 días de vida. En cambio para el período de 22-49 días de vida, sí se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$).

Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la conversión de la P.D. en el período de 1-21 días en los tratamientos II y III, respecto al I.

No se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la conversión de la energía digestible entre tratamientos en el período total (1-70 días).

CUADRO 11
CONVERSIÓN PROMEDIO DE
LA MATERIA SECA DIGESTIBLE
EN CADA PERÍODO Y EN
EL TOTAL DEL ENSAYO (kg/kg)
*Digestible dry matter conversion
in each period (kg/kg)*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21	1,61a	1,68a	1,84a
22-49	1,12a	1,44a	1,98b
50-70	2,49a	2,34a	2,59a
1-70	2,32a	2,23a	2,54a

a,b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

CUADRO 12
CONVERSIÓN DE LA PROTEÍNA
DIGESTIBLE EN CADA PERÍODO
(kg/kg)
*Digestible protein conversion
in each period (kg/kg)*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21	0,68a	0,82b	0,87b
22-49	0,44a	0,45a	0,46a
50-70	0,39a	0,42a	0,48a
1-70	0,46a	0,46a	0,50a

a,b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

CUADRO 13
CONVERSIÓN PROMEDIO DE LA
ENERGÍA DIGESTIBLE (kg/kg)
*Digestible energy conversion
in each period (kg/kg)*

Períodos (días) Periods (days)	Tratamientos Treatments		
	I	II	III
1-21	11,86a	13,01a	15,54a
22-49	9,38a	9,57a	10,58a
50-70	10,46a	11,15a	11,56a
1-70	10,48a	11,13a	11,54a

a,b: En líneas, valores con subíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

DISCUSIÓN

A continuación, se discuten los resultados obtenidos en este ensayo y se compara con lo concluido por otros autores.

Consumo de concentrado

Se observó que la edad al destete, cantidad y distribución del calostro ejercían un efecto positivo para estimular un rápido consumo de concentrado y así lograr con éxito un destete precoz.

Por otro lado, Valenzuela (1980) y Winter (1976), indican que existiría una alta correlación positiva entre la edad al destete y el consumo de concentrado postdestete, el cual tiende a mantenerse mayor hasta las 12 semanas de vida.

Otros autores (Roy, 1970; Leaver y Yarrow, 1972; Appleman y Owen, 1975) proponen que los terneros deberían ser destetados cuando logren un consumo promedio de concentrado en la semana previa al destete de 0,454 kg/día. En cambio, Valenzuela (1980) sugirió que es la edad y no la cantidad de concentrado consumida lo relevante para fijar el momento del destete. En el presente ensayo el consumo predestete de concentrado fue inferior a 0,25 kg/día para destetes a los 24 días de edad o antes, y de 0,373 kg/día para destete a los 28 días.

Diversos autores (Owen *et al.*, 1975; Polzin *et al.*, 1974; Muller *et al.*, 1975; González *et al.*, 1979; García *et al.*, 1978; Daniels *et al.*, 1977) han señalado que la ingestión de calostro estimula un mayor consumo de materia seca, el cual se manifiesta mejor después del destete. Esto explica los mayores consumos de concentrado pre y postdestete por los terneros del ensayo, en relación a lo encontrado por otros autores (Winter, 1976; Polzin *et al.*, 1977; Holey y Otterby, 1979; Otterby *et al.*, 1980; Valenzuela, 1980), quienes usaron leche o sustitutos lácteos en sus ensayos.

Consumo de Nutrientes Digestibles

En relación a la energía digestible, se pudo observar que existe una disminución en el consumo de ésta en el postdestete para todos los tratamientos, debido al efecto de retirar la dieta líquida. A pesar de esto, los resultados finales

indican una rápida recuperación del consumo de energía digestible en un destete precoz, siendo mayor al reducirse la edad al destete. Prevalece un mayor consumo de dieta sólida por un período considerable de tiempo.

El consumo más alto de fibra digestible del tratamiento III respecto al I y II, demuestra la capacidad de terneros, destetados precozmente, para utilizar cantidades relativamente altas de fibra. Esto sugiere un adelanto en la funcionalidad ruminal para digerir parcialmente este nutriente.

Referente al menor consumo de fibra y pared celular en el tratamiento II respecto al I hasta los 42 días, se puede sugerir que existe un efecto de la cantidad de leche consumida relativa al peso corporal (la que influye significativamente) en el consumo de dieta sólida (Hodgson, 1971; Jenny *et al.*, 1980). Este menor consumo de materia seca de la dieta sólida merita aparejado un menor desarrollo ruminal o una menor velocidad de desarrollo que se manifiesta hasta después del destete. Huber (1969), Tamate *et al.* (1962), Sakata y Tamate (1978) y Hodgson (1971), concuerdan en que el consumo de concentrado sería el principal responsable del desarrollo de la funcionalidad ruminal, a través del efecto de los ácidos grasos volátiles sobre el crecimiento de las papilas ruminales.

Según Sakata y Tamate (1980), el incremento en la tasa de producción de ácidos grasos volátiles en el rumen promueve la proliferación de las células epiteliales de este órgano.

Relación Energía Digestible/Proteína Digestible

La relación encontrada para el ensayo fue de 22,8 en promedio para el período total. Con una relación ED/PD de 21,0 (García y González, 1980) se aseguraría un máximo de consumo de materia seca y óptima ganancia de peso.

Traub y Kesler (1971), indican que al aumentar la relación ED/PD existe diferencias en la digestibilidad de la materia seca y energía, aunque no existen diferencias en el consumo de alimentos o eficiencia de conversión.

Ganancia de Peso

Las ganancias de peso total, al ser expresadas como porcentaje del peso inicial, indican una leve ventaja de peso para los terneros destetados a los 21 y 24 días de vida. Posiblemente este efecto se debió a la mayor velocidad de crecimiento que tienen los terneros que nacen con menor peso. Este mismo efecto ha sido observado por otros autores (León, 1977; González *et al.*, 1977; Valenzuela, 1980).

La ganancia de peso promedio a los 21 días de vida para los tres tratamientos estuvo entre 0,188 y 0,220 kg diarios. Diversos autores (Otterby *et al.*, 1980; Otterby *et al.*, 1976; Foley y Otterby, 1979; Polzin, 1977) han encontrado ganancias similares al utilizar calostro acidificado.

Diversos autores (Winter, 1976; Owen *et al.*, 1965; Owen y Plum, 1968; Illipott *et al.*, 1972; Leaver y Yarrow, 1972) con aplicación de diferentes criterios y edades al destete no han observado diferencias en la ganancia de peso de los terneros, por lo menos hasta los 120 días de vida. Según Winter (1978), los terneros destetados a los 21 días de vida pueden sufrir el riesgo de afectar en forma severa su desarrollo corporal. Este autor encontró ganancias de peso bajas hasta los 70 días de vida, debido posiblemente a problemas de palatabilidad en el concentrado de iniciación utilizado.

Las ganancias de peso encontradas en el presente ensayo, son superiores a las estipuladas por N.R.C. (1978), las que corresponden a 0,360 kg/día para terneros de 45 kg.

Conversión de Nutrientes Digestibles

Las diferencias significativas ($P < 0,05$) de conversión de materia seca digestible en el período 22-49 días de vida entre tratamientos, indicaría un mayor grado de desarrollo ruminal en terneros del tratamiento III a esa edad.

Por otro lado, las diferencias encontradas en la conversión de proteína digestible, en el período 1-21 días, para los tratamientos II y III respecto al I, se deben a un mayor consumo de proteína de la dieta líquida como porcentaje del peso inicial por los terneros con tratamientos II y III.

RESUMEN

Se estudió el efecto de tres edades al destete en terneros alimentados con calostro fermentado y ración completa, sobre su crecimiento. Para ello, se analizaron los siguientes parámetros: ganancia de peso en base al porcentaje del peso inicial; consumo de materia seca digestible (M.S.D.), consumo de concentrado, fibra cruda (F.C.), pared celular (F.D.N.), lignocelulosa (F.D.A.), energía digestible (E.D.) y proteína digestible (P.D.) por unidad de peso metabólico, relación ED/PD por períodos, conversión de la M.S.D., P.D. y E.D. por períodos.

Se utilizaron cinco terneros Holstein Friesian criollos de ambos sexos por tratamiento.

Se suministró una ración completa de iniciación (20% PC; 3,5 Mcal ED/kg; 8,0% FC; 26,5% FDN; 11,65% FDA y 15,24 hemicelulosa) hasta los 49 días de vida. De los 49 hasta los 70 días de vida se suministró una ración completa de crecimiento (18% PC; 3,3 Mcal ED/kg; 16% FC; 35,7% FDN; 20,24 FDA y 15,5% hemicelulosa).

El consumo de la ración completa de iniciación predestete fue: 0,373, 0,160 y 0,210 kg para T₁, T₂ y T₃, respectivamente. El incremento en el consumo de la ración completa postdestete expresado en porcentaje del consumo predestete fue 179,0, 122,0 y 289,0 para T₁, T₂ y T₃, respectivamente. No se observó detrimento en el consumo de concentrado postdestete en los terneros, siendo mayor el consumo para los terneros destetados a los 21 días

hasta los 42 días de vida. No existió diferencia de consumo ($P > 0,05$) después del cambio de la ración completa de crecimiento. Este hecho indica que al aumentar el nivel del forraje en la ración completa se incrementa el consumo total de materia seca, ya que mayores niveles de fibra son requeridos a medida que se produce un mayor desarrollo ruminal.

Los consumos promedios de energía digestible en el período de 1 a 70 días fueron: 4.930, 4.400 y 5.111 Mcal/día para T₁, T₂ y T₃, respectivamente. Estos resultados sugieren que los terneros se recuperan rápidamente al efectuarse un destete precoz y dicha recuperación es mayor al reducirse la edad al destete.

Las ganancias de peso promedio del nacimiento hasta los 70 días fueron: 472, 400 y 466 gr/día para T₁, T₂ y T₃, respectivamente.

El hecho de no observar diferencias en la ganancia de peso sugiere una alta capacidad de adaptación del ternero a la dieta sólida. Se observaron diferencias significativas en la conversión de la materia seca digestible ($P < 0,05$) durante el período de 22-49 días de vida entre tratamiento, lo cual indica un mayor grado de desarrollo ruminal en terneros destetados a los 21 días.

Se concluyó que es posible realizar el destete a la tercera semana de vida, sin afectar el crecimiento normal de los terneros, los cuales aparentemente tuvieron un mayor grado de desarrollo ruminal, respaldado por la mayor capacidad de consumo y por la conversión de la dieta sólida.

LITERATURA CITADA

- APPLEMAN, R.D. and F. OWEN. 1975. Breeding housing and feeding management. *J. Dairy Sci.* Vol. 58 (3): 447-464.
- FOLEY, J.A. and D.E. OTTERBY. 1979. Performance of calves fed colostrum stored by freezing fermentation or treatment with lactic or adipic acid. *J. Dairy Sci.* 62: 459-467.
- GARCÍA, F. y F. GONZÁLEZ. 1980. Avances en nutrición y alimentación de terneros. Monografías de Medicina Veterinaria. Vol. 2. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile.
- HODGSON. 1971. The development of solid food intake in calves. 5. The relationship between liquid and solid food intake. *Anim. Prod.* 1971. 13: 593-597.
- HUBER, J.T. 1969. Symposium calf nutrition and rearing development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. *J. Dairy Sci.* 52: 303-315.
- JANH, E.; P.T. CHANDLER and C.E. POLAN. 1970. Effects of fiber and ratio of starch to sugar on performance of ruminating calves. *J. Dairy Sci.* Vol. 53 (4): 466-474.
- JENNY, B.F.; S.E. MILLS and G.D. O'DELL. 1976. Dilution rates of sour colostrum for dairy calves. *J. Dairy Sci.* 60: 942-946.

LEAVER, J.D. and N.H. YARROW. 1972. Weaning calves according to their concentrate intake. *Anim. Prod.* 14: 161-165.

LEAVER, J.D. and N.H. YARROW. 1972. Rearing of dairy cattle 1. Type and level of milk substitute offered once daily to calves. *Anim. Prod.* 14: 155-159.

LEON, M.T. 1976. Calostro: Uso en alimentación de ternero bajo un sistema de destete temprano. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

MCCULLOUGH, T.A. 1970. A study of the effect of supplementing a concentrate diet with roughage of different quality on the performance of Friesian steers. I. Voluntary food intake and food utilization. *J. Agric. Sci., Camb.*, 75: 327-333.

ORR, F.; M. PLUM and L. HARRIS. 1965. Once versus twice dairy feeding of milk to calves weaned at 21-42 days of age. *J. Dairy Sci.* 48 (abstract).

OTTERBY, D.E.; D.E. JOHNSON and H.W. POLZIN. 1976. Fermented colostrum or milk replacer for growing calves. *J. Dairy Sci.* 59: 2001-2004.

OTTERBY, D.E.; D.G. JOHNSON, J.A. FOLEY, D.S. Tomschf; R.G. Lundquist and P.J. Hanson. 1980. Fermented or chemically treated colostrum and sosalable milk in feeding programs for calves. *J. Dairy Sci.* 63: 951-958.

POLZIN, H.W.; D.E. OTTERBY and D.G. JOHNSON. 1977. Responses of calves fermented or acidified colostrum. *Dairy Sci.* 60: 224-234.

SAKATA, T. and H. TAMATE. 1978. Rumen epithelial cell proliferation accelerated by rapid increase in intrauminal butyrate. *J. Dairy Sci.* 61: 1109-1113.

TAMATE, H.; A.J. MCGUILLIARD, N.I. JACOBSON and R. GETTY. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45: 408-420.

VALENZUELA, J.X. 1980. Efecto del destete a diferentes edades usando igual cantidad de dieta líquida en el comportamiento de terneros neonatos. Tesis Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.

WINTER, K.A. 1978. Response to weaning at two to five weeks of age by the young dairy calves. *Can. J. Anim. Sci.* 58: 377-383.

MODELO SIMPLE PARA ESTIMAR EL SUMINISTRO DE N EN EL SUELO

A SIMPLE MODEL FOR THE ESTIMATION OF SOIL N SUPPLY

FRANCISCO J. MATUS¹ Y JOSÉ RODRÍGUEZ

Departamento de Ciencias Vegetales

Facultad de Agronomía

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 6177 - Santiago

SUMMARY

For the purpose of estimating the N mineralization in different agrosystems, a simple model of mineralization was elaborated.

The organic N fractions of different harvest residues were determined and the proportion that became the pool of labile and stabilized N of the soil was estimated. On this basis, the size of both pools was calculated and the mineralization with its respective rates adjusted by the humidity and temperature. Furthermore, the mineralization was corrected by lixiviation (Burns 1980) in the different agrosystems.

To estimate the mineralization, the contribution of N by crop residues was simulated in different crop rotations and the daily climatic data and physical soil constants of each agrosystem were utilized.

Mineralization was determined by the harvest residues contributed by the crops in the rotation, by lixiviation and by the mineralization constant, that depends on temperature and moisture.

In the different agrosystems, mineralized N came on average, in an 70% from the stabilized N pool of the soil and only 30% from the labile N pool, which was determined by the previous crop residues. Mineralized N varied from 23 kg/ha/year in the Cauquenes agrosystems to 130 kg/ha/year in the Osorno agrosystems. Lixiviation losses were less than 10% of the total N supply and mainly affected the Cauquenes agrosystems.

The difference in N supply estimated by the model is in accordance with results obtained in other studies and points out that mineralization should be determined according to the crop history and to the management of harvest residues in the agrosystem.

I. INTRODUCCIÓN

La compleja dinámica del N en el suelo no ha permitido desarrollar una metodología única para estimar el suministro de N del suelo. En

algunos estados de EE.UU. y otros países las dosis recomendadas provienen de los resultados de ensayos de campo en suelos uniformes y con manejos similares (Soil Testing, 1978). En

¹Dirección actual: Facultad de Agronomía, Universidad de Talca. Sede Norte, Talca.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 465/88. Fecha de recepción: 18 de octubre de 1989.

Holanda el diagnóstico se basa en las condiciones hídricas al momento de la siembra y en el contenido de materia orgánica (Paauw, 1962). En Inglaterra y en Francia se da más importancia a los residuos orgánicos y a las constantes de mineralización. En estos últimos métodos de diagnóstico prevalece un enfoque de balance basado en la dinámica del N en el suelo (Ministry of Agric. Fish. and Food, 1973).

En Chile se ha utilizado el análisis de los nitratos del suelo, lo cual requiere que cada decisión de fertilización deba ir acompañada de un análisis de suelo. Este método, como índice de la mineralización del N orgánico, no ha tenido buenos resultados. La precipitación caída antes del muestreo, la época de preparación del suelo, la cantidad de residuos de cosecha del cultivo anterior, el tipo de suelo, etc., indican que la medición de los $N-NO_3$ en la estrata superficial no puede ser un índice real del suministro de N. Además, el análisis de suelo resulta ser una observación instantánea dentro del período que debería considerarse, ya que la mineralización se produce durante todo el desarrollo del cultivo. Tampoco la mineralización está referida a los contenidos de N orgánico total de los suelos, sino a determinados "pooles", o fracciones de éste y a sus tasas de mineralización (Sierra y Rodríguez, 1986).

Jansson (1958) estableció que el N-orgánico está constituido por una fase activa y otra pasiva. La fase activa compuesta por los residuos de las cosechas y biomasa microbiana sería fundamentalmente responsable de la mineralización de N. La fase pasiva correspondiente a un material más humificado no participaría en este proceso.

Desde 1981 se han elaborado una serie de modelos de mineralización (Paul y Juma, 1981; Molina *et al.*, 1983; Parton *et al.*, 1987; McGill *et al.*, 1981; Van Veen y Paul, 1981). Estos trabajos presentan un planteamiento similar al de Jansson (1958), donde establecen diferentes "pooles" de C y N relacionados a los residuos de cosecha y a sus fracciones orgánicas de distinta labilidad. La mayoría de estos modelos analíticos requieren gran número de variables difíciles de cuantificar, lo que dificulta el uso práctico en la estimación del suministro de N en el suelo.

A partir de 1975, el Área de Suelos del

Departamento de Ciencias Vegetales de la Universidad Católica ha realizado estudios de mineralización de N en suelos aluviales de la Zona Central y en andisoles de la Zona Sur (Oyandiel y Rodríguez, 1977; Prado y Rodríguez, 1978; Rodríguez y Silva, 1984a; Rodríguez y Silva, 1984b; Sierra y Rodríguez, 1986; Rodríguez y Sierra, 1987). Se estudiaron distintos métodos de diagnóstico y se determinó el suministro de N, de acuerdo al N potencialmente mineralizable (Stanford y Smith, 1972).

En el presente trabajo, a partir de las investigaciones de la dinámica del N en el suelo y estudios previos del Departamento, se desarrolló un modelo simple de mineralización para estimar el suministro de N en distintos agrosistemas.

II. FUNDAMENTACIÓN GENERAL

En la Fig. 1 se presenta un esquema del sistema de N en el suelo.

El suministro de N corresponde a la mineralización o salidas de N del sistema y está directamente relacionado a las entradas o partes de N de los residuos de cosecha incorporados en el suelo, de acuerdo al sistema de rotación de cultivos (Sierra y Rodríguez, 1986).

Los residuos de cosecha en el suelo son rápidamente atacados por la biomasa dando lugar a un N lábil (NL) y resistente (NRo). El NL (aminoácidos, proteínas, aminoazúcares, ácidos orgánicos, etc.) se obtiene al cabo de pocos días de mineralización a diferencia del NRo (N asociado a la lignina y parte de las hemicelulosas y celulosas) que se libera lenta-

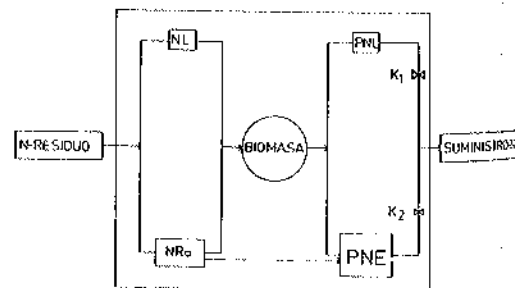


FIGURA 1
SISTEMA DEL N EN EL SUELO
Soil N system

mente en el tiempo. Luego, la biomasa muerta que creció a expensas de estas fracciones es remineralizada dando origen a los "pooles" de N-orgánico del suelo.

El "pool" de N lábil (PNL) es el resultado de las fracciones orgánicas de fácil descomposición tanto de los residuos de cosecha como de los subproductos microbiales. El "pool" de N estabilizado (PNE) es el recipiente de las fracciones orgánicas resistentes de los residuos y subproductos microbiales, acumulados en la matriz arcillosa del suelo (Van Veen *et al.*, 1985). Esta acumulación, por una parte, resulta de la resistencia que presentan estas fracciones a la descomposición y por otra, de la protección física y química de las arcillas del suelo sobre estos sustratos (Van der Linden *et al.*, 1987). La protección está determinada por la adsorción del material a la superficie de las arcillas o por la localización dentro de los agregados del suelo en sitios inaccesibles para los microorganismos. De la misma forma, el suelo ejerce un marcado efecto de protección sobre la biomasa (Van Veen *et al.*, 1985). Todas estas interacciones dejan un sustrato menos disponible para la mineralización (Jenkinson y Rayner, 1977) dando lugar a materiales más estabilizados (Sorensen, 1975), que se acumulan en el suelo por la permanente incorporación de los residuos de cosecha en el sistema de rotación de cultivos (Janssen, 1984; Sauerbeck y González, 1977). Así, el PNE es el reflejo del

historial de manejo de los residuos de cosecha en el agrosistema, cuyo tamaño o cantidad de N acumulada capaz de mineralizarse en el tiempo es muy superior al tamaño del PNL. Por el contrario, las tasas netas de mineralización de PNE serán muy inferiores a las del PNL, aún así, el mayor aporte de N mineral proviene del N-orgánico estabilizado.

Por lo tanto, el suministro de N en el suelo puede ser estimado conociendo los tamaños del PNL y PNE y sus respectivas tasas de mineralización (K_1 y K_2). Para esto, es necesario determinar las fracciones orgánicas lábiles (NL) y resistentes (NRo) de los residuos de cosecha y las condiciones de humedad y temperatura del suelo en el agrosistema.

PARÁMETROS DEL MODELO Y ESTIMACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN DE N EN EL SUELO

1. Tasas de mineralización en el suelo del "pool" lábil (K_1) y estabilizado (K_2)

En el Cuadro 1 se presenta la distribución de N en los distintos constituyentes orgánicos de diferentes residuos.

Los residuos presentan tres fracciones bien definidas (Matus, 1988). Una fracción muy lábil (FML) correspondiente al contenido celular (aminoácidos, amidas, ácidos nucleicos, proteínas, etc.), una fracción lábil (FL) corres-

CUADRO 1
DISTRIBUCIÓN DE N EN LAS DISTINTAS FRACCIONES ORGÁNICAS DE DIFERENTES RESIDUOS¹

N distribution of the different organic fractions of the residues

Residuos de cosecha	Nitrógeno residuo (%)	Contenido celular (A)	Pared celular	
			Hemicelulosa (B)	Lignina (C)
			(% del N-total)	
Paja de trigo	1,07	77	10	13
Paja de maíz	0,72	81	1	18
Ballica verde*	4,33	36	62	2
Trébol verde*	4,17	93	4	3

¹Laboratorio de Forrajes (Dr. Pichard, Univ. Católica de Chile).

*Antes de floración

(A) Fracciones muy lábiles (FML)

(B) Fracciones lábiles (FL)

(C) Fracciones resistentes (LR)

pondiente al N asociado a la hemicelulosa y celulosa y una fracción resistente (FR) asociada al N de la lignina.

En general, se destaca una relación directa entre el tipo y edad fisiológica de los tejidos y los contenidos de N total. Los residuos maduros de maíz y trigo presentaron bajos contenidos de N total en relación a los tejidos frescos de ballica y trébol. Por otra parte, sobre el 80 y 90% del N total se presentó en la FML, con excepción de la ballica verde. Cabe señalar que el contenido de N de la FR, además, estaría asociado a un N insoluble, producto de reacciones de polimerización (Van Soest, 1967).

La composición y distribución de N en las fracciones orgánicas es función de la especie y edad fisiológica de los tejidos, lo que estaría reflejado en las diferentes tasas netas de mineralización (Waksman y Tenney, 1928; Hunt, 1977).

En los residuos incorporados al suelo no es posible considerar una tasa constante de mineralización. En los períodos iniciales hay una rápida descomposición de azúcares, proteínas y celulosas y luego un lento decaimiento del material más resistente. También, los subproductos microbiales resintetizados de los constituyentes lábiles de los residuos se mineralizan a una tasa intermedia (Janssen, 1984). Así, las tasas de mineralización también varían de acuerdo al tiempo de incubación de los residuos en el suelo.

En la Fig. 2 se recogen diversas tasas de mineralización obtenidas de trabajos que han utilizado distintos tiempos de incubación.

Todas las tasas fueron determinadas por una cinética de primer orden. Entre estas aparecen las estimadas en este estudio para los residuos de maíz y trigo, incubados de acuerdo a la metodología de Stanford y Smith (1972) durante un período de 112 días.

Las tasas varían de acuerdo a la función señalada y, al comienzo, son dependientes del tiempo de mineralización. En los períodos iniciales predomina el PNL que es rápidamente mineralizado por la biomasa que proliferó a expensas de: a) las FML y parte de las FL de los residuos frescos recién incorporados y, b) las FL de los residuos y biomasa que han sido desprotegidos del PNE por efecto del manipuleo de las muestras al ser incubadas (Molina et

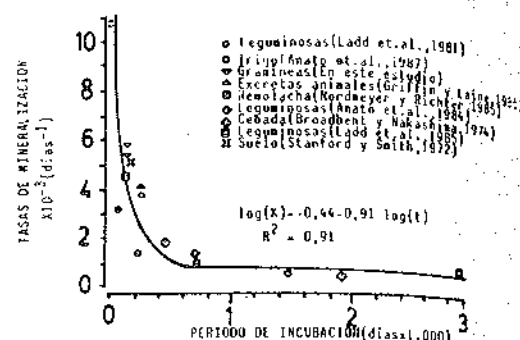


FIGURA 2
CAMBIO DE LAS TASAS DE
MINERALIZACIÓN DE N
EN DISTINTOS RESIDUOS
DE COSECHA A 28 °C,
EN DIFERENTES PERÍODOS
DE INCUBACIÓN

Change of N mineralization rates in
different crop residues at 28 °C, in
different incubation periods.

al., 1983). A medida que se avanza en el período de incubación las tasas disminuyen, debido a la presencia de compuestos más resistentes y por la estabilización física y química de las arcillas del suelo. Después de 1 a 2 años las tasas comienzan a ser similares, independientes del tiempo de incubación y del tipo de residuo incorporado. Esta fase lenta corresponde a la mineralización del PNE constituido por las FR y parte de las FL de los residuos y biomasa que han sido protegidas por la matriz arcillosa del suelo. En esta etapa se alcanza una condición de máxima estabilización y las tasas corresponderían a las del N-orgánico estabilizado del suelo.

De esta forma, las tasas varían de acuerdo a la composición del residuo y al período de mineralización. En las incubaciones de corto plazo (15-30 semanas) (Nordmeyer y Richter, 1985; Griffin y Laine, 1983; Oyanedel y Rodríguez, 1977; Stanford y Smith, 1972, las tasas K1 del PNL fluctuaron entre 0,01 y 0,003 kg/día y fueron alrededor de 5 a 15 veces superiores a las tasas K2 del PNE provenientes de incubaciones de largo plazo (1-8 años) (Ladd et al., 1981 y 1985; Broadbent y Nakashima, 1974).

Por lo tanto, las tasas en las fases lentas de mineralización permanecen constantes y son independientes de la cantidad y tipo de residuo incorporado. La constancia de las tasas en esta fase permite establecer las fracciones de N lábil y resistente del residuo (Sauerbeck y González, 1977), como se observa en la Fig. 3.

La parte de la curva que describe este último estado del proceso de mineralización corresponde a una tasa constante y sigue una relación dada por:

$$\ln NE = \ln NRo - k_2 * t \quad (1)$$

que es la forma logarítmica de la ecuación:

$$NE = NRo \exp(-k_2 * t) \quad (2)$$

Esta función se obtuvo por integración de la ecuación diferencial de primer orden:

$$dNE/dt = -k_2 * NE \quad (3)$$

NE = N-orgánico del residuo estabilizado en el suelo (%).

NRo = N resistente del residuo (porcentaje del N total del residuo que potencialmente puede ser estabilizado en el suelo (%)).

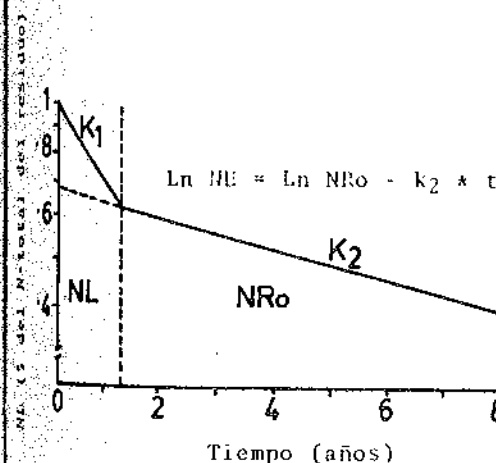


FIGURA 3
ESQUEMA DEL AJUSTE DE UNA
ECUACIÓN DE PRIMER ORDEN
A LA FASE LENTA DE
MINERALIZACIÓN DE RESIDUOS
DE COSECHA EN INCUBACIONES
DE LARGO PLAZO

Adjustment scheme of a first order equation
in slow mineralization phase of crop
residues in long term incubations

K2 = Tasa constante de mineralización del N-orgánico estabilizado (kg/año).

t = Tiempo (años).

La ecuación (1) se ajustó a los resultados experimentales de incubaciones de largo plazo (1-8 años) efectuadas entre 23 y 17 °C para residuos marcados con N-15 (Broadbent y Nakashima, 1974; Ladd et al., 1981, 1985). El intercepto de la regresión (NRo) fluctuó entre 58 y 74% del N total del residuo, siendo la fracción restante (1-NRo) el N lábil que se mineralizó entre 1 y 2 años desde la incorporación del residuo en el suelo. Por otra parte, las constantes de mineralización del N-orgánico estabilizado fluctuaron entre 0,038 y 0,065 kg/día y las del PNL entre 1,2 y 2,4 kg/día. Estas últimas tasas coinciden con las encontradas por Stanford y Smith (1972) en incubaciones de corto plazo (30 semanas) y en suelos que no han recibido residuos (Fig. 2). Esto permite suponer que las fracciones desprotegidas en los suelos tratados por Stanford y Smith (1972) corresponden a compuestos similares a los del residuo en esta etapa de la mineralización.

Utilizando los resultados de los ajustes con la ecuación (1) fue posible estimar el tamaño del PNL y PNE y luego la mineralización de cada "pool".

2. Tamaños del PNL y PNE en el suelo

El tamaño del PNL se estimó como el complemento de NRo (1-NRo) y el tamaño del PNE siguiendo la curva de acumulación a partir de las fracciones NRo de los residuos que se incorporan anualmente al suelo en la rotación de cultivos (Fig. 4). Esta curva de acumulación corresponde a la función:

$$NEt = NRS * NRo \sum_{i=1}^n \exp(-k_2 * t) \quad (4)$$

NEt = N estabilizado acumulado en el tiempo, proveniente de las fracciones NRo de los residuos de cosecha (kg/ha).

NRS = N total del residuo (kg/ha).

Desarrollando la progresión geométrica de la ecuación (4) se llega a:

$$NEt = NRS * NRo (1 - So^n) / (1 - So) \quad (5)$$

So = exp(-k2)

n = tiempo (años).

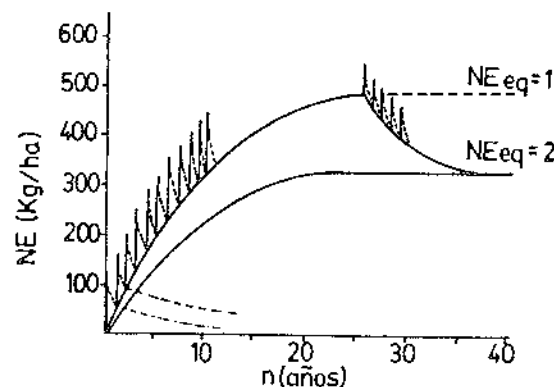


FIGURA 4
ACUMULACIÓN DEL NE A PARTIR
DE LAS FRACCIONES N_{Ro} DE
LOS RESIDUOS INCORPORADOS
AL SUELO ($NE_{eq} = N$ ESTABILIZADO
EN EQUILIBRIO)

*NE accumulation from N_{Ro} fractions
of the incorporated residues in the
soil ($NE_{eq} = N$ estabilized in
equilibrium).*

Con la ecuación (5) es posible determinar el N estabilizado de la curva de acumulación en cualquier tiempo dado. Al cabo de algunos años se alcanzará un estado de equilibrio (Martel y Paul, 1974; Jenkinson y Rayner, 1977), que dependerá de la entrada de residuos al sistema.

Cada ecosistema tiene un potencial de producción de biomasa en la vegetación natural, de acuerdo a sus características de clima y de suelo. Estos ecosistemas se encuentran en equilibrio en condiciones naturales, de manera que las entradas de N al "pool" estabilizado son iguales a la mineralización o salidas de N de este "pool". Cuando se elimina el bosque y el suelo es cultivado, se rompe este equilibrio y se alcanzará uno nuevo, dado por la menor entrada de N de los residuos de cosecha (Fig. 4).

Por lo tanto, el tamaño del PNE corresponderá al N estabilizado en equilibrio o a una situación intermedia, en tránsito hacia el nuevo equilibrio. Esto se puede representar por la siguiente ecuación:

$$NE_{eq} = NRS \cdot N_{Ro} \cdot (1/(1-S_o)) \quad (6)$$

$NE_{eq} = N$ estabilizado en equilibrio (kg/ha).

El tiempo necesario para alcanzar el equilibrio (t_{eq}) se estimó como NE_{eq} equivalente al 90% del NE_{eq} calculado:

$$t_{eq} = \ln 0,1 / -K2 \quad (7)$$

Con los tamaños y las constantes de mineralización de los PNL y PNE es posible estimar el suministro de N en el suelo.

3. Mineralización del PNL y PNE en el suelo

La mineralización del PNL estará dada por la siguiente ecuación:

$$NL_{min} = NL \cdot (1 - \exp(-k1 \cdot t)) \quad (8)$$

$NL_{min} = N$ mineralizado del PNL (kg/ha)

NL = Tamaño del PNL (kg/ha)

$k1$ = Constante de mineralización (kg/año)

t = Tiempo (años)

Y la mineralización del PNE por:

$$NE_{min} = NE \cdot (1 - \exp(-k2 \cdot t)) \quad (9)$$

$NE_{min} = N$ mineralizado del PNE (kg/ha)

NE = Tamaño del PNE (kg/ha)

$k2$ = Constante de mineralización (kg/año)

t = año

Tiempo (años)

En la ecuación (9) se consideró que el PNE está en equilibrio, dado por la entrada de N de los residuos de cosecha en el agrosistema (Janssen, 1984; Sauerbeck y González, 1977).

El total de N mineralizado (NT_{min}) será la suma de ambas ecuaciones (8+9):

$$NT_{min} = NL_{min} + NE_{min} \quad (10)$$

4. Relación entre la mineralización y los factores ambientales

4.1 Temperatura y humedad

La mineralización de N (NT_{min}) en distintas condiciones edafoclimáticas dependerá de los factores ambientales, tales como humedad y temperaturas diarias del suelo.

El efecto de la temperatura sobre las constantes de mineralización se representará por la siguiente función:

$$Kc = K_o \cdot \exp(0,0616 (Ta - To)) \quad (11)$$

Kc = Constante de mineralización corregida por temperatura.

K_o = Constante de mineralización conocida a temperatura To .

To = Temperatura a la cual se obtuvo K_o ($^{\circ}C$); $35 \geq To \geq 5^{\circ}C$

Ta = Temperatura actual ($^{\circ}C$); $35 \geq Ta \geq 5$.

Esta función se obtuvo de los resultados experimentales de Stanford *et al.* (1973), a partir del ajuste entre el cambio porcentual de las tasas de mineralización (Ta/To) a diferentes temperaturas ($To-Ta$) entre 5 y $35^{\circ}C$ (Fig. 5).

De acuerdo a la ecuación (11) por cada $10^{\circ}C$ la variación en las constantes de mineralización (K_o) es cercana a 2 ($Q_{10} \approx 2$). Para un $Q_{10} = 2$ exactamente, el coeficiente debe ser 0,0693.

De la misma forma que la temperatura, la humedad del suelo afectará las constantes de mineralización.

De acuerdo a Cavalli y Rodríguez (1975), la función que describe este efecto es lineal en el rango de humedad entre 0,3 y 15 bares, correspondientes a los parámetros físicos, capacidad de campo y punto de marchitez permanente (Fig. 6).

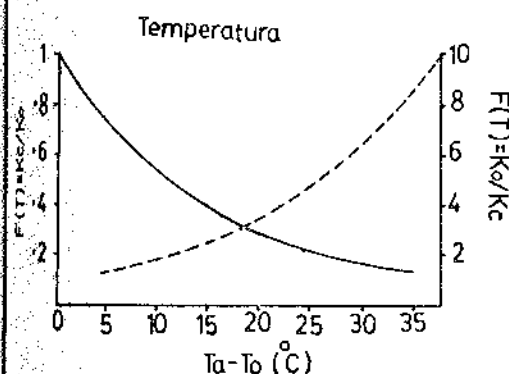


FIGURA 5
FUNCIÓN DE TEMPERATURA EN
EL SUELO (K_o = CONSTANTE DE
MINERALIZACIÓN CONOCIDA
A TEMPERATURA To ;
 Kc = CONSTANTE DE MINERALIZACIÓN
CORREGIDA POR TEMPERATURA Ta ;
 Ta y To = TEMPERATURA ACTUAL
Y TEMPERATURA A LA CUAL
SE OBTUVO K_o , RESPECTIVAMENTE)
*Soil temperature function (K_o = known
mineralization constant at temperature To ;
 Kc = mineralization constant
corrected by temperature Ta ; Ta and
 To = actual temperature and temperature
at which K_o was obtained, respectively)*

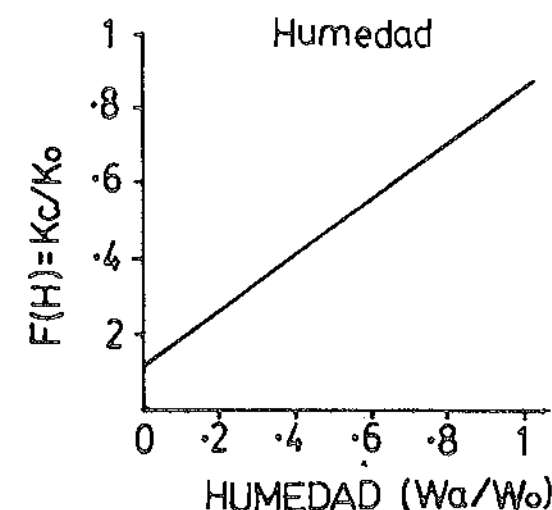


FIGURA 6
FUNCIÓN DE HUMEDAD EN EL SUELO
 K_o = CONSTANTE DE MINERALIZACIÓN
CONOCIDA A HUMEDAD Wo ;
 Kc = CONSTANTE DE MINERALIZACIÓN
CORREGIDA POR HUMEDAD Wa ; Wa
y Wo = CONTENIDO GRAVIMÉTRICO
DE HUMEDAD ACTUAL Y A LA
CUAL SE OBTUVO K_o , RESPECTIVAMENTE)

*Soil moisture function (K_o = mineralization
constant known at moisture Wo ; Kc =
mineralization constant corrected by moisture
 Wa ; Wa and Wo = gravimetric actual
moisture and moisture at which K_o was
obtained, respectively)*

$$Kc = K_o \cdot (1,11 \cdot (Wa/Wo) - 0,138) \quad (12)$$

Kc = Constante de mineralización corregida por humedad.

K_o = Constante de mineralización conocida a Wo .

Wo = Contenido gravimétrico de humedad a la cual se obtuvo K_o (g/g); $1,5 \geq Wo \geq 0,3$ bares.

Wa = Contenido gravimétrico de humedad actual (g/g); $1,5 \geq Wa \geq 0,3$ bares.

La forma en que el efecto combinado de los factores ambientales son expresados en cualquier modelo de simulación tienen un profundo impacto sobre los cálculos (Van der Linden *et al.*, 1987). Aquí se consideró que los factores ambientales decisivos son las variaciones de humedad y temperatura. Van der Linden *et al.* (1987), sugieren que aquellos factores actúan independientemente y que su efecto combina-

CUADRO 2

APORTE DE N DE DISTINTOS RESIDUOS DE COSECHA Y SUMINISTRO DEL "POOL" DE N LÁBIL DEL SUELO EN DIFERENTES AGROSISTEMAS

Nitrogen content of different residues and N supply of the labile pool in some crop systems

Agrosistema	Rendimiento (kg/ha)	Aporte Residuo (kg/ha)	N Residuo (%)	N Residuo (kg/ha)	Suministro N PNL* (kg/ha/año)
Osorno					
Remolacha	60.000	2.000	1,3	26	8
Trigo	6.000	4.700	0,7	33	10
Pradera 1	5.000	4.000	2,0	80	24
Pradera 2	6.000	5.000	2,0	100	30
Pradera 3	7.000	5.500	2,0	110	33
Pradera 4	8.000	6.000	2,0	120	36
Pradera 5	8.000	6.000	2,0	120	36
Pradera 6	8.000	10.000	2,0	200	60
Temuco					
Raps	2.000	5.000	1,2	60	18
Trigo	4.500	3.500	0,7	25	8
Tréb. rosado 1	5.000	4.500	2,5	113	34
Tréb. rosado 2	7.000	9.000	2,5	225	68
Cauquenes					
Trigo	3.000	2.400	0,7	17	5
Pradera Nat. 1	1.000	1.300	1,5	19	6
Pradera Nat. 2	1.500	2.000	1,5	30	9
Pradera Nat. 3	1.500	2.000	1,5	30	9
Pradera Nat. 4	2.000	2.000	1,5	30	9
Pradera Nat. 5	2.000	2.000	1,5	30	9
Rancagua					
Maíz	12.000	8.000	0,7	56	17
Trigo	6.000	4.700	0,7	33	10

*PNL = "Pool" de N lábil (30% del N total del residuo)

El PNL correspondió a un 30% del N total del residuo y de acuerdo a sus constantes de mineralización, entre el 80 y 90% se agota después de un año, desde que se incorporó el residuo en el suelo (Figura 3). Se consideró que este "pool", al cabo de un año, se mineralizó totalmente. Por lo tanto, el suministro de N correspondió al tamaño del PNL y se obtuvo de acuerdo a la ecuación (8).

De esta forma, el N lábil del suelo dependerá del potencial productivo del agrosistema, de la composición del residuo (gramíneas-leguminosas), de la edad de los tejidos (frescos-senescentes) y del manejo de la rotación de cultivos.

En el Cuadro 3 se presenta el suministro de

N del PNE y las constantes de mineralización promedios corregidas por la humedad y temperaturas diarias de suelo. Se consideró que los agrosistemas están en equilibrio, dado por el aporte de N de los residuos de cosecha (Jansen, 1984; Sauerbeck y González, 1977).

De acuerdo a la ecuación (1) los valores NRo correspondieron al 70% del N total promedio de los residuos en la rotación y las constantes de mineralización K2 a los valores promedios de la ecuación (1).

Por otra parte, los tamaños del PNE, el tiempo de equilibrio y el suministro de N se obtuvieron con las ecuaciones (6, 7, 9).

En los agrosistemas de Osorno y Temuco el

CUADRO 3

SUMINISTRO DEL "POOL" DE N ESTABILIZADO DEL SUELO EN DIFERENTES AGROSISTEMAS

N supply of the estabilized pool in different crop systems

Agrosistema	Fracción (NRo)* del residuo (kg/ha)	Constante K2 (/año)	PNEEq (kg/ha)	Tiempo equilibrio (años)	Suministro N PNE** (kg/ha/año)
Osorno	69	0,036	1.941	64	70
Temuco	74	0,040	1.887	58	72
Cauquenes	21	0,038	563	61	21
Rancagua	32	0,053	620	43	33

*NRo = N resistente del residuo (70% N total del residuo)

**PNE = Pool de N estabilizado

mayor aporte de residuos determinó un nivel de equilibrio más alto que en los otros agrosistemas. Cauquenes corresponde a una situación de secano con suelos erosionados y con un bajo reciclaje en la rotación.

El suministro de N fluctuó entre 21 y 72 kg/ha, lo que correspondió al aporte de N de los residuos (NRo). Esto es porque se consideró al PNE en equilibrio.

En el Cuadro 4 se indica el promedio de N aportado por la rotación de cultivos en cada agrosistema y el suministro de N a partir del PNE y PNL del suelo.

El suministro del PNL dependerá del cultivo anterior y fluctúa entre 10 y 51% del suministro total de acuerdo a la cantidad y composición del residuo incorporado.

Se observan diferencias significativas en los suministros de N en los distintos agrosistemas. Las pérdidas por lixiviación de N en los meses

de invierno no fueron mayores a un 10% del suministro total y afectó principalmente al agrosistema de Cauquenes.

Los suministros de N estimados por el modelo concuerdan con los resultados obtenidos por Oyanedel y Rodríguez (1977); Rodríguez y Silva (1984a y 1984b); Sierra y Rodríguez (1986); Rodríguez y Sierra (1987) en distintas unidades edafoclimáticas de la Zona Central, Centro Sur y Sur del país. En estos trabajos el suministro fue estimado de acuerdo al N potencialmente mineralizable (Stanford y Smith, 1972), donde las tasas de mineralización fueron corregidas por la temperatura y humedad de suelo. Por otra parte, los suministros de N estimados por el modelo, también concuerdan con los testigos experimentales para el cultivo del trigo en ensayos de campo en los distintos agrosistemas del país (FAO, 1973; Volke, 1973; Bernier y Sierra, 1980).

CUADRO 4

SUMINISTROS DE N ESTIMADOS POR EL MODELO EN DISTINTOS AGROSISTEMAS

N supply estimated by the model in different crop systems

Agrosistema	N promedio rotación (kg/ha)	PNL	Suministro de N PNE (kg/ha)	Total*
Osorno	99	8-60	70	76-127
Temuco	106	8-68	72	76-133
Cauquenes	26	5-9	23	23-27
Rancagua	45	10-17	33	43-50

*Total obtenido considerando la lixiviación.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con el propósito de estimar la mineralización de N en diferentes agrosistemas se elaboró un modelo simple de mineralización.

Se establecieron las fracciones de N orgánico de distintos residuos de cosecha y se estimó la proporción que pasó a constituir el "pool" de N lábil y estabilizado del suelo. Con ello se calculó el tamaño de ambos "pooles" y luego la mineralización con sus respectivas tasas corregidas por la humedad y temperatura. También, se corrigió la mineralización por la lixiviación (Burns, 1980) en los distintos agrosistemas.

Para estimar la mineralización de N se simuló el aporte de N de los residuos de cosecha en diferentes rotaciones de cultivos y se utilizaron los datos climáticos diarios y las constantes físicas del suelo de cada agrosistema.

La mineralización estuvo determinada por el

aporte de residuos de cosecha de la rotación de cultivos, por las constantes de mineralización dependientes de la temperatura y humedad y por la lixiviación de N.

En los diferentes agrosistemas, en promedio, la mineralización provino en un 70% del "pool" de N estabilizado del suelo y sólo un 30% del "pool" de N lábil, el que estuvo determinado por el cultivo anterior. El N mineralizado varió entre 23 kg/ha en el agrosistema de Cauquenes a 130 kg/ha en el agrosistema de Temuco, durante un año de mineralización. Las pérdidas por lixiviación no fueron mayores a un 10% del suministro N total y principalmente afectó al agrosistema de Cauquenes.

El distinto suministro de N estimado por el modelo concuerda con los resultados obtenidos en otros trabajos y determina que la mineralización debe ser considerada de acuerdo al historial de cultivos y al manejo de los residuos de cosecha en el agrosistema.

LITERATURA CITADA

- AMATO, M., R.B. JACKSON, J.A.A. BUTLER y J.N. LADD. 1984. Decomposition of plant material in Australian soils. II. Residual organic 14-C y 15-N from legume plant parts decomposing under field and laboratory conditions. *Aust. J. Soil Res.* 22: 331-341.
- AMATO, M., J.N. LADD, A. ELLINGTON, G. FORD, J.E. HAHVEN, A.C. TAYLOR y D. WALSCOTT. 1987. IV. Decomposition of plant material in Australian soils. *Aust. J. Soil Res.* 25: 95-105.
- BERNIER, R. y C. SIERRA. 1980. Fertilización del trigo y papas en la X Región. Publ. Inst. Inv. Agropecuarias (INIA), Est. Exp. Remehue (Osorno-Chile). 63 p.
- BOIFFIN, J.; J. KELLY y M. SEBILLOTE. 1986. Systems de culture et statut organique des sols dans le Nayoumair. *Agronomie* 6: 437-446.
- BROADBENT, F.E. y T. NAKASHIMA. 1974. Mineralization of carbon and nitrogen in soil amended with carbon-13 and nitrogen-15 labelled plant material. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38: 313-315.
- BURNS, J. G. 1980. A simple model for predicting the effects of winter leaching. *J. Soil Sci.* 31: 187-202.
- CAVALLI, I. y J. RODRÍGUEZ. 1975. Efecto del contenido de humedad en la mineralización de nitrógeno en nueve suelos de la provincia de Santiago. *Ciencia e Inv. Agr.* 2: 101-112.
- FAO. 1973. Productividad y manejo de los suelos chilenos. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Depto. Suelos Univ. Católica de Chile.
- GRIFFIN, G.F. y A.F. LAINE. 1983. Nitrogen mineralization in soil previously amended with organic wastes. *Agronomy Journal* 75: 124-129.
- HUNT, M.W. 1977. A simulation model for decomposition in grassland. *Ecology* 58: 469-484.
- JANSSEN, B.H. 1984. A simple method for calculating decomposition and accumulation of "young" soil organic matter. *Plant and Soil* 76: 297-304.
- JANSSON, S.L. 1958. Tracer studies in N transformations in soils. *Annals of the Royal Agric. Coll. Sweden* 24: 100-361.
- JENKINSON, D.S. y J.H. RAYNER. 1977. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments. *Soil Sci.* 123: 298-305.
- LADD, J.N.; J.M. OADES y M. AMATO. 1981. Microbial biomass formed from 14-C, 15-N labelled plant material decomposing in soil in the field. *Soil Biol. Biochem.* 13: 119-126.
- LADD, J.N., M. AMATO y J.M. OADES. 1985. Decomposition of plant material in Australian Soil. *Aust. J. Soil Res.* 23: 603-611.
- MARTEL, Y.A. y E.A. PAUL. 1974. Effects of cultivation on the organic matter of grassland soils as determined by fractionation and radiocarbon dating. *Can. J. Soil Sci.* 54: 419-426.
- MATUS, F.J. 1988. Dinámica del nitrógeno en el suelo. Tesis Magister. Biblioteca, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 60 pp.
- MCGILL, W.B., A.W. HUNT, R.G. WODDMANSEE y J.O. RENSS. 1981. Phoenix, a model of the dynamics of C and N in grassland soil. Clark & Roswall (Eds.) *Terrestrial N Cycles*. Ecol. Bull. 3: 49-115.
- MINISTRY OF AGRIC. FISCH. AND FOOD. 1973. Fertilizer recommendations. Bull. N 209, London, HMSO.
- MOLINA, J.A.E., C.E. CLAPP, M.J. SHAFFER, F.W. CHICISTER y W.E. LARSON. 1983. NC Soil, a model of N and C transformations in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 47: 85-91.
- MORDMEYER, H y J. RICHTER. 1985. Incubation experiments on N mineralization in Loess and Sandy Soils. *Plant and Soil* 83: 433-445.
- OYANEDEL, C. y J. RODRÍGUEZ. 1977. Estimación de la Mineralización del N en el suelo. *Ciencia e Investigación Agr.* 4: 33-44.
- PAUL, F. 1962. Effect of winter rainfall on the amount of N available to crops. *Plant and Soil* 16: 361-380.
- PARTON, W.Y., D.S. SCHMIEL, C.V. COLE y D.S. OGIMA. 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains Grasslands. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 1173-1179.
- PRADO, O. y J. RODRÍGUEZ. 1978. Estimación de las necesidades de fertilización nitrogenada del trigo. *Ciencia e Investigación Agr.* 5: 29-40.
- PAUL, B.A. y N.G. JUMA. 1981. Mineralization and immobilization of soil N by microorganisms. Clark & Roswall (Eds.) *Terrestrial Cycles Ecol. Bull.* 33.
- RODRÍGUEZ, J. y H. SILVA. 1984a. Estimación de la mineralización de N y requerimientos de los cultivos en suelos con distinto manejo. *Ciencia e Investigación Agr.* 11: 73-80.
- RODRÍGUEZ, J. y H. SILVA. 1984b. Nitrógeno potencialmente mineralizable en Andisoles. *Ciencia e Investigación Agr.* 11: 81-88.
- RODRÍGUEZ, J. y C. SIERRA. 1987. Efecto del historial de cultivo en el "pool" de N lábil y resistente del suelo. *Ciencia e Investigación Agr.* 14: 63-70.
- SAUERBECK, D.R. y B.V. JOHNEN. 1977. Root formation and decomposition during plant growth. *Soil Organic Matter Studies*. Inter. Atomic Energy Agency, Viena, Vol. 1: 141-148.
- SAUERBECK, D.R. y M.A. GONZÁLEZ. 1977. Field decomposition of carbon-14-labelled plant residues in various soil of the Federal Republic of Germany and Costa Rica. *Soil Organic Matter Studies*. Inter. Atomic Energy Agency, Viena, Vol. 1: 159-170.
- SIERRA, C. y J. RODRÍGUEZ. 1986. Efecto del Manejo del Suelo en el suministro de N. *Ciencia e Investigación Agr.* 13: 231-238.
- SOIL TESTING. 1978. Correlation and Interpretation the analytical results. ASA, Special Publication N° 25.
- SORENSEN, L.H. 1975. The influence of clay on the rate of decay of amino and metabolites synthesized in soil during decomposition of cellulose. *Soil Biol. Biochem.* 7: 171-177.
- STANFORD, G. y S.J. SMITH. 1972. Nitrogen mineralization potentials of Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 36: 465-472.
- STANFORD, G. y J. FRERE. 1973. Temperature coefficient of soil nitrogen mineralization. *Soil Sci.* 115: 321-323.
- VAN DER LINDEN, A.M.A. y A. VAN VEEN y M.J. FRISSEL. 1987. Modelling soil organic matter levels after long term applications of crop residues, and farmyard and green manures. *Plant and Soil* 101: 21-28.
- VAN SOEST, P.J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *J. Animal Sci.* 26: 119-132.
- VAN VEEN, J.A. y E.A. PAUL. 1981. Organic dynamics in grassland soils. *Can. J. Soil Sci.* 61: 185-201.
- VAN VEEN, J.A., W.B. GILL, H.W. HUNT, M.J. FRISSEL y C.U. COLE. 1981. Simulation models of the terrestrial nitrogen cycle. *En: Terrestrial Nitrogen Cycle Ecol. Bull.* 33: 35-48.
- VAN VEEN, J.A., J.N. LADD y M. AMATO. 1985. Turnover of carbon and nitrogen through the microbial biomass in a sandy loam and a clay soil incubated with 14-C glucose and 15-N (NH₄)₂ SO₄. Under different moisture regimes. *Soil. Biochem.* 17: 747-756.
- VIAUX, P. 1980. Fumure azotée des cereals d'hiver. *Perspective Agricoles, Dic. N° 43: 10-26.*
- VOLKE, V. 1973. Fertilización nitrogenada y fosfatada del trigo en suelos trumados de las provincias de Malleco y Cautín. *Agricultura Técnica* 33(1) 6-15.
- WAKSMAN, S.A. y F.G. TENNEY. 1928. Composition of natural organic materials and their decomposition in the Soil. III. The influence of nature of plant upon the rapidity of its decomposition. *Soil Sci.* 26: 155-171.

WHITEHEAD, D.C. 1970. The Role of N in rangeland productivity. Bull. 48, Commonwealth Agric. Bureaux.

A N E X O 1

SIMBOLOGÍA

NRS	= N total del residuo (kg/ha)
NRo	= N resistente del residuo (kg/ha)
PNL	= "Pool" de N lábil del suelo (kg/ha)
PNE	= "Pool" de N estabilizado del suelo (kg/ha)
K1	= Constante de mineralización del PNL ($\text{kg} \times \text{año}^{-1}$)
K2	= Constante de mineralización del PNE ($\text{kg} \times \text{año}^{-1}$)
NL min	= N mineralizado del PNL (kg/ha)
NE min	= N mineralizado del PNE (kg/ha)
F(T)	= Función de temperatura
Ts	= Temperatura de suelo ($^{\circ}\text{C}$)
F(Ts)*	= Función de temperatura para estimar Ts ($^{\circ}\text{C}$)

T max	= Temperatura máxima del aire ($^{\circ}\text{C}$)
T min	= Temperatura mínima del aire ($^{\circ}\text{C}$)
F(H)	= Función de humedad
Occ	= Contenido volumétrico a capacidad de campo (cm^3)
Wa	= Contenido gravimétrico de humedad
r	= Profundidad de mineralización (cm)
hr	= Lámina de agua disponible a la profundidad r (cm)
z	= Profundidad radicular (cm)
hz	= Lámina de agua disponible a la profundidad z (cm)
PMP	= Punto de marchitez permanente (g/g)
CC	= Capacidad de campo (g/g)
da	= Densidad aparente (g/cc)
F(L)	= Función de lixiviación
Pz	= Pereolación bajo la profundidad z (cm)
BH	= Balance hidrológico (cm)
PP	= Precipitación efectiva (cm)
ETP	= Evapotranspiración potencial (cm)

*Función no mostrada en este trabajo.

FLORA UTILIZADA POR ABEJAS MELÍFERAS (*APIS MELLIFERA*) COMO FUENTE DE POLEN EN PAINE, REGIÓN METROPOLITANA, CHILE¹

PLANT SPECIES AS POLLEN SOURCE FOR *APIS MELLIFERA* IN PAINE, METROPOLITAN REGION, CHILE¹

GLORIA MONTENEGRO, MARCELO SCHUCK, ANA MARÍA MUJICA Y SEBASTIÁN TEILLIER

Laboratorio de Botánica,
Departamento de Ecología,
Facultad de Ciencias Biológicas,
Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 114-D, Santiago

SUMMARY

Pollen samples were collected weekly from honey bee colonies located near Paine in the semiarid mediterranean zone of Chile in order to identify the plants supplying it. Thirty native and twenty-seven introduced plant species were used as pollen source by the honey bee throughout 1987 and 1989 as determined by the scanning electron microscope. These plants were characterized by their family, vernacular name, origin and blooming time. The significant importance of naturalized species in hive feeding during the unfavorable period is discussed.

INTRODUCCIÓN

La cría de abejas melíferas (*Apis mellifera*) no sólo es importante para la obtención del beneficio directo a través de la producción de miel, cera, polen y propóleo, sino que también como agentes polinizadores cruciales para ciertos cultivos.

El polen constituye una fuente importante de proteínas y lípidos para el desarrollo larval y nutrición de las abejas (Rashad and Parker, 1958; Dietz, 1975), habiéndose demostrado que las abejas son selectivas en la utilización de especies vegetales (Synge, 1947; Free, 1963, 1967; y Rashad *et al.*, 1979). Por lo tanto, el potencial apícola de una determinada zona dependerá de la vegetación circundante y, más

aún, de la composición florística de la comunidad disponible como fuente de alimento. El desarrollo de la ciencia apícola en nuestro país necesita de un conocimiento cabal del sistema que la sustenta o que puede sustentar una actividad continuada de la colmena, lo que redundará en una mayor producción de los elementos resultantes de la actividad del panal.

José Peldoza, reconocido médico veterinario del SAG, ha recalcado en varios de sus artículos de divulgación la importancia que tiene para los apicultores el conocimiento de la flora melífera, ya que en términos prácticos dependen de esta flora para su actividad, siendo muy poco lo que pueden hacer para mejorar la producción cuando falta este recurso. Hace

¹Investigación financiada por proyectos FONDECYT 692/87 y 199/88 A.G. Montenegro.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 468/89. Fecha de recepción: 4 de abril de 1989.

referencia a que es necesario que de alguna manera "terminen siendo botánicos" para lograr reconocer especies que sean fuente de polen, néctar, propóleos y de secreciones extraflorales. (Revista del Campo de "El Mercurio", 16 de febrero de 1981).

El objetivo de este trabajo fue determinar las especies vegetales nativas e introducidas utilizadas por las abejas melíferas como fuente de polen en una comunidad de la zona mediterránea de Chile Central, a través del reconocimiento de los granos de polen corbicular, utilizando la Microscopía Electrónica de Barrido, consiguiéndose (para cada una de las especies) el período de utilización en relación a la fenología de la floración.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de muestreo fue el Fundo El Litral (33° 49' LS, 70° 40' LO) ubicado en la localidad de Paine. El área de muestreo corresponde a un matorral formado por arbustos siempreverdes y deciduos de verano, con un estrato herbáceo estacional típico de una zona con clima mediterráneo semiárido (Montenegro *et al.*, 1978 y Montenegro *et al.*, 1979).

Los granos de polen recolectados por las abejas adultas son agrupados en conglomerados que son depositados y transportados en los cestos polínicos o corbículas, presentes en el tercer par de patas. Los cúmulos corbiculares formados por miles de granos de polen, corresponden al polen colectado durante un viaje de una abeja y se ha comprobado que, en general, pertenecen a una sola especie vegetal (Frec, 1963).

La recolección del polen corbicular se realizó desde enero de 1987 a enero de 1989 mediante trampas ubicadas en las entradas de las colmenas, las cuales poseen orificios que permiten el paso de las abejas al interior de la colmena, pero que al hacerlo, dejan caer de las patas sus cargas de polen en las bandejas especialmente diseñadas para este propósito (Mohamed y Khattab, 1979). Las trampas se colocaron en 10 colmenas por aproximadamente 8 horas, de permanencia. Las muestras recolectadas por colmena se trasladaban al laboratorio colocándose en estufa de secado a 30°C para evaporar el H₂O retenida.

Las muestras para el Microscopio Electrónico de Barrido fueron acetolizadas y luego sombreadas con una capa de aproximadamente 100 Å de oro-paladio para su posterior observación en un Autoscan Siemens, de acuerdo al método descrito por Lynch y Webster (1975).

Para preparar la observación del polen corbicular, tanto al Microscopio Óptico como Electrónico de Barrido, se empleó la acetolisis de Erdtman (1943) siendo el método más eficiente para obtener preparaciones permanentes. El tratamiento elimina la intina, el protoplasma y algunas impurezas como cera, lo que permite un análisis detallado de la exina, requisito indispensable para lograr diagnosticar especies distintas, presentes en los diversos conglomerados del polen corbicular.

La Figura 1 muestra una mezcla de granos de polen obtenidos del muestreo de una colmena. Para la identificación de ellos se procedió a compararlos con el muestrario de granos de

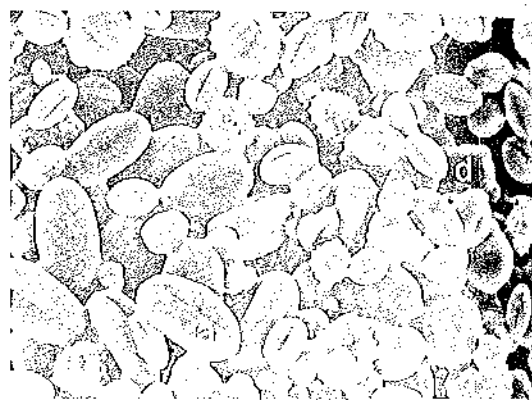


FIGURA 1
GRANOS DE POLEN DE MUESTRA
CORBICULAR COLECTADA EN
DICIEMBRE DE 1988
(MICROSCOPIO ELECTRÓNICO
DE BARRIDO × 450)

- a) *GALEGA OFFICINALIS*
b) *CONVOLVULUS ARVENSIS*
c) *SILYBUM MARIANUM*
y d) *FUMARIA AGRARIA*

Pollen grains of corbicular sample
collected in December 1988
(Scanning Electron Microscope × 450)

- a) *Chaetanthera ciliata*
b) *Convolvulus arvensis*
c) *Silybum marianum*
and d) *Fumaria agraria*

polen elaborado de las especies vegetales presentes en la zona de estudio y utilizando adecuadas claves morfológicas (Erdtman, 1986). Paralelamente se determinaron los períodos de floración de estas mismas especies para establecer una relación entre fenología de especies presentes en la comunidad (período de floración) y polen recolectado por las abejas, estableciéndose así un calendario polínico de utilización temporal de especies vegetales.

La fenología, para un gran número de especies de la zona mediterránea de Chile, ha sido ampliamente analizada (Montenegro *et al.*, 1978; Montenegro *et al.*, 1979; Montenegro *et al.*, 1981; Montenegro, 1987).

RESULTADOS

El análisis de la vegetación circundante a las colmenas muestreadas dio como resultado que existen aproximadamente 203 especies disponibles, anuales y perennes, correspondiendo 60% a especies introducidas y 40% a especies autóctonas.

La identificación de los granos presentes en el polen corbicular permitió detectar un total de 58 especies utilizadas por *Apis mellifera* a lo largo del período muestreado. El Cuadro 1 resume las especies vegetales preferidas por las abejas como fuente de polen, caracterizándose cada una de ellas por su nombre vulgar, familia, origen y período disponible para el colmenar.

Los resultados muestran que especies de las familias Compositae y Cruciferae, constituyen aproximadamente el 21% de la muestra. El análisis de especies utilizadas como fuente de polen en términos de disponibilidad estacional para el colmenar (Figura 2) muestra que la frecuencia de especies en flor disminuye significativamente durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio ($P < 0,05$). Sin embargo, durante estos meses desfavorables existen especies que, dependiendo del grado de cobertura que presenten en la zona pudieran satisfacer las demandas de un número determinado de colmenas. Si las especies utilizadas por las abejas resultantes de este muestreo se analizan en relación a su origen, se puede observar que durante los meses desfavorables, en verano y otoño, la mayor disponibilidad de

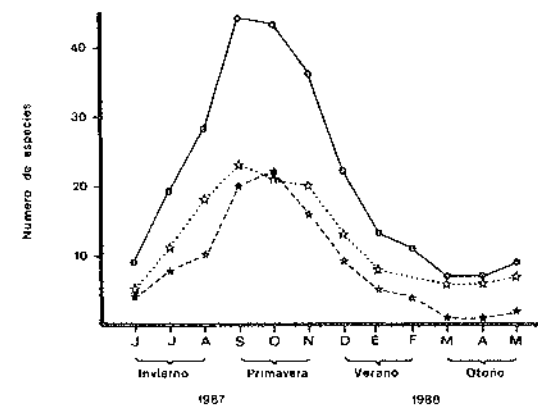


FIGURA 2
ESPECIES EN FLOR DISPONIBLES
COMO FUENTE DE POLEN PARA
APIS MELLIFERA DESDE JUNIO
DE 1987 A MAYO DE 1988.
NÚMERO TOTAL DE ESPECIES
ESPECIES NATIVAS ★—★,
ESPECIES INTRODUCIDAS ★-----★

Blooming plants available as pollen
sources for *Apis mellifera* from
June 1987 throughout May 1988.
Total number of species
native species ★—★,
introduced species ★-----★

polen para las abejas está dada por especies introducidas (Montenegro *et al.*, 1988) como *Centaurea melitensis*, *Taraxacum officinale*, *Convolvulus arvensis*, *Sisymbrium orientale*, *Marrubium vulgare*, *Galega officinalis*, *Plantago lanceolata* y *Verbascum virgatum*. La mayoría de estas especies tienen el carácter de ser ruderales, es decir, crecen en zonas con un alto grado de perturbación como son orillas de camino, vías de ferrocarriles y a lo largo de acequias o canales de regadío. Estas especies corresponden a hierbas anuales o perennes de origen europeo, y se consideran en su mayoría naturalizadas debido a la amplia distribución que presentan en la zona mediterránea (Montenegro *et al.*, 1988).

DISCUSIÓN

La información existente en Chile sobre flora melífera es escasa (Informe Corfo, 1982) la cual se resume en un listado de especies melíferas para la VI, IX y XI Región, habiéndose

CUADRO I
ESPECIES UTILIZADAS COMO FUENTE DE POLEN
Plant species used as pollen source

Familia Family	Especie Species	Nombre vulgar Vernacular name	Origen Origin	Período de floración Flowering period 1987-1988
Anacardiaceae	<i>Lithrea caustica</i>	Litre	N	N-D
	<i>Schinus molle</i>	Huigán	N	O
Cactaceae	<i>Trichocereus chilensis</i>	Quisco	N	N-D
Caryophyllaceae	<i>Stellaria cuspidata</i>	Quiloi-quiloi	N	A-S-O-N
	<i>Stellaria media</i>	Quiloi-quiloi	I	J-A-S-O
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	N	J-A-S-O-N
Compositae	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Cardo	I	S-O-N-D
	<i>Silybum marianum</i>	Cardo santo	I	O-N-D
	<i>Centaurea melitensis</i>	Cizafia	I	N-D-E
	<i>Chaetanthera ciliata</i>	Chinita	N	O-N-D-E
	<i>Helenium aromaticum</i>	Manzanilla del campo	N	N-D
	<i>Proustia cuneifolia</i>	Palo de yegua	N	D-E-F
Convolvulaceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	I	J-A-S-O-N-D-E-F-M-A-M
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela	I	O-N-D-E-F
Cruciferae	<i>Cuscuta chilensis</i>	Cabello de ángel	N	M-J-J-A-S-O-N-D-E-F
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Mastuerzo	I	J-A-S-O-N
	<i>Cardamine hirsuta</i>	Berro	N	J-A-S-O
	<i>Raphanus sativus</i>	Rábano morado	I	A-S-O-N-D
	<i>Rapistrum rugosum</i>	Yuyo	I	O-N
	<i>Sisymbrium orientale</i>	Yuyo	I	S-O-N-D-E-F-M-A-M
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea heterophylla</i>	Papa cimarrona	N	S-O
Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	N	A-S-O
Euphorbiaceae	<i>Colliguaja odorifera</i>	Colliguay	N	J-J-A-S-O-N
Fumariaceae	<i>Fumaria agraria</i>	Hierba de la culebra	I	J-A-S-O-N-D
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Alfilerillo	I	A-S-O-N-D
	<i>Erodium moschatum</i>	Alfilerillo	I	S-O-N
	<i>Erodium malacoides</i>	Alfilerillo	I	S-O
Iridaceae	<i>Solenanthes pedunculatus</i>	Maicillo	N	O
Labiatae	<i>Lamium amplexicaule</i>	Ortiga muerta	I	A-S-O
	<i>Teucrium bicolor</i>	Oreganillo	N	S-O
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i>	Pumo	N	S-O-N

Continuación Cuadro I

Familia Family	Especie Species	Nombre vulgar Vernacular name	Origen Origin	Período de floración Flowering period 1987-1988
Liliaceae	<i>Brodiaea porrifolia</i>	Cebolleta	I	J-A-S
	<i>Fortunatia biflora</i>	Cebolleta	N	S-O-N
	<i>Pasihea coerulea</i>	Azulillo	N	S-O-N
	<i>Trichopetalum plumosum</i>	Flor de la plumilla	N	S-O
Loasaceae	<i>Loasa triloba</i>	Ortiga blanca	N	S-O-N
Mimosaceae	<i>Acacia caven</i>	Espino	N	S-O-N
	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo australiano	I	J-A-S
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Aromo chileno	I	M-J-J-A-S
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i>	Boldo	N	J-J-A-S
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucaliptus	I	M-J-J-A-S
Onagraceae	<i>Clarkia tenella</i>	Huasita	N	O-N-D
Papilionaceae	<i>Galega officinalis</i>	Galega	I	N-D-E-F-M-A-M
	<i>Medicago minima</i>	Té de burro	I	A-S-O-N
	<i>Medicago arabica</i>	Té de burro	I	S-O-N
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino	I	A-S
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Siete venas	I	A-S-O-N-D-E-F-M-A
Rhamnaceae	<i>Trevoa trinervis</i>	Tebo	N	J-A-S-O
Rosaceae	<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollén	N	O-N
	<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	N	D-E-F
Scrophulariaceae	<i>Verbascum virgatum</i>	Mitrún	I	J-J-A-S-O-N-D-E-F-M-A-M
	<i>Veronica persica</i>	Verónica	I	A-S-O-N
Solanaceae	<i>Solanum ligustrinum</i>	Natre	N	J-J-A-S-O-N-D-E-F-M-A-M
	<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	I	J-A-S-O-N
	<i>Solanum alphonssi</i>	Tomatillo	N	S
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tricolor</i>	Soldadillo	N	S-O
	<i>Tropaeolum chilense</i>	Pajarito	N	J-A-S

realizado estos estudios a través de la detección de la observación directa de la presencia de las abejas en las especies vegetales.

Trabajos de Synge (1947) y Free (1963, 1967) utilizaron las técnicas de microscopía óptica para determinar las especies utilizadas como fuente de polen, información que no es posible de aplicar a los requerimientos nacionales, ya que las comunidades naturales nativas tienen distinta composición específica. De ahí que, para optimizar la producción apícola, no se puede importar la tecnología, porque ésta dependerá del conocimiento de la flora nativa particular de nuestro país utilizada por las abejas como fuente de alimento y sustento de la colonia. A pesar del largo período de sequía característico de la zona mediterránea semiárida, los resultados obtenidos muestran que existe un número significativo de especies disponibles durante los meses de verano y otoño, las cuales corresponden, en su mayoría, a especies consideradas como malezas, recomendándose a los apicultores no desmalezar en forma indiscriminada.

Este trabajo es parte de un proyecto que tiende a la implementación de una red fenológica nacional de especies melíferas, conocimiento que permitirá al apicultor ubicar las colmenas en zonas con vegetación adecuada, basándose en la disponibilidad de flores a lo

largo de todo el año. La optimización del desarrollo apícola puede involucrar con el tiempo una leve intervención antrópica, controlando la proporción de especies menos deseables por las abejas y reforestando cerros y laderas difíciles de cultivar con aquellas especies nativas que, teniendo las adaptaciones para sobrevivir en condiciones de aridez estacional (Montenegro, 1984), tienen la potencialidad de ser utilizadas para mantener una producción sostenida en las colmenas.

RESUMEN

Muestreos semanales de polen corbicular fueron colectados en colmenas ubicadas en Paine, zona mediterránea semiárida de Chile. Treinta especies nativas y veintisiete introducidas fueron detectadas como fuente de polen utilizadas por *Apis mellifera* durante el período 1987 a 1989, usando la técnica de Microscopía Electrónica de Barrido. Las especies se caracterizaron por su familia, nombre vulgar, origen y período de floración o disponibilidad de polen para el colmenar. Se discute la importancia significativa que muestran las especies introducidas naturalizadas en la alimentación de la colmena durante el período climáticamente desfavorable.

LITERATURA CITADA

- DIETZ, A. 1975. Nutrition of the adult honey bee. In: Dadant and Sons Inc. (eds.). The hive and the honey bee. Dadant and Sons Inc. Hamilton IL USA. 131-136 pp.
- ERDTMAN, G. 1943. An introduction to pollen analysis. The Ronald Press, N.Y. 239 pp.
- ERDTMAN, G. 1986. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. An introduction to Palynology. E.J. Brill, Leiden. The Netherlands. 553 pp.
- FREE, J.B. 1963. The flower constancy of honey bees. J. Anim. Ecol. 32: 119-131.
- FREE, J.B. 1967. Factors determining the collection of pollen by honey bees foragers. Anim. Behav. 15: 134-144.
- LYNCH, S.P. y G.L. WEBSTER. 1975. A new technique of preparing pollen for scanning electron microscopy. Grana 15: 127-136.
- MOHAMED, M.I. y M.M. KHATTAB. 1979. Pollen plants and pollen gathering activity of honey bees *Apis mellifera* L. in Mashtohor region. Res. Bull. Ain Shams Univ. 1135: 1-6.
- MONTENEGRO, G., O. RIVERA y F. BAS. 1978. Herbaceous vegetation in the Chilean matorral. Dynamics of growth and evaluation of allelopathic effects of some dominants shrubs. Oecologia. (Berl.) 36: 237-244.
- MONTENEGRO, G., M.E. ALJARO y J. KUMMEROW. 1979. Growth dynamics of Chilean matorral shrubs. Bot. Gaz. 140: 114-119.
- MONTENEGRO, G., M.E. ALJARO, A. WALKOWIAK y R. SAENGER. 1981. Seasonality, Growth and net productivity of herb and shrubs of the Chilean matorral. Proc. Symp. Dynamics and management of Mediterranean-Type Ecosystems. Gen. Tech. Rep. P.S.W. Berkeley, 135 p.

MONTENEGRO, G. 1984. Atlas de anatomía de especies vegetales autóctonas de la zona central de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago-Chile, 154 pp.

MONTENEGRO, G. 1987. Quantification of Mediterranean plant phenology and growth. In: J.D. Tenhunen, C.M. Catarino, O.L. Lange and W.C. Oechel (eds.).

Plant response to stress-functional analysis in Mediterranean ecosystems. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg. NATO ASI Series Ecological Sciences G 15: 469-488.

MONTENEGRO, G., S. TEILLIER, P. ARCE y V. POULETE. 1988. Introduction of plants into the Chilean area with Mediterranean-type climate. In:

R.H. Grooves and F. di Castri. Biogeography of Mediterranean Invasions. Cambridge University Press.

RASHAD, S.E. y R.L. PARKER. 1958. Major pollen sources in the Manhattan, Kansas area and the influence of weather factors upon pollen collection by honey bees. Proc. 10 Int. Congress. Ent. 4: 1037-1046.

RASHAD, S.E., I.M. MOHAMED, S.M.A. EL-SHAKAA. 1979. Behaviour of honey bee workers on major pollen sources in Giza region. Ann. Agric. Sc. Moshtohor 12: 380-383.

SYNGE, A.D. 1947. Pollen collection by honey bees (*Apis mellifera*). J. Anim. Ecol. 16: 122-138.

FLORA UTILIZADA COMO FUENTE DE POLEN POR *APIS MELLIFERA* EN LA PROVINCIA DE VALDIVIA: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE POLEN CORBICULAR¹

PLANT SPECIES AS POLLEN SOURCE FOR *APIS MELLIFERA*
IN VALDIVIA: CUANTITATIVE ANALYSIS OF
CORVICULAR SAMPLES¹

JORGE SEMPE², CARLOS RAMÍREZ³ Y GLORIA MONTENEGRO²

SUMMARY

Weekly samples of corvicular pollen were collected from honey bee colonies located in Valdivia between September 1988 and March 1989 in order to determine temporal values of pollen gathering, to identify the plant species as pollen source and to determine the values of relative importance of the species in the sampling period. The maximum productivity values were obtained during December and January having close relation with quantity and distribution of rainfalls precipitations. Using the scanning electron microscope it was possible to identify 53 spp used by *Apis mellifera* as pollen sources. For each one of these species was determined the relative importance and period of availability. This work provides information for the implementation of a national network of honey species that have the potentiality to maintain beehives.

INTRODUCCIÓN

Junto al néctar las abejas colectan además el polen de las flores transportándolo en forma de pequeños conglomerados en sus patas. La recolección del polen se realiza en el campo, desde las distintas flores, y es transportado por las abejas en las corbículas del tercer par de patas. El polen es la fuente principal de proteínas y lípidos para las larvas y la nutrición de las abejas. Su valor proteico varía entre 10 y 36% y el contenido de aminoácidos dependerá del origen botánico (Sepúlveda, 1980). Se ha demostrado que *Apis mellifera* es selectiva en la utilización de especies vegetales (Free, 1963;

1967; y Rashed *et al.*, 1979). Entre las propiedades que se conoce que debe reunir una especie para ser considerada de importancia apícola está el que sus flores produzcan néctar, adecuada disposición de los nectarios para que éstos sean fácilmente alcanzables por el aparato lameador de las abejas, flores aromáticas y colores atractivos (Seemann y Neira, 1988). Luego, el potencial apícola de una determinada zona dependerá de la vegetación circundante y, más aún, de la composición florística de la comunidad disponible como fuente de alimento (Montenegro *et al.*, 1989). El Sur de Chile posee características tales como abundante ve-

¹Investigación financiada por proyecto FONDECYT 199/88 A. G. Montenegro.

²Laboratorio de Botánica, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago.

³Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 474/89. Fecha de recepción: 13 de septiembre de 1989.

getación y un período de floración desfasado, con respecto a las comunidades vegetales del Norte, lo que zonalmente presentaría grandes expectativas en el rubro apícola. Sin embargo, las bajas temperaturas y altas precipitaciones son factores que limitan a las abejas en su colecta de polen y néctar.

El objetivo de este trabajo fue determinar en un área de la provincia de Valdivia los valores temporales de acopio de polen a las colmenas, diagnosticar las especies visitadas y calcular para cada una de ellas el valor de importancia relativo en el período muestreado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar de estudio

El lugar de muestreo se encuentra ubicado en Valdivia, 39°48' Latitud Sur y 73°14' Longitud Oeste. Según Lauer (1960), Valdivia se ubica en la zona con 12 meses húmedos y por lo tanto sin ningún mes árido. Di Castri (1968) clasifica el clima de Valdivia como un clima de región oceánica con influencia mediterránea. Fuenzalida (1965), coincide con él al caracterizar dicho clima como de costa occidental con influencia mediterránea. Análisis más detallados realizados por Huber (1970) muestran para Valdivia precipitaciones promedios de 2.415 mm anuales. Las temperaturas rara vez alcanzan valores bajo cero. La diferencia entre el promedio del mes más frío (julio 7,6°C), y el promedio del mes más caluroso (enero 16,9°C), alcanza 9,3°C. Esto revela una marcada tendencia marítima. El promedio térmico anual es de 12,1°C. La humedad relativa del aire es alta y con poca oscilación diaria en invierno. En verano estos valores son muy marcados alcanzando el 100% de humedad relativa momentos antes del amanecer y disminuyendo a un 50% en las tardes.

La comunidad vegetal predominante son las praderas húmedas de junquillo, correspondiente a la asociación Juncetum-Proceri y a praderas secas de la asociación Acaeno-Agrostidetum (Oberdorfer, 1960). Las especies indicadoras de humedad en la primera comunidad son: *Ranunculus repens* y *Lotus uliginosus* (Montaldo, 1974). Especies características de la pradera seca, pobre en especies, son: *Antho-*

xanthum odoratum e *Hypochoeris radicata* (Añazco *et al.*, 1981). El sustrato geológico de estas praderas es de canchagua con tobas fluviales-lumínicas (Illes, 1970). El suelo, de tipo aluvial, tiene su origen en el volcanismo terciario y en descomposición de rocas de la cordillera de la Costa (Weinberger y Binsack, 1970). En lugares más intervenidos aparece el matorral de espinillo correspondiente a la asociación Rubo-Ulicetum, con especies importantes tales como *Ulex europaeus* y *Agrostis castellana* (Ramírez *et al.*, 1988). En lugares anegados aparecen los "hualves" con el tipo de asociación Temo-Myrceugenetum-Exuccae (Oberdorfer, 1960). Estos hualves son comunidades boscosas siempre verdes, de poca altura, pobres en especies, monoestratificadas y que permanecen anegados más de seis meses (Ramírez *et al.*, 1983).

METODOLOGÍA

Mediante trampas recolectoras de polen, se obtuvieron muestras de polen corbicular provenientes de 13 colmenas, desde septiembre de 1988 hasta marzo de 1989. Las trampas poseen numerosos orificios por los cuales pasa la abeja. Al pasar dejan caer del tercer par de patas dos conglomerados de polen, en depósitos especialmente diseñados para almacenarlos (Mohamed y Khattab, 1979). Las trampas fueron colocadas una vez por semana, por un tiempo de 24 horas por colmena. El polen recolectado de cada colmena se colocó luego en una estufa de secado para evaporarle el agua.

Para el diagnóstico de las especies melíferas se utilizó una colección de referencia con granos de polen, la que fue elaborada con las especies vegetales del lugar y además se utilizaron claves morfológicas (Heusser, 1971; y Erdtman, 1986). Las muestras de la colección de referencia y el polen corbicular fueron preparados para ser observados con microscopía óptica y electrónica de Barrido. El polen para microscopía electrónica de Barrido fue sombreado con una capa de oro-paladio de 3 a 10 Amstron de grosor para su posterior observación en un Autoscan Siemens.

Identificadas la totalidad de las especies vegetales se calculó, para cada una de ellas, un

valor de importancia relativa en el período muestreado, según la metodología de Wikum y Shanholtzer (1978). Este valor se obtiene relacionando la frecuencia relativa de la especie a lo largo del período muestreado y la sumatoria de los porcentajes con que esa especie aparece en los muestreos semanales o cobertura. Los valores de productividad de polen corbicular se relacionaron con temperatura, precipitación, humedad relativa y nubosidad. Estos datos se obtuvieron de los registros de la estación meteorológica perteneciente a la Universidad Austral de Chile (gentileza del Dr. Anton Huber).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la relación entre factores climáticos y el acopio de polen a las colmenas desde el 1 de septiembre de 1988 al 31 de marzo de 1989. La mayor productividad de polen durante el período muestreado alcanzó a 160 g diarios por colmena (Figura 1B), acopio que se obtuvo durante la última semana de diciembre y la primera de enero. Este período coincide con escasa o nula precipitación y con sólo un 44% de cielos cubiertos. Los menores valores de productividad obtenidos fueron de alrededor de 5 g por colmena, colectas correspondientes a la segunda y tercera semana de

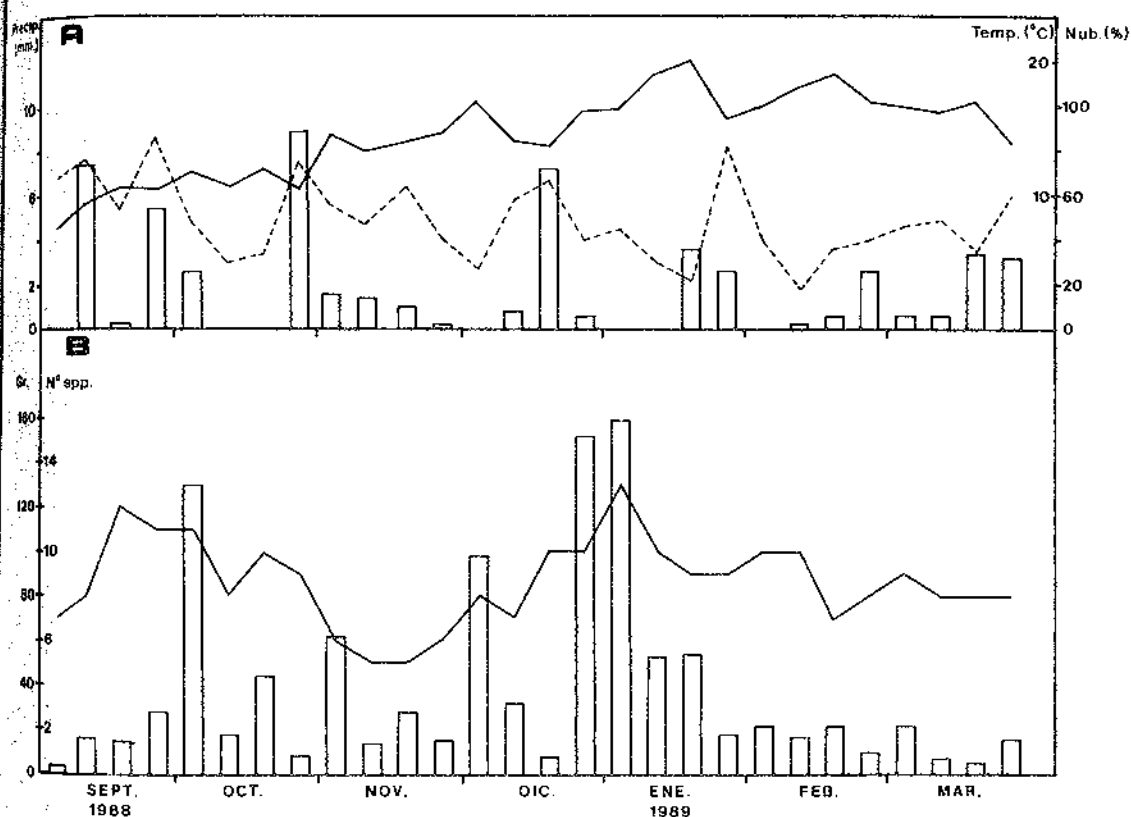


FIGURA 1
RELACIÓN ENTRE FACTORES CLIMÁTICOS Y ACOPIO DE POLEN A LAS COLMENAS DESDE SEPTIEMBRE DE 1988 A MARZO DE 1989.
A: DISTRIBUCIÓN SEMANAL DE PRECIPITACIONES (■); TEMPERATURA MEDIA SEMANAL (—); PORCENTAJE DE NUBOSIDAD SEMANAL (---).
B: PROMEDIOS SEMANALES DE POLEN CORBICULAR POR COLMENA EXPRESADO EN GRAMOS (■), EN RELACIÓN AL NÚMERO DE ESPECIES VEGETALES SEMANALES UTILIZADAS (—)

marzo, coincidente con un período constante de precipitaciones (Figura 1A). Para la zona de Valdivia se habían informado valores de productividad máxima de 18,5 g por colmena (Olea, 1986), productividad significativamente más baja que la obtenida en este estudio, aduciendo el autor los bajos valores a razones de debilidad de la colmena más bien que a factores climáticos. Para el período muestreado la productividad total de polen por colmena alcanza a 7,6 kilos, promedios que se acercan a la productividad obtenida en zonas apícolas estudiadas con métodos similares (Biri, 1979; Lovell, 1963). Las temperaturas no mostraron ser el factor limitante durante el período muestreado ya que, en general, estuvieron sobre el umbral de vuelo de la abeja melífera, 12°C, sino que más bien pareciera ser el número de días con precipitaciones y su distribución semanal (Cuadro 1). Así, por ejemplo, durante la primera semana de octubre, cayeron sólo 2 mm de precipitaciones en un solo día, llegando a la colmena más de 120 g de polen corbicular. Por otro lado, en la última semana del mismo mes las precipitaciones ocurrieron prácticamente todos los días disminuyendo significativamente el acopio de polen obtenido (Figura 1B).

El diagnóstico de especies utilizadas por *Apis mellifera* a través del reconocimiento específico del grano de polen corbicular permitió detectar 53 especies durante todo el período muestreado (Figura 2) correspondiente a 35

especies introducidas y 18 nativas. Estas 53 especies vegetales se distribuyen en 24 familias botánicas (Cuadro 2), siendo las más importantes como fuente del recurso polen las familias Rosaceae, Compositae, Papilionaceae, Myrtaceae y Cruciferae. Visitando sólo estas cinco familias, *Apis mellifera*, está pecoreando casi el 53% de las especies vegetales que ella selecciona como fuente de polen. Todas estas familias son citadas por Montaldo (1981) y Seemann y Neira (1988), como las más representativas de la flora melífera en la provincia de Valdivia.

Los mayores valores de importancia melífera, esto es, especies que presentan un período de utilización más largo en la temporada y/o que sus acopios de polen a la colmena muestran los mayores valores, corresponden en general a especies introducidas (Cuadro 3). Las especies más importantes mostraron ser *Hypochoeris radicata* y *Lotus uliginosus*, ambas constituyentes de praderas naturalizadas (Montaldo, 1981); *Eucalyptus globulus*, especie importante de plantaciones forestales; *Brassica napus-oleifera*, especie importante de monocultivos, y *Echium vulgare*, que prospera a orillas de caminos y lugares que presentan intervención antrópica. Entre las especies nativas con altos valores de importancia destaca *Gevuina avellana* (avellano), *Fuchsia magellanica* (chilco) y *Ugni molinae* (murta) que forman parte del bosque nativo de la zona.

CUADRO 1
VALORES DE PRODUCTIVIDAD MENSUAL POR COLMENA
EN RELACIÓN A PARÁMETROS ABIÓTICOS

Meses	Valores promedios				Valores absolutos		
	Polen (g) $\bar{X}$ colmena	Temp. (°C)	Nub. %	Hr ¹ %	pp ² (mm)	Nº días con pp.	Nº días -10°C
Septiembre	454,1	10,0	68	80	107,9	14	16
Octubre	1.422,3	10,6	58	74	124,1	14	9
Noviembre	894,9	14,5	51	69	26,9	10	0
Diciembre	1.765,1	15,3	51	70	71,6	10	0
Enero	2.186,9	17,9	42	64	44,8	8	0
Febrero	493,4	18,0	35	66	24,2	7	0
Marzo	384,1	14,5	59	77	64,1	12	0
Total	7.600,8	14,4	52	71,4	463,6	75	25

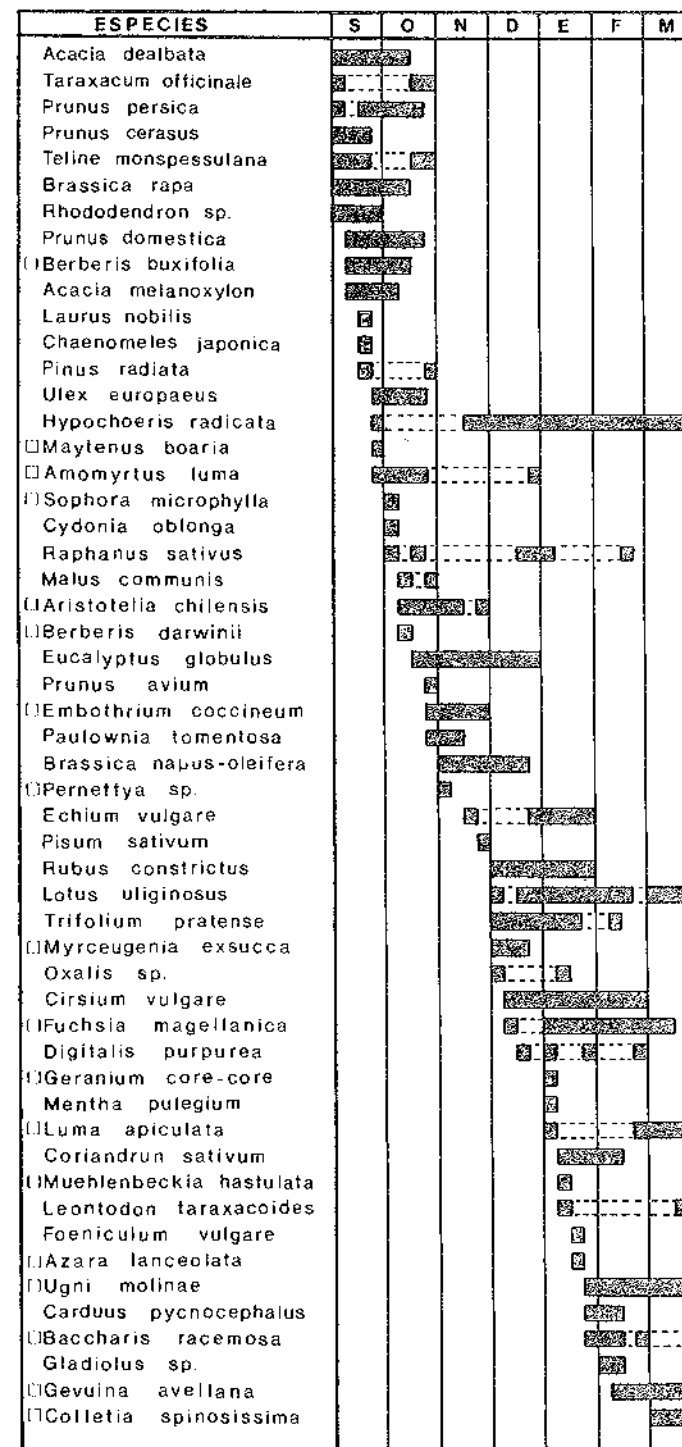
¹Humedad relativa²Precipitación

FIGURA 2
LISTA DE ESPECIES MELÍFERAS CON SUS RESPECTIVOS PERÍODOS
DE FLORACIÓN (BARRA HORIZONTAL COMPLETA) Y SUS PERÍODOS DE
UTILIZACIÓN POR *APIS MELLIFERA* (BARRA HORIZONTAL EN NEGRO).
CON CUADRADO SE MUESTRAN LAS ESPECIES NATIVAS

CUADRO 2
FAMILIAS VISITADAS POR
APIS MELLIFERA L. EN LA COLECTA
DE POLEN

Familia	Nº de SPP	%
Rosaceae	8	15,09
Compositae	6	11,32
Papilionaceae	6	11,32
Myrtaceae	5	9,43
Cruciferae	3	5,66
Berberidaceae	2	3,77
Ericaceae	2	3,77
Mimosaceae	2	3,77
Proteaceae	2	3,77
Scrophulariaceae	2	3,77
Umbelliferae	2	3,77
Boraginaceae	1	1,88
Celastraceae	1	1,88
Elaeocarpaceae	1	1,88
Flacourtiaceae	1	1,88
Geraniaceae	1	1,88
Iridaceae	1	1,88
Labiatae	1	1,88
Lauraceae	1	1,88
Onagraceae	1	1,88
Oxalidaceae	1	1,88
Pinaceae	1	1,88
Polygonaceae	1	1,88
Rhamnaceae	1	1,88
Total	53	99,88

Adjudicando a las especies diagnosticadas como recurso polén su valor de importancia y el período de disponibilidad para el colmenar, se ha construido un calendario polínico de utilización inmediata para el apicultor de la zona, en el cual se muestra un desfase temporal de especies que constituyen significativamente a la mantención y supervivencia de la colmena (Figura 3). Supuestamente, con sólo 13 especies ubicadas cercanas al área de las colmenas, se suplirían las necesidades de acopio de polen para la nutrición de la colmena, existiendo especies que, a pesar de estar en floración pocas semanas, como es el caso de *Echium vulgare*, alcanzan un alto valor de importancia debido a la gran cantidad de polen colectado por las abejas. Esto demuestra que, cuando esta especie está en flor, *Apis mellifera* realiza un pecoreo selectivo sobre ella. Por otro lado, *Echium*

vulgare es una especie que aporta abundante néctar. *Hypochoeris radicata* destacan en este cuadro de desfase temporal de especies melíferas por su largo período de utilización para el colmenar, período que mostró ser de 19 semanas.

Analizando las especies que contribuyen con más del 10% del acopio de polen mensual (Figura 4) se observa que en septiembre *Acacia dealbata*, *Teline monspessulana*, *Prunus domestica* y *Prunus persica* originan el 60% del polen corbicular. En octubre siguen contribuyendo en forma significativamente importante *Acacia dealbata* y *Prunus domestica*, apareciendo como especie nueva *Ulex europaeus*. En total, el acopio de polen de las 3 especies corresponde al 40% de la muestra de octubre. En noviembre, especies como *Brassica napus-oleifera* y *Eucalyptus globulus* originan el 82% de la muestra, manteniéndose ambas hasta diciembre, las cuales junto a *Hypochoeris radicata* originan el 58% de la muestra. En el mes de enero, *A. mellifera* realiza un pecoreo altamente selectivo sobre *Echium vulgare*, lo que resulta en que el 54% de la muestra pertenece a esta especie, la cual junto a *Lotus uliginosus* alcanza el 73% de la muestra total obtenida. Esto estaría demostrando que *Echium vulgare* es una especie de alto valor apícola, no habiendo sido mencionada previamente para el área de estudio. Durante febrero, *Lotus uliginosus* alcanza el mayor porcentaje de la muestra con aproximadamente 34% junto a *Hypochoeris radicata* con casi 23%. Estas dos especies son las que obtienen los mayores valores de importancia relativa, habiendo sido mencionadas anteriormente como especies de alto valor melífero (Montaldo 1981; Seemann y Neira, 1988). Durante marzo, contribuyen con más del 10% de la muestra *Hypochoeris radicata*, *Gevuina avellana*, *Cirsium vulgare*, *Lotus uliginosus* y *Luma apiculata*, logrando en total el 91% de la muestra.

Esta información es extremadamente importante para el reconocimiento de períodos productivos de miel monofloral, pudiendo el apicultor conocer exactamente el tipo floral que está llegando a la colmena y así poder planificar su cosecha.

El conocimiento en cada zona del país de las especies de importancia melífera es hoy día

CUADRO 3
ESPECIES MELÍFERAS ORDENADAS POR VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA
DURANTE EL PERÍODO MUESTREADO.
PARA MAYOR DETALLE REMITIRSE AL TEXTO

Especies	Frec.	Cob. (%)	Frec. abs. (%)	Cob. abs. (%)	Val. Imp. (%)
1. <i>Hypochoeris radicata</i>	19	287,6	7,85	10,40	18,25
2. <i>Lotus uliginosus</i>	14	282,3	5,78	10,25	16,03
3. <i>Eucalyptus globulus</i>	10	276,2	4,13	10,00	14,13
4. <i>Brassica napus-oleifera</i>	7	252,2	2,89	9,15	12,04
5. <i>Echium vulgare</i>	6	228,5	2,47	8,29	10,76
6. <i>Cirsium vulgare</i>	11	121,2	4,54	4,40	8,94
7. <i>Acacia dealbata</i>	6	158,5	2,47	5,75	8,22
8. <i>Gevuina avellana</i>	7	101,3	2,89	3,67	6,56
9. <i>Fuchsia magellanica</i>	11	43,2	4,54	1,56	6,10
10. <i>Rubus strictus</i>	8	65,8	3,30	2,38	5,68
11. <i>Ugni molinae</i>	9	54,2	3,71	1,96	5,67
12. <i>Ulex europaeus</i>	4	109,2	1,65	3,96	5,61
13. <i>Prunus domestica</i>	6	84,7	2,47	3,07	5,54
14. <i>Teline monspessulana</i>	5	84,9	2,06	3,08	5,14
15. <i>Prunus persica</i>	6	68,7	2,47	2,15	4,62
16. <i>Luma apiculata</i>	6	59,4	2,47	2,15	4,62
17. <i>Trifolium pratense</i>	8	29,7	3,30	1,07	4,37
18. <i>Baccharis racemosa</i>	5	54,5	2,06	1,97	4,03
19. <i>Aristotelia chilensis</i>	6	42,4	2,47	1,53	4,00
20. <i>Brassica rapa</i>	6	41,8	2,47	1,51	3,98
21. <i>Berberis buxifolia</i>	5	42,5	2,06	1,54	3,60
22. <i>Amomyrtus luma</i>	5	30,7	2,06	1,11	3,17
23. <i>Acacia melanoxylon</i>	4	32,7	1,65	1,18	2,83
24. <i>Raphanus sativus</i>	6	4,4	2,47	0,15	2,62
25. <i>Embothrium coccineum</i>	5	15,5	2,06	0,56	2,62
26. <i>Paulownia tomentosa</i>	3	34,9	1,23	1,26	2,49
27. <i>Coriandrum sativum</i>	5	3,6	2,06	0,13	2,19
28. <i>Rhododendron sp.</i>	4	11,4	1,65	0,41	2,06
29. <i>Digitalis purpurea</i>	4	8,7	1,65	0,31	1,96
30. <i>Myrceugenia exsucca</i>	3	19,6	1,23	0,71	1,94
31. <i>Colletia spinosissima</i>	4	1,3	1,65	0,04	1,69
32. <i>Malus communis</i>	2	22,6	0,82	0,82	1,64
33. <i>Taraxacum officinale</i>	3	9,1	1,23	0,33	1,56
34. <i>Prunus cerasus</i>	3	6,1	1,23	0,22	1,45
35. <i>Carduus pycnocephalus</i>	3	5,5	1,23	0,19	1,42
36. <i>Prunus avium</i>	1	19,7	0,41	0,71	1,12
37. <i>Leontodon taraxacoides</i>	2	2,6	0,82	0,09	0,91
38. <i>Pinus radiata</i>	2	2,3	0,82	0,08	0,90
39. <i>Gladiolus sp.</i>	2	2,0	0,82	0,07	0,89
40. <i>Oxalis sp.</i>	2	1,7	0,82	0,06	0,88
41. <i>Azara lanceolata</i>	2	1,0	0,82	0,03	0,85
42. <i>Geranium core-care</i>	1	5,4	0,41	0,19	0,60
43. <i>Sophora microphylla</i>	1	4,8	0,41	0,17	0,58
44. <i>Berberis darwini</i>	1	5,2	0,41	0,18	0,59
45. <i>Laurus nobilis</i>	1	3,8	0,41	0,13	0,54
46. <i>Pisum sativum</i>	1	2,5	0,41	0,09	0,50
47. <i>Cydonia oblonga</i>	1	2,4	0,41	0,08	0,49
48. <i>Maytenus boaria</i>	1	1,4	0,41	0,05	0,46
49. <i>Pernettya sp.</i>	1	1,2	0,41	0,04	0,45
50. <i>Chaenomeles japonica</i>	1	1,2	0,41	0,04	0,45
51. <i>Muehlenbeckia hastulata</i>	1	1,0	0,41	0,03	0,44
52. <i>Mentha pulegium</i>	1	0,4	0,41	0,01	0,42
53. <i>Foeniculum vulgare</i>	1	0,3	0,41	0,01	0,42

ESPECIES	S	O	N	D	E	F	M	N° de semanas	N° de conglomerados
ACACIA DEALBATA	8,22							6	4.790
PRUNUS DOMESTICA	5,54							6	655
ULEX EUROPAEUS	5,61							4	5.513
EUCALYPTUS GLOBULUS		14,13						10	11.907
BRASSICA NAPUS-OLEIFERA		12,04						7	8.251
HYPOCHOERIS RADICATA			18,25					19	8.798
RUBUS CONSTRICTUS			5,68					8	4.775
LOTUS ULIGINOSUS			16,03					13	6.829
CIRSIIUM VULGARE			8,94					11	1.884
FUCHSIA MAGELLANICA			6,10					11	2.102
ECHIIUM VULGARE			10,76					6	16.226
UGNI MOLINAE				5,67				9	635
GEVUINA AVELLANA				6,56				7	653

FIGURA 3
ESPECIES DE MAYOR IMPORTANCIA MELÍFERA ABARCANDO LA TEMPORADA
APÍCOLA A TRAVÉS DEL DESFAZ TEMPORAL DE FLORACIÓN.
EN LAS BARRAS SE EXPRESA EL VALOR DE IMPORTANCIA OBTENIDO
POR LA ESPECIE DURANTE TODO EL PERÍODO MUESTREADO

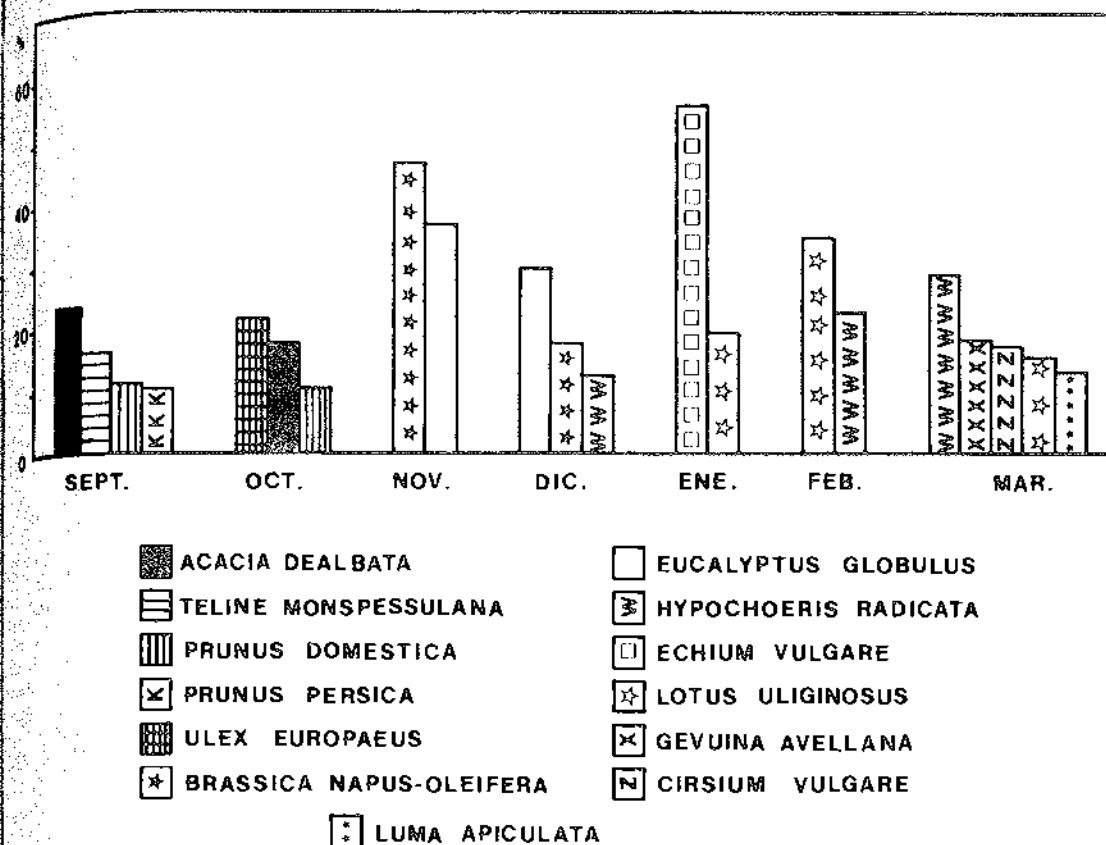


FIGURA 4
ESPECIES VEGETALES MELÍFERAS QUE APARECEN MENSUALMENTE CON MÁS
DEL 10% DE LA MUESTRA DE POLEN QUE LLEGA A LA COLMENA

una necesidad para el apicultor, debido a la creciente demanda de los productos que origina un colmenar y al exigente control de calidad de la miel. Para este último punto, aspectos tales como: sabor, color, transparencia y conocimiento del origen floral, son fundamentales. En este sentido, la implementación de una red nacional de flora melífera contribuirá a un mejor manejo apícola y a una mejor utilización de los recursos naturales existentes. Aún más, la ubicación de apiarios en zonas densas de vegetación nativa tendrá un efecto positivo sobre la regeneración de las comunidades al aumentar la polinización cruzada y maximizar así el proceso de formación de semillas viables.

RESUMEN

Muestras semanales de polen corbicular obtenidas en colmenas ubicadas en Valdivia, entre septiembre 1988 y marzo 1989, fueron analizadas para determinar valores temporales de acopio de polen, diagnosticar especies utilizadas por *Apis mellifera* como fuente de polen y calcular el valor de importancia relativa en el período muestreado. Los valores máximos de productividad se alcanzaron durante los meses de diciembre y enero, observándose una relación positiva entre productividad, cantidad y distribución de precipitaciones. Utilizando el análisis polínico a través de Microscopía Elec-

trónica de Barrido, se lograron diagnosticar 53 especies vegetales utilizadas por las abejas como fuente de polen. Para cada una de ellas se determinó período de utilización para el colmenar, importancia relativa en el período muestreado y valores de productividad de polen corbicular, confeccionándose un calendario

polínico para la zona de utilidad inmediata para el apicultor. Este trabajo contribuye a implementar una red nacional de especies melíferas en Chile, que tienen la potencialidad de ser fuente importante de alimento y de mantención de la colmena.

LITERATURA CITADA

- AÑAZCO, N.; M. MORAGA and C. RAMÍREZ. 1981. Distribución de comunidades pratenses antropogénicas en un gradiente de inclinación en Valdivia, Chile. *Agro Sur* 9(1): 14-27.
- BIRI, M. 1979. Cría moderna de las abejas. Barcelona. De Vichhi. 287 p.
- DI CASTRI, F. 1968. Esquisse ecologique du Chili. *Biol. Amer. Australe*. Paris C.N.R.S. (4): 7-52.
- ERDTMAN, G. 1986. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. An introduction to palinology. E.J. Brill. Leiden. The Netherlands. 553 pp.
- FREE, J.B. 1963. The flower constancy of honey bees. *J. Anim. Ecol.* 32: 119-131.
- FREE, J.B. 1967. Factors determining the collection of pollen by honey bees foragers. *Anim. Behav.* 15: 134-144.
- FUENZALIDA, H. 1965. Biogeografía en Geografía económica de Chile. Corfo. Stgo., Chile (1): 228-266.
- HEUSSER, J. 1971. Pollen and spores of Chile. Tucson. The University of Arizona Press. 166 pp.
- HUBER, A. 1979. Diez años de observaciones climatológicas en la estación Teja-Valdivia (Chile) 1960-1969. Univ. Austral de Chile. Instituto de Ecología y Geografía. 46 p.
- LAUER, W. 1960. Klimadiagramme, Gedanken und Bemerkungen über die verwendung von klimadiagrammen für die typisierung und den vergleich von klimaten. *Erdkunde, archiv für wissenschaftliche geographie* 14(3): 232-242.
- ILLICS, H. 1970. Geología de los alrededores de Valdivia, Publ. Instituto de Geología y Geografía, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Austral de Chile. 2: 5-50.
- LOVELL, H.B. 1963. Sources of nectar and pollen. In: R.A. Grout (ed.). *The hive and the honey bee*. Dadant and Sons. Hamilton Ill. 191-206.
- MOHAMED, M.I. and M.M. KHATTAB. 1979. Pollen plants and pollen gathering activity of honey bees *Apis mellifera* L. in mashtohor region. *Res. Bull. Ani. Shams Univ.* 1135: 1-6.
- MONTALDO, P. 1974. Asociación entre especies en praderas permanentes del complejo Agrostis-juncus en la provincia de Valdivia, Chile. *Agro Sur* (Chile) 2(2): 58-61.
- MONTALDO, P. 1981. Aplicación de un método ecológico para cuantificar flora melífera. *Agro Sur* 9(2): 101-111.
- MONTENEGRO, G.; M. SCHUCK, A.M. MUNCA and S. TEILLIER. 1989. Detección de flora nativa utilizada por abejas melíferas (*Apis mellifera*) como fuente de polen en Paine (VI Región de Chile). (En prensa. *Rev. Cs. Inv. Agraria*).
- RAMÍREZ, C.; F. FERREIRE y H. FIGUEROA. 1983. Los bosques pantanosos templados del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol. 56(1): 11-26.
- RAMÍREZ, C.; J. BARRERA, D. CONTRERAS y J. SAN MARTÍN. 1988. Estructura y regeneración del matorral de *Ulex europaeus* en Valdivia, Chile. *Medio Ambiente* 9(1): 143-149.
- RASHAD, S.E.; I.M. MOHAMED, S.M.A. EL-SHAKAA. 1979. Behaviour of honey bee workers on mayor pollen sources in giza region. *Ann. Agric. Sc. Moshtohor* 12: 380-383.
- SEBMANN, P. y M. NEIRA (Eds.). 1988. Tecnología de la producción apícola, Valdivia. Universidad Austral de Chile. Inst. de Producción y Sanidad Vegetal. 202 p.
- SEPÚLVEDA, J. 1980. Apicultura. Barcelona. Aedos. 418 p.
- OBERDORFER, E. 1960. Pflanzensoziologische studien in Chile. Ein vergleich mit Europa. *Flora et vegetatio Mundi* 2: 1-208.
- OLEA, M. 1986. Evaluación de los acopios de polen y néctar en apiarios de la provincia de Valdivia. Tesis para optar al grado de Licenciado en Agronomía, Fac. Ciencias Agrarias. U. Austral de Chile, Valdivia. 62 p.
- WEINBERGER, P. y R. BINSACK. 1970. Zur entstehung und verbreitung der aschenböden in südliche. *Tropenlandwirt* (Witzenhausen) 71: 19-31.
- WIKUM, D. and G. SHANHOLTZER. 1978. Application of the braunlaquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management* 2(4): 323-329.

EFFECTO DE LAS RADIACIONES DE CESIO 137 SOBRE LA MORTALIDAD DE *NAUPACTUS XANTHOGRAPHUS* (GERMAR) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) Y *BREVIPALPUS CHILENSIS* BAKER (ACARI: TENUIPALDIDAE)

CESIUM 137 EFFECT ON THE MORTALITY OF *NAUPACTUS XANTHOGRAPHUS* (GERMAR) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) AND *BREVIPALPUS CHILENSIS* BAKER (ACARI: TENUIPALDIDAE)

LUIS SAZO R. Y CAROLA GERSTLE M.

Departamento de Sanidad Vegetal,
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales,
Universidad de Chile.
Casilla 1004. Santiago

SUMMARY

The mortality of Naupactus xanthographus (COLEOPTERA: Curculionidae) and *Brevipalpus chilensis* (ACARINA: TENUIPALPIDAE) treated with Cesium 137 at 0.25, 0.5 and 1 KGy and kept for 14 days at 4°C and then at room temperature was studied.

It was observed that none of the treatments produced total mortality for 20 days following the application. Beside, *B. chilensis* was more radioresistant than *N. xanthographus* at 1 KGy.

INTRODUCCIÓN

Las radiaciones gamma son paquetes de ondas electromagnéticas de muy corta longitud de onda y gran poder de penetración que se desplazan a la velocidad de la luz. Se generan a partir de átomos inestables con alta energía que deben liberarla para alcanzar el estado fundamental o reposo (IAEA, 1982).

En la actualidad, la tecnología derivada del uso de las radiaciones ionizantes se ha utilizado en medicina para el tratamiento del cáncer como también para la preservación de algunos alimentos, ya sea a través de la inhibición o control de la flora microbiana, o bien, para el control de insectos en el caso de granos almacenados (Phelan, 1968; Josephson y Peterson, 1982).

Se presume que los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes sobre los organismos vivos se deben a cambios químicos y están íntimamente asociados con la mayor o menor cantidad de agua que posean (IAEA, 1982).

Los organismos vivos presentan diferentes grados de radiosensibilidad. Así, por ejemplo, los mamíferos constituyen el grupo más radiosensible. Requieren de dosis entre 5-10 Gy para causar letalidad, mientras que los virus entre 10.000-200.000 Gy. La letalidad inmediata en insectos puede alcanzarse con dosis de 3-5 KGy, sin embargo, dosis de 1 KGy causa la mortalidad en pocos días. En tanto que 0,5 KGy provoca esterilidad de los insectos sobrevivientes y mortalidad en pocas semanas (IAEA, 1982).

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 1089. Fecha de recepción: 17 de mayo de 1989.

Los ácaros son relativamente resistentes a las radiaciones ionizantes, considerándose en un punto intermedio entre coleópteros y lepidópteros (IAEA, 1982).

En insectos, los efectos de las radiaciones pueden manifestarse como: mortalidad o reducción de longevidad, esterilidad, reducción de la eclosión de larvas, detención del desarrollo, reducción del consumo de alimentos e inhibición de la respiración (IAEA, 1982; Jenkins, D.W. 1962).

Este trabajo presenta los resultados de mortalidad de *N. xanthographus* y *B. chilensis* sometidos a radiaciones ionizantes de Cesio 137, en abril de 1986.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los insectos y ácaros colectados en el campo se introdujeron en placas Petri y se distribuyeron en el interior de cajas de uva cv. Thompson Seedless de 5,2 kg, para proceder luego a su irradiación en el Irradiador Experimental de Cesio 137 (Brook-Haven Portable Cesium Development Irradiator B P C D I N° 3) en la Comisión Chilena de Energía Nuclear (La Reina, Santiago).

Se estudiaron 4 dosis: 0; 0,25; 0,5 y 1,0 KGy.

Luego de la aplicación el material tratado se mantuvo durante 14 días a 4°C, al cabo de los cuales se dejó a temperatura ambiente, proporcionándole alimento fresco diario consistente en hojas de manzano.

Se utilizaron 40 adultos de *N. xanthographus* por unidad experimental, empleando un diseño de aleatorización completa con 4 repeticiones. Las cifras expresadas en porcentaje, se transformaron a Bliss (Arc sen) y luego se sometieron al análisis de varianza y prueba de Duncan para separación de medias.

Para *B. chilensis* se ocupó el mismo diseño, sin embargo, la unidad experimental correspondió a las arañas contenidas en 25 cm² de superficie (280 ± 20), obtenidas de hojas y ramillas de ligustrina irradiadas junto a la uva.

Para ambas especies se realizaron evaluaciones a los 15 y 20 días postaplicación.

En *N. xanthographus* se consideraron muertos aquellos individuos incapaces de desplazarse y que, además, presentaban tres cuartos de

su cuerpo inmóvil, en tanto que para *B. chilensis* fueron aquellos que presentaban inmovilidad total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presentan los resultados obtenidos con *N. xanthographus*.

CUADRO 1
MORTALIDAD ACUMULADA DE
N. XANTHOGRAPHUS SOMETIDOS A DOSIS
CRECIENTE DE RADIACIÓN GAMMA
(SANTIAGO, ABRIL 1986)
Accumulated mortality of
N. xanthographus under increasing
rates of gamma radiation
(Santiago, April, 1986)

Tratamiento (KGy)	Mortalidad acumulada (%)	
	15 dda ¹	20 dda ¹
Treatment (KGy)	Accumulated mortality (%)	
	15 daa ²	20 daa ²
Testigo	5,6b ³	19,4b
0,25	6,9b	20,0b
0,50	7,5b	18,1b
1,00	30,0a	64,4a

¹Días después de aplicación.

²Days after application.

³Promedios con letras iguales en cada columna no presentan diferencias significativas al nivel 0,01.

En el Cuadro 1 puede apreciarse que la mortalidad aumentó considerablemente en todos los tratamientos una vez retirado de frío y sometido a temperatura ambiente. Sin embargo, el tratamiento 1 KGy mostró valores mayores con diferencias significativas ($p = 0,01$) respecto al resto de los tratamientos ensayados en ambas evaluaciones.

Al concluir las observaciones, la sobrevivencia alcanzó al 35,6% de los insectos sometidos a radiación en el tratamiento 1 KGy. No obstante lo anterior, los individuos tratados mostraron escasa movilidad y no ingirieron alimento cuando se les suministró.

Por otra parte, a través de estos resultados puede observarse, también, que los promedios de mortalidad observada en los tratamientos 0,5 y 0,25 KGy no evidenciaron diferencias

significativas respecto al testigo en ambas evaluaciones.

Lo obtenido en este estudio no concuerda con lo indicado por IAEA (1982) en el cual se sostiene que, dosis de 1 KGy causa mortalidad en pocos días.

B. chilensis, a su vez, también se comportó de forma diferente a lo esperado, como se observa en el Cuadro 2.

CUADRO 2
MORTALIDAD ACUMULADA DE
B. CHILENSIS SOMETIDA
A DOSIS CRECIENTES DE
RADIACIÓN GAMMA
(SANTIAGO, ABRIL, 1986)
Accumulated mortality of *B. chilensis*
under increasing rates
of gamma radiation
(Santiago, April, 1986)

Tratamiento (KGy)	Mortalidad acumulada (%)	
	15 dda ¹	20 dda ¹
Treatment (KGy)	Accumulated mortality (%)	
	15 daa ²	20 daa ²
Testigo	12,0c ³	13,3c
0,25	14,1b	17,1b
0,50	15,7b	17,5b
1,00	18,6a	23,2a

¹Días después de la aplicación.

²Days after application.

³Promedios con letras iguales en cada columna no presentan diferencias significativas al nivel $\leq 0,05$.

Las cifras de mortalidad del Cuadro 2 reflejan en forma clara un incremento gradual en todos los tratamientos, situación distinta a la observada con *N. xanthographus*.

El tratamiento 1 KGy mostró diferencias significativas respecto del resto de los niveles ensayados en ambas evaluaciones ($p \leq 0,05$). A su vez, el tratamiento 0,5 KGy no fue diferente a 0,25 KGy, pero sí al testigo.

La sobrevivencia en el tratamiento 1 KGy, al final del estudio, alcanzó al 76,8%, lo que demuestra que esta especie es más radiorresistente que *N. xanthographus*; incluso la movilidad de los individuos fue normal en comparación con el testigo.

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos y las condiciones del estudio se puede concluir lo siguiente:

- Naupactus xanthographus* y *Brevipalpus chilensis*, son capaces de sobrevivir por un período superior a 20 días cuando se les somete a dosis de radiación de 1 KGy.
- Dosis de hasta 0,5 KGy no afectan la mortalidad de *N. xanthographus* durante los 20 días postirradiación.
- B. chilensis* es más radiorresistente que *N. xanthographus* a dosis de 1 KGy.

RESUMEN

En abril de 1986, se estudió la mortalidad durante 20 días de *N. xanthographus* y *B. chilensis* tratados con radiaciones ionizantes de Cesio 137 a dosis de 0,25, 0,5 y 1 KGy y mantenidos 14 días a 4°C y luego a temperatura ambiente.

Se observó que ninguno de los tratamientos ensayados causa mortalidad absoluta al cabo del período de tiempo que duró el estudio.

Por otra parte, se determinó que *B. chilensis* es más radiorresistente que *N. xanthographus* a 1 KGy.

LITERATURA CITADA

- Dec. 1960, IAEA, Viena.
- JOSEPHSON, E.S. y PETERSON, M.S. 1962. Preservation of food by ionizing radiation. Vol. I, CRC Press, 378 pp.
- PHILAN, E.W. 1968. Radioisotopes in medicine. U.S. Atomic Energy Commission Division of Technical Information, 50 pp.
- IAEA. 1982. Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques. 2nd. Ed. Technical Reports Series N° 114. 205 pp.
- JENKINS, D.W. 1962. Radioisotopes in ecological and biological studies of agricultural insects, pp. 3-21. En: Radioisotopes and Radiation in Entomology. Proc. of a Symposium, Bombay, 5-9

EFFECTO DE LAS RADIACIONES DE CESIO 137 SOBRE
LA FERTILIDAD DE HEMBRAS DE
NAUPACTUS XANTHOGRAPHUS (GERMAR)
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

EFFECT OF CESIUM 137 RADIATIONS ON FEMALE FERTILITY OF
NAUPACTUS XANTHOGRAPHUS (GERMAR)
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

CAROLA GERSTLE M. Y LUIS SAZO R.¹

SUMMARY

The effect of Cesium 137 ionizing radiation on female fertility of Naupactus xanthographus (Germar) was studied at the Chilean Nuclear Energy Commission, during 1987.

Individual were subjected to 0.25, 0.50, 0.75 and 1.0 kGy plus an untreated check and then maintained under two conditions: one group at room temperature, and another group 14 days at $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and then at room temperature; the number of eggs per female and percent hatching was recorded.

The effect of ionizing radiation at the same rates on the sperm mobility in the spermatheca was determined too.

Concerning oviposition, it was observed an inverse effect between rates of radiation and number of eggs per female on the insects maintained at room temperature, nevertheless those female of the check maintained in refrigerated storage oviposited less than the other group and the treated ones did not lay eggs. Egg hatching in none of the irradiated treatments was obtained, meanwhile in the check (0.0 KGy) it reached 99.05% and 49.05% in both groups, respectively.

The sperm mobility held in the spermatheca showed an inverse effect in relation to the tested rates on the first group, while in females of the second group no sign of mobility was observed, except in the check.

INTRODUCCIÓN

Las radiaciones ionizantes constituyen una fuente importante de energía que, empleada con fines pacíficos, permite resolver algunos problemas que afectan al hombre. En Entomología se ha empleado en el control de gorgojos en granos almacenados y en la Técnica del Insecto Estéril. Esta última ha permitido la

erradicación de la mosca del Mediterráneo en algunos países del Caribe.

Las radiaciones ionizantes pueden causar: letalidad inmediata, retraso en el proceso de la muda, reducción de eclosión de larvas, reducción del consumo de alimento, inhibición de la respiración y, también, esterilidad (IAEA, 1982). Sobre los tejidos, los efectos se mani-

¹Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 476/89. Fecha de recepción: 22 de septiembre de 1989.

fiestan de tres formas: retraso en la división celular, muerte de la célula después de la división, o bien, muerte inmediata de la célula (Mariano, 1987). La sensibilidad de las células a la radiación está en relación directa con su actividad reproductiva (IAEA, 1982). El estado embriológico de un animal es la etapa de extrema sensibilidad. A medida que el embrión se desarrolla, la resistencia aumenta rápidamente (IAEA, 1982; O'Brien y Wolfe, 1964; Tilton y Brower, 1983).

La acción de las radiaciones ionizantes sobre huevos depende de la edad y la dosis suministrada (Kariyama, 1987). Dosis de 0,25 kGy reduce la eclosión al 10% en *Ephestia cautella*, 12% en *Carpophilus hemipterus*, 15% en *Plodia interpunctella* y al 30% en *Orizaephilus surinamensis*. Sin embargo, dosis de 0,5 kGy reduce la eclosión a 2%, 5%, 7% y 10%, respectivamente (Papadopoulou, 1963).

En moscas orientales de la fruta, los huevos de menos de 6 horas de incubación no eclosionaron cuando se trataban con 0,04 kGy; sin embargo, huevos de más de 24 horas de edad no se afectaron con 0,36 kGy mientras que con 1,2 kGy sólo el 54% originó larvas (Burditt y Seo, 1971).

En Chile no existen, hasta el momento, antecedentes al respecto. Sin embargo, el creciente auge de la fruticultura y la dependencia absoluta del bromuro de metilo como tratamiento cuarentenario de algunas frutas ha hecho necesario prospectar nuevas alternativas en este campo.

Este trabajo estudia los efectos de la aplicación de diferentes dosis de radiación de Cesio 137 sobre hembras de *Naupactus xanthographus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) y también sobre huevos en diferentes estados de incubación.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Aspectos generales

El estudio se realizó en las dependencias de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, ubicada en la comuna de La Reina (Región Metropolitana) en 1987.

Las hembras de *N. xanthographus* colectadas en campo se introdujeron en placas Petri

dispuestas en el interior de cajas de 8,2 kg de uva cv. Thompson Seedless y, luego, se sometieron a irradiación en el Irradiador Experimental de Cesio 137 (Brookhaven Portable Cesium Development Irradiator BPCDI N° 3), cuya actividad aproximada es de 69.000 curies.

Una vez concluida la aplicación, parte de los insectos (grupo 1) se dejó individualmente en cajas plásticas perforadas de 1.000 cc, a temperatura ambiente con alimento y módulos de papel para obtener su oviposición. Otra parte (grupo 2) se mantuvo en las mismas cajas irradiadas durante 14 días a $3 \pm 1^\circ\text{C}$ y luego a temperatura ambiente bajo similares condiciones que el grupo 1.

2. Experimento sobre oviposición y eclosión de larvas

Se aplicaron cinco dosis (1 kGy; 0,75 kGy; 0,5 kGy; 0,25 kGy) y un testigo sin tratamiento, empleando un diseño de aleatorización completa con 60 repeticiones en el grupo 1 y 50 en el grupo 2, siendo la unidad experimental una hembra adulta. Se evaluó el número de huevos por hembra y el porcentaje de eclosión de larvas.

3. Experimento sobre períodos de incubación

En forma paralela se confinaron hembras y machos en jaulas de mantención con alimento y módulos de papel para la obtención de ooplacas. Los huevos se colectaron diariamente, se mantuvieron en refrigerador a 7°C y luego se sometieron a incubación en estufa a $23 \pm 1^\circ\text{C}$.

Posteriormente, se irradiaron tras 2, 5, 10 y 16 días de incubación con las mismas dosis aplicadas en la etapa anterior, además de un testigo sin tratamiento. Se empleó el diseño de aleatorización completa con cinco repeticiones siendo 250 huevos, aproximadamente, la unidad experimental.

4. Experimento sobre movilidad de espermios

Finalmente, se evaluó el efecto de las radiaciones de Cesio 137 sobre la movilidad de los espermios contenidos en la espermateca de la hembra.

Se irradiaron 60 hembras por tratamiento en el grupo 1 y 50 en el grupo 2, empleando el

diseño de aleatorización completa con tres repeticiones, cuya unidad experimental consistió en 20 y 17 hembras, respectivamente, en cada grupo.

Concluida la aplicación se procedió a remover la espermateca a las 48 horas de sometidos al tratamiento las del grupo 1, e igual tiempo una vez retirados del almacenaje refrigerado los insectos del segundo grupo; posteriormente, se revisó bajo lupa estereoscópica para determinar la movilidad de los espermios contenidos en esta estructura, expresando los resultados en porcentaje de hembras con espermios móviles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Efecto de la radiación sobre oviposición y eclosión

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de oviposición de los dos grupos de hembras sometidas a radiación ionizante.

En el grupo 1 se advirtió una relación inversa de la oviposición en relación a la dosis, lo que confirma lo indicado por IAEA (1982) en orden a que la radiación reduce la oviposición de los individuos.

En el grupo 2 se observaron diferencias respecto al primer grupo. En primer término, se apreció que sólo las hembras del testigo logra-

CUADRO 1
EFECTO DE RADIACIONES IONIZANTES DE CESIO 137 SOBRE LA OVIPOSICIÓN DE HEMBRAS DE *N. XANTHOGRAPHUS*
Effect of Cesium 137 ionizing radiations on oviposition of female of *N. xanthographus*

Tratamiento Treatment	N° Huevos/Hembra N° eggs/female	
	Grupo 1 Group 1	Grupo 2 Group 2
Testigo (Check)	438,3a	127,2a
0,25 kGy	33,8b	0,0b
0,50 kGy	2,0c	0,0b
0,75 kGy	0,6c	0,0b
1,00 kGy	0,0c	0,0b

Valores seguidos por letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% de significación, según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

ron oviponer e incluso el nivel fue inferior al grupo anterior. En el resto no se obtuvo oviposición; lo que indica un efecto del frío que, junto con la irradiación, impide el proceso de oviposición en las hembras.

Los resultados de eclosión de larvas se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2
EFECTOS DE RADIACIONES IONIZANTES DE CESIO 137 SOBRE LA ECLOSIÓN DE LARVAS PROVENIENTES DE HEMBRAS DE *N. XANTHOGRAPHUS* PREVIAMENTE TRATADAS

Effect of Cesium 137 ionizing radiation on hatching of eggs laid by treated females of *N. xanthographus*

Tratamiento Treatment	Eclosión (%) Egg hatching (%)	
	Grupo 1 Group 1	Grupo 2 Group 2
Testigo (Check)	99,05	49,5
0,25 kGy	0,00	0,0
0,50 kGy	0,00	0,0
0,75 kGy	0,00	0,0
1,00 kGy	0,00	0,0

A través de este cuadro se aprecia en forma evidente que ninguno de los huevos colocados por hembras irradiadas del grupo 1 originó larvas, lo cual demuestra que las diferentes dosis ensayadas esterilizaron a las hembras. En el grupo 2, si bien las hembras no ovipusieron, llama la atención el 49,5% de eclosión del testigo. Este hecho podría deberse a daño causado por la temperatura sobre los huevos ya fertilizados y óvulos, o bien, a que algunas de estas hembras no hubiesen estado fertilizadas y, en consecuencia, no ovipusieron huevos viables.

2. Efecto sobre huevos con diferentes períodos de incubación

Los resultados observados en esta etapa del estudio fueron categóricos. La eclosión del testigo alcanzó al 97,2%, en tanto que los huevos con diferentes períodos de incubación sometidos a las dosis ensayadas no originaron larvas, lo que demuestra que dicha dosis detuvo el

desarrollo y, en consecuencia, impidió la eclosión posterior de larvas.

Los huevos de 2,5 y 10 días mostraban el fluido difuso sin esbozo de desarrollo embrionario, sin embargo, aquellos con 16 días de incubación evidenciaban rudimentos de mandíbulas, solamente.

Estos resultados demuestran que las dosis ensayadas fueron altas, por cuanto debería esperarse con dosis menores un efecto gradual en la eclosión de acuerdo a lo informado por Jarrett, Jr., 1982; O'Brien y Wolfe, 1964; y Tilton y Brower, 1983.

3. Efecto de las radiaciones sobre la movilidad de los espermios

Los resultados de esta etapa del estudio se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3
EFECTO DE LAS RADIACIONES DE
CESIO 137 SOBRE LA MOVILIDAD DE
LOS ESPERMIOS DE *N. XANTHOGRAPHUS*
*Effect of Cesium 137 radiations on sperm
mobility of N. xanthographus*

Tratamiento Treatment	Hembras con espermios móviles (%) Female with mobile sperm (%)	
	Grupo 1 Group 1	Grupo 2 Group 2
Testigo (Check)	100,0a	90,0a
0,25 kGy	11,7b	8,3b
0,50 kGy	3,3c	0,0c
0,75 kGy	1,6c	0,0c
1,00 kGy	0,0c	0,0c

Valores seguidos por letras iguales no difieren estadísticamente al nivel de 5% de significación según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

En ambos grupos se advirtió un efecto inverso de las radiaciones ionizantes sobre la movilidad de espermios, a la dosis suministrada. De igual modo, se observaron mayores niveles de movilidad en el grupo 1, en relación al segundo grupo, cuyo análisis permitió separar igualmente las diferencias entre los tratamientos. Esta reducción podría atribuirse al efecto colateral del frío.

Ahora bien, aun cuando las cifras del Cuadro 3 indican movilidad en algunos de los tratamientos con radiaciones ionizantes, esta característica no significa necesariamente viabilidad, debido a que la radiación rompe las uniones pentosa-fosfato de las cadenas, provocando alteraciones en el código genético (Mariano, 1987). Esta apreciación confirma lo obtenido en la primera parte de este estudio en que se demostró que los huevos colocados por hembras tratadas con dosis similares no eran viables.

CONCLUSIONES

Sobre la base de la metodología empleada y los resultados obtenidos puede concluirse lo siguiente:

- Las radiaciones ionizantes de Cesio 137 aplicadas a dosis iguales o superiores a 0,25 kGy causan esterilidad de hembras de *N. xanthographus* (Germar).
- La oviposición de hembras de *N. xanthographus* muestra una relación inversa respecto a la dosis de radiación aplicada.
- Niveles de radiación iguales o superiores a 0,25 kGy aplicadas sobre huevos de *N. xanthographus* con 2, 5, 10 y 16 días de incubación, inhiben el desarrollo de los embriones.
- Aplicaciones de Cesio 137 en dosis iguales o superiores a 0,25 kGy, seguidas por un período de almacenaje a $3 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 14 días impiden la oviposición de hembras de *N. xanthographus*.

RESUMEN

Se estudió el efecto de las radiaciones ionizantes de Cesio 137 sobre la fertilidad de hembras de *Naupactus xanthographus* (Germar), en dependencias de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, durante 1987.

Los individuos se sometieron a dosis de 0,25; 0,50; 0,75 y 1,0 kGy, además de un testigo sin aplicar y luego mantenidos bajo dos condiciones: un grupo a temperatura ambiente, y otro 14 días a $3 \pm 1^\circ\text{C}$ y luego a temperatura ambiente; se evaluó el número de huevos por hembra y el porcentaje de eclosión.

En forma paralela, se determinó el efecto de las radiaciones ionizantes, en las mismas do-

sis, sobre la movilidad de espermios contenidos en la espermateca.

En relación a la oviposición, se observó un efecto inverso a la dosis respecto del número de huevos por hembra en los insectos mantenidos a temperatura ambiente; sin embargo, las hembras del testigo del grupo sometido a almacenaje refrigerado ovipusieron menos que sus similares del grupo anterior y las tratadas no colocaron huevos. No se obtuvo eclosión en

ninguno de los tratamientos irradiados, en tanto que en el testigo alcanzó a 99,05% y 49,05% en ambos grupos, respectivamente.

Respecto a la movilidad de los espermios contenidos en la espermateca, se observó un efecto inverso a la dosis ensayada con el grupo 1, en tanto que en las hembras tratadas del grupo 2 no se evidenció signo alguno de movilidad, excepto en el testigo.

LITERATURA CITADA

- JARRETT, JR., A.K. y SEO, S.T. 1971. Dose requirements for quarantine treatment of fruit flies with gamma radiation. Proc. of a Panel. Honolulu, Dec. 1970, IAEA, Viena. 33-41.
- IAEA. 1982. Training manual on food irradiation technology and techniques. Second edition. Technical Reports Series N° 114. IAEA, Viena, 1982.
- JARRETT, JR., R.D. 1982. Isotope (gamma) radiation sources. En: Preservation of food by ionizing radiation. Vol. I, CRC Press. 137-163.
- MARIYAMA, E. 1987. Tratamiento de granos y productos de molienda, Apuntes mimeografiados. Curso internacional de entrenamiento en irradiación de alimentos. CNEA, OIEA, IFFIT. Buenos Aires, marzo-abril, 1987.
- MARIANO, E. 1987. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Apuntes mimeografiados. Curso internacional de entrenamiento en irradiación de alimentos. CNEA, OIEA, IFFIT. Buenos Aires, marzo-abril, 1987.
- O'BRIEN, R.D. y WOLFE, L.S. 1964. Radiation, radioactivity and insects. Academic Press, 211 p.
- PAPADOPOULOU, C.P. 1963. Desinfection of dried figs by gamma radiation, En: Radiation and radioisotopes applied to insects of agricultural importance. Proc. of a Symposium, Athens 22-26 april. IAEA/FAO. 485-491.
- TILTON, E.N. y BROWER, J.H. 1983. Radiation effects on arthropods. En: Preservation of food by ionizing radiation. Vol. II, CRC Press. 269-316.

EVALUACIÓN DE ALGUNOS FACTORES PREDISPONENTES DEL DESGRANE O CAÍDA SECA DE BAYAS EN POSTCOSECHA EN UVA DE MESA DEL cv. SULTANINA (THOMPSON SEEDLESS)

EVALUATION OF SOME PREDISPOSING FACTORS ON POST-HARVEST BERRY DROP OF THOMPSON SEEDLESS TABLE GRAPES

JORGE PÉREZ, WALESKA MOMBERG Y PILAR BAÑADOS

Departamento de Fruticultura y Enología

Facultad de Agronomía

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 6177, Santiago.

SUMMARY

Several viticultural management practices of Thompson Seedless table grapes known to exert an influence on the berry drop potential were evaluated. No influence on the problem could be detected by the gibberellic acid (GA^3) spray at the latter stage of flowering; delayed second GA^3 berry enlarging spray; crop and berry size and number of shoots per cluster. Trunk girdling at and after fruit set had a positive effect on loose berries on a small percentage. Shoot positioning and thinning improved light microclimate within the canopy and decreased berry shatter. Ripeness of the grapes increased berry drop slightly. Yield, cluster weight, berry size and weight, soluble solids, acidity and pH were not related to berry shatter. Late bloom GA spray did not improved flower thinning but did promote a better berry length/diameter ratio. Girdling enhanced berry size and raised sugar content.

INTRODUCCIÓN

El desgrane o desprendimiento de las bayas del raquis durante la cosecha, embalaje y transporte representa un serio problema de calidad de la uva de mesa de exportación chilena (Pérez, 1986; Vial, 1987).

Nelson (1979) ha clasificado el desgrane en dos categorías: uno de tipo fisiológico o desgrane seco y otro de tipo mecánico o desgrane húmedo. El desgrane que resulta de la formación de una zona de abscisión en el punto de unión entre baya y pedicelo, con una herida cerrada, lo denomina desgrane seco. Esto estaría ligado a la senescencia del sistema vascular de los tejidos que unen la baya al pedicelo o bien el pedicelo al raquis (Lavee, 1959). En el desgrane denominado húmedo, se observa la pérdida de un pincel de haces vasculares desde

el interior de la baya, que permanece unido al pedicelo. Este último sería principalmente producto de un manejo rudo durante la cosecha y embalaje o de pudriciones causadas por microorganismos patógenos (Nelson, 1979).

Hay cultivares como Sultanina (Thompson Seedless) que se caracterizan por tener una unión de la baya con el pedicelo más débil (Jensen and Bettiga, 1983; Nelson, 1979; Wagener, 1985).

Este problema se hace aún más grave y complejo al existir condiciones ambientales y prácticas de manejo que son predisponentes a él. Entre ellas se mencionan: dosis y época de aplicación del ácido giberélico para elongar las bayas (Jensen and Bettiga, 1983; Jensen *et al.*, 1976; Maurikos, 1977; Wagener, 1985); uso de otros reguladores de crecimiento (Wagener, 1985); estrés hídrico (Lavee, 1959; Wagener,

Proyecto financiado por FONDECYT.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 469/89. Fecha de recepción: 2 de mayo de 1989.

1985); sombreamiento por el follaje (Pérez Harvey y Gaete, 1986); anillado (Chundawat *et al.*, 1979; Jensen *et al.*, 1976); tipo de embalaje (Jensen *et al.*, 1978); refrigeración y período de almacenaje (Nelson, 1979).

Algunos autores han determinado que el desorden tiende a aumentar con la mayor concentración de ácido giberélico. Dosis por sobre 40 ppm, aumentarían el desgrane (Jensen y Bettiga, 1983).

Jensen y Bettiga (1983) señalan que la aplicación de giberelinas en la cuaja (bayas 4-5 mm) aumenta el desgrane en el cv. Sultanina y recomiendan retrasar en una semana la aplicación para crecimiento de grano. Singh *et al.* (1978), sin embargo, no encontraron diferencias en el nivel de desgrane al asperjar ácido giberélico después de cuaja.

El anillado, que se realiza con el objeto de mejorar la cuaja, incrementar el tamaño de las bayas y adelantar la madurez, también disminuye el desgrane (Chundawat *et al.*, 1979; Jensen *et al.*, 1976). En cuanto a la mejor época para realizarlo, hay opiniones diversas. Algunos autores indican que han obtenido una disminución del problema anillando diez días a una semana antes de plena flor (Chundawat *et al.*, 1979). En cambio, otros (Winkler *et al.*, 1980) señalan que debe ser hecho en un período que va desde cuaja a una semana más tarde.

Se han probado diversos reguladores de crecimiento para disminuir la caída de las bayas, sin resultados claros (Wagener, 1985).

El uso del ácido naftalenacético (ANA), el paracloro fenoxiacético (PCPA) y el ácido 2, 4, 5 triclorofenoxiacético (2, 4, 5 - T) poco antes de la cosecha, tendrían cierta efectividad, pero no se recomiendan comercialmente por dar resultados variables y tener efectos negativos, como la producción de escaldado y partitura de bayas (Wagener, 1985).

El hecho de que aplicaciones de ANA en floración, o de giberelinas o 4 CPA para elongar bayas, o cianamida cálcica (Ca CN) catorce días antes de brotación hayan reducido la caída de bayas indicaría que el desgrane potencial estaría determinado desde muy temprano en la temporada (Wagener, 1985).

El sombreamiento excesivo tiene también influencia sobre el desgrane. En la zona central de Chile se encontró un aumento significativo

en el desgrane ante una disminución de la intensidad de la luz bajo el follaje (Pérez Harvey y Gaete, 1986).

El desgrane es un problema que aumenta con la madurez y es así como se ha señalado que sólo es probable que llegue a ser serio en fruta con alta madurez (19-20° Brix) (Lavee, 1959).

Se ha indicado, además, que parronales con una carga muy alta son más susceptibles a este desorden. Chauhan y Singh (1982) encontraron una menor caída de bayas en parras con 40 racimos que en parras con 60 racimos.

Otro factor que incidiría sobre el desgrane, es el proceso de refrigeración de la fruta. Este factor adquiere gran importancia en la medida que transcurre mucho tiempo entre cosecha y enfriamiento, puesto que normalmente en este período se produce una deshidratación del escobajo, el que se torna más quebradizo y más susceptible a sufrir desgrane (Nelson, 1979).

El tipo de embalaje de la fruta es otro de los factores importantes que afectaría la caída de bayas. El manejo rudo de la uva durante el embalaje podría aumentar el desgrane natural de la fruta en forma considerable (Nelson, 1979). En ensayos de embalaje, el sistema mecánico (vibración a la caja con fruta), logró una reducción de hasta un 70% del desgrane en comparación con el embalaje manual tradicional (Jensen *et al.*, 1978).

A pesar de que se ha estudiado una gran variedad de factores predisponentes al desgrane, no hay, sin embargo, a la fecha una respuesta clara para resolverlo (Wagener, 1985).

Con la idea de corregir o disminuir el desorden y cuantificar el efecto de algunos de estos factores predisponentes mencionados en la literatura, se establecieron varios ensayos durante tres temporadas, en parronales de uva de mesa cv. Sultanina (Thompson Seedless). Los resultados de estas investigaciones se presentan aquí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo 1

Aplicaciones de ethephon y ácido giberélico en floración y anillado en el período de cuaja. Este ensayo se realizó en un parronal espa-

do cv. Sultanina de seis años de edad, de vigor medio, ubicado en la zona de Linderos, Región Metropolitana. Se planteó sobre la base de siete tratamientos, más un testigo, los cuales fueron repetidos cuatro veces. Para disminuir la fuente de error en la elección de la planta, la unidad experimental quedó compuesta por tres plantas. La disposición de los tratamientos dentro de cada repetición fue completamente al azar.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes: 1) ácido giberélico + ethephon en floración y anillado en cuaja; 2) ácido giberélico en floración y anillado en cuaja; 3) ácido giberélico + ethephon en floración, sin anillar; 4) ácido giberélico en floración, sin anillar; 5) ethephon en floración y anillado en cuaja; 6) sólo agua y anillado en la cuaja; 7) ethephon en floración, sin anillar, y 8) sólo agua, sin anillar.

Previamente, y con el objeto de uniformar la carga, cuando los brotes tenían alrededor de veinte cm de largo, se realizó un raleo de inflorescencias, dejándose en promedio treinta racimos por planta.

La aplicación de ácido giberélico y ethephon en raleo se efectuó cuando había entre 70 y 80% de floración. El porcentaje de floración se determinó en el tercio superior de la inflorescencia, y se consideró flor abierta a aquella que estaba iniciando el desprendimiento de capucha.

Todos los tratamientos recibieron una aplicación de ácido giberélico, a una concentración de 20 ppm, al momento de la cuaja; otra aplicación con una dosis de 40 ppm, dos semanas después de floración, más un descole manual a 9 brazos sin entresacado de granos.

El anillado se realizó en la cuaja con un cuchillo anillador de 4,8 mm de ancho de corte.

Como giberelina se utilizó el ácido giberélico (AG3), formulación en polvo, fabricado bajo el nombre comercial de Pro-Gibb (plus) por Abbot Laboratories, North Chicago, Illinois, U.S.A. El ethephon (Epr-2) aplicado fue una formulación líquida de Union Carbide Agricultural Products Company. Para asperjar los productos se utilizó agua potable, pH 7,5, sin humectantes y cada planta fue mojada con 1,5 l de solución.

Después de cosechada la uva se tomó una muestra, compuesta de dos cajas de 8,2 kg de cada unidad experimental; ésta se pesó, emballó y refrigeró por un mes. Las cajas fueron preenfriadas hasta llegar a una temperatura de 2-2,5°C. Luego se refrigeró por un mes, manteniéndose la uva a 0°C ± 0,5°C y 85-95% de humedad relativa. Con esto se quiso simular las condiciones en que el comprador mayorista recibe la fruta en el mercado norteamericano.

Para simular las condiciones de trato de las cajas de uva, estas fueron dejadas caer de un lado al suelo, desde una altura de 3 cm. Esta práctica se repitió 10 veces antes de colocarlas en frío y otras 10 veces después del almacenaje en frío.

Se utilizó un diseño estadístico de bloques completamente al azar. En razón a que fueron tres las variables analizadas, se formó una designación factorial de 2³. Para la evaluación del desgrane se analizaron nueve racimos de cada unidad experimental.

Ensayo 2

Efecto del anillado sobre el desgrane.

Este ensayo se realizó en un parronal ubicado en la localidad de Lo Herrera, San Bernardo, Región Metropolitana. Se seleccionaron 16 plantas de similar vigor, la mitad de las cuales se anillaron una semana después de cuaja, a una altura del tronco de un metro, con un cuchillo de 4,8 mm de ancho, el resto de las plantas se dejó como testigo. La unidad experimental estuvo constituida por una planta.

La evaluación de la uva se realizó 23, 43 y 58 días después de cosecha. La uva ingresó al galpón de empaque y luego al frigorífico (0°C ± 0,5) el mismo día. Adicionalmente, y a fin de observar el efecto del anillado sobre el comportamiento de la uva durante un período de comercialización simulado, se expusieron 16 racimos, provenientes de parras anilladas y de parras sin anillar, por ocho días a temperatura ambiente, después de estar en frigorífico por un mes, período en el cual se siguió la evolución en su peso.

Ensayo 3

Efecto del desbrote y amarra de brotes (manipuleo del follaje), sobre el desgrane.

Esta investigación se realizó en dos cuarteles del mismo parronal del ensayo anterior.

Se utilizaron plantas del cultivar Sultanina (Thompson Seedless) de diez años, con una distancia de plantación de $4,0 \times 4,0$ m.

Con el fin de favorecer la penetración y distribución de la luz solar y así mejorar la calidad de los racimos, se realizaron los siguientes tratamientos: 1) amarra de brotes (10-30 diciembre); 2) desbrote (3 noviembre); 3) amarra (10-30 diciembre) y desbrote (3 noviembre) y 4) testigo.

El primer tratamiento consistió en amarrar los brotes, previa distribución y ubicación de ellos en distintas direcciones, con el fin de evitar un excesivo sombreamiento en la zona central de la parra. Además, de esta manera se logró mantener los brotes nuevos en posición horizontal dando a la planta una forma equilibrada y una mejor distribución de la luz.

En el segundo tratamiento se efectuó una eliminación completa de todos los brotes (desbrote), ubicados en la corona de las parras, es decir, en el sector sobre el tronco principal, en los brazos y hasta la base de los cargadores.

El tercer tratamiento consistió en una combinación de los dos anteriores. Un número similar de plantas se dejó con su follaje intacto como testigo (tratamiento 4).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con siete repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una planta.

La relación del flujo de fotones fotosintéticos (RFFF) se midió con un Medidor de Quantum Li-Cor 188B y un Sensor 190SA, entre el 24 y el 26 de enero en cinco diferentes sectores bajo el follaje, cuando la luz solar era máxima. El promedio de estas lecturas fue de 99, 133, 112 y $20 \mu \text{ moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Para evaluar el desgrane se pesaron los granos desprendidos y se les comparó con el peso de los racimos. Esta evaluación se hizo luego de permanecer la uva por quince días a 0°C .

Ensayo 4

Efecto de la fecha de desbrote sobre el desgrane.

Con el fin de determinar la fecha más apropiada para realizar la eliminación de brotes y,

de esta manera, mejorar el microclima luminoso, en el mismo parronal del ensayo 3 se realizó esta operación en cuatro fechas, entre floración y envero (pinta): 3 y 23 de noviembre, 27 de diciembre y 13 de enero (tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente). Se dejaron plantas sin desbrotar como testigo (tratamiento 5).

Cada unidad experimental estuvo constituida por una planta y se utilizó un diseño de bloques completos al azar con siete repeticiones.

La relación del flujo de fotones fotosintéticos (RFFF) promedio, medida al igual que en el ensayo anterior, bajo el follaje, fue de 185, 119, 146, 166 y $31 \mu \text{ moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente.

El desgrane se calculó a base del peso de las bayas desprendidas y el peso de los racimos, después de permanecer la uva quince días a 0°C .

Ensayo 5

Efecto del número de racimos por planta sobre el desgrane.

Los tratamientos de este ensayo se establecieron en un parronal de la localidad de Curacaví, mediante raleo manual, realizado durante el período de cuaja de las bayas. La carga dejada fue: 40, 70, 100 y 130 racimos por planta.

El diseño experimental fue completamente al azar, la unidad experimental una planta y las repeticiones seis. Por cada repetición se cosechó el equivalente a una caja embalada de 5 kg neto.

Ensayo 6

Efecto del número de brotes por racimo sobre el desgrane.

Este ensayo se estableció en el mismo parronal del ensayo 5. Después de cuaja se efectuó un raleo, dejando cincuenta racimos por planta. Cuando los brotes tenían alrededor de 77 cm de largo, en noviembre, se ajustó el número de éstos por racimo. Los tratamientos fueron: 1, 2 y 3 brotes por racimo, equivalentes a 50, 100 y 150 brotes por planta.

La unidad experimental fue una planta. Para la evaluación se cosechó el equivalente a una caja embalada de 5 kg netos por repetición.

Ensayo 7

Efecto de la madurez de cosecha sobre el desgrane.

En este ensayo se utilizaron plantas de siete años conducidas en sistema de parronal espacado y plantadas a 4 por 4 m. El parronal estaba ubicado en la localidad de Colina, Región Metropolitana.

Se analizaron tres épocas de cosecha: 4 de febrero con 15°Brix , 24 de febrero con 18°Brix y 15 de marzo con 21°Brix .

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con ocho repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una planta.

Para la evaluación se cosechó una caja embalada de 8,2 kg netos por planta, y ésta se dejó después de un período de quince días en frío, a 0°C , y tres días a temperatura ambiente.

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los sólidos solubles, acidez total, pH y tamaño de bayas se midieron de acuerdo a procedimientos usuales (Gaete y Pérez, 1986). El color de bayas, comparando el color de los granos con los del Pflanzenfarbenatlas, diseñado por Biesalki; y la apariencia del escobajo estimada por una escala arbitraria (Gaete y Pérez, 1986).

El desgrane se evaluó relacionando el peso de las bayas desprendidas con el peso de los racimos y se expresó en porcentajes, excepto en el primer ensayo donde se utilizó una escala arbitraria con los siguientes puntajes: 1, sin bayas desprendidas; 2, con 1 a 5 bayas desprendidas; 3, con 6 a 10 bayas desprendidas; 4, con más de 10 bayas desprendidas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos en los ensayos fueron analizados mediante análisis de varianza, y prueba de Rangos Múltiples de Duncan y T-Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de las aplicaciones de ácido giberélico y ethephon en floración y del anillado en la cuaja sobre el desgrane de la uva cv. Sultanina (Thomson Seedless).

En este ensayo no se observó una interacción entre los tratamientos de giberélico, ethephon y anillado y por lo tanto se analizaron por separado.

La aplicación de ácido giberélico al final de la floración (70-80%) no tuvo efecto sobre el raleo de flores ni sobre el desgrane (Cuadro 1). Tampoco afectó el peso de los racimos, el número de bayas por racimo, el diámetro de las bayas, y el nivel de sólidos solubles y acidez.

La aplicación de giberelina, al final de la floración, sólo tuvo un efecto positivo sobre el peso de cosecha y el peso, largo y relación largo-diámetro de las bayas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Christodoulou *et al.* (1966); según ellos la giberelina, cuando es aplicada hacia el final de la floración, tiene muy poco efecto raleador y en cambio tiene un positivo efecto sobre el desarrollo de las bayas. Este aumento del tamaño y largo de las bayas no coincidió, en este experimento, con un mayor desgrane.

En otro ensayo cuya información no se presenta, tampoco se pudo disminuir el desgrane retrasando la segunda aplicación para crecimiento de bayas de ácido giberélico desde el estado de 8 mm de diámetro a 12 mm o a envero, en contraposición a lo obtenido por Jensen *et al.* (1978).

El ethephon, por su parte, disminuyó ligeramente el desgrane y aumentó el raleo (número de bayas por racimo); no afectó el peso de cosecha, el peso de los racimos, el peso largo y la relación largo/diámetro de las bayas y el nivel de sólidos solubles y acidez (Cuadro 1).

El anillado disminuyó el desgrane pero su efecto puede considerarse desde un punto de vista práctico como poco relevante (Cuadro 1). Su efecto positivo sobre el peso de bayas en cambio fue más notorio. Este resultado concuerda con lo encontrado por Weaver y Pool (1973).

El anillado efectuado en la cuaja aumentó ligeramente el largo y diámetro de las bayas, el peso de cosecha y el peso de los racimos. El

CUADRO 1
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO
Y ETHEPHON EN FLORACIÓN Y DEL ANILLADO
DESPUÉS DE LA CUAJA SOBRE EL DESGRANE EN VIDES
DEL CV. SULTANINA (ENSAYO 1)

*Effect of gibberellic acid, and ethephon sprays at flowering and
of girdling after fruit set on berry drop of Thompson
Seedless grapevines (Experiment 1)*

Parámetros Parameters	Giberelinas		Ethephon		Anillado		Promedio Average
	Con Gibberellin With	Sin Without	Con Ethephon With	Sin Without	Con Girdling With	Sin Without	
Desgrane	2,4 a ¹	2,3 a	2,2 a	2,5 b	2,2 a	2,5 b	2,4
Berry drop							
Peso cosecha (kg/planta)	23,2 a	19,3 b	20,1 a	22,5 a	23,1 a	19,5 b	21,3
Crop weight (kg/vine)							
Peso racimos (g)	872 a	771 a	806 a	844 a	878 a	771 b	825
Cluster weight (g)							
Peso bayas (g)	4,3 a	3,8 b	4,2 a	3,9 a	4,3 a	3,8 b	4,1
Berry weight (g)							
Bayas/racimo	203 a	201 a	192 a	215 b	202 a	204 a	203
Berries/cluster							
L/D Bayas	1,5 a	1,4 b	1,4 a	1,4 a	1,4 a	1,4 a	1,4
L/D ratio							
S.S. (°Brix)	23,3 a	23,0 a	23,2 a	23,0 a	22,8 a	23,4 a	23,1
S.S. (°Brix)							
Acidez (g A.T./100 ml)	0,40a	0,44b	0,42a	0,41a	0,40a	0,44a	0,42
Acidity (g T.A./100 ml)							

¹Valores de subtratamientos seguidos de igual letra no difieren significativamente ($p \leq 0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

Mean separation between subtratements by Duncan's multiple range test (0.05).

nivel de sólidos solubles, la relación largo/diámetro de las bayas y el número de bayas por racimo no se alteró (Cuadro 1).

Estos resultados indicarían que la práctica de anillado no fue fundamental para la obtención de uva de mesa de exportación, con el sistema productivo, de manejo y bajo las condiciones climáticas del ensayo.

Los resultados de este ensayo tampoco apoyan la idea de Wagener (1985) que el desgrane potencial estaría determinado desde muy temprano en la temporada.

Efecto del anillado

El desgrane observado después de 30 días de almacenaje en frío, no presentó diferencias sig-

nificativas entre racimos provenientes de parras anilladas y sin anillar; sólo a los 52 y 66 días de almacenaje hubo un menor desgrane en plantas anilladas (Cuadro 2). Estas diferencias, sin embargo, no aparecen como muy marcadas.

Jensen *et al.* (1976), Chauhan y Singh (1982), Jensen *et al.* (1978), coinciden en señalar que el anillado realizado en cuaja o con bayas de 3 a 5 mm de diámetro, reduce significativamente el desgrane.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el primer ensayo (Cuadro 1) y en otros no publicados son coincidentes con los obtenidos aquí e indican que, aparentemente, en Chile, con el sistema de conducción y manejo empleado,

esta práctica no tendría la influencia determinante que se observa en California (Winkler *et al.* 1980). A la luz de estos resultados, el anillado por sí solo, no sería capaz de resolver el problema.

Se observó que el anillado realizado al tronco, una semana después de cuaja, aceleró la acumulación de azúcares, apreciándose una diferencia de 2°Brix entre parras anilladas y testigos sin anillar. La acidez y el pH no presentaron diferencias (Cuadro 2).

La relación sólidos solubles/acidez y el volumen de las bayas fue significativamente mayor en bayas provenientes de plantas anilladas en comparación a las no anilladas.

El color de las bayas de racimos provenientes de parras anilladas fue amarillo-dorado, en contraste con una tonalidad más verde en las bayas de los racimos de parras sin anillar. No se apreciaron diferencias en la apariencia del escobajo ni en el porcentaje de exportación.

CUADRO 2
EFECTO DEL ANILLADO SOBRE EL DESGRANE EN
VIDES DEL CV. SULTANINA (ENSAYO 2)*
*Effect of girdling on berry drop of Thompson Seedless
grapevines (Experiment 2)**

Parámetros Parameters	Tratamientos Treatments	Fecha de evaluación Evaluation date		
		18/3 3/18	8/4 4/8	22/4 4/22
Desgrane (%)	Anillado	6,5 a ¹	6,6 a	8,0 a
Berry drop (%)	Girdled			
	Sin anillar	6,6 a	8,6 b	9,8 b
	Not girdled			
Volumen (ml)	Anillado	4,76a	4,60a	4,94a
Berry volume (ml)	Girdled			
	Sin anillar	4,62a	4,06b	4,46b
	Not girdled			
S.S. (°Brix)	Anillado	16,70a	16,8 a	17,1 a
S.S. (°Brix)	Girdled			
	Sin anillar	14,80b	14,4 b	14,9 b
	Not girdled			
Acidez (g A.T./100 ml)	Anillado	0,70a	0,67a	0,66a
	Girdled			
Acidity (g T.A./100 ml)	Sin anillar	0,69a	0,71a	0,68a
	Not girdled			
SS/acidez	Anillado	24,41a	25,60a	26,36a
SS/acid ratio	Girdled			
	Sin anillar	21,41a	20,21b	21,94b
	Not girdled			
Color	Anillado	4,4 a	3,9 a	3,8 a
	Girdled			
Color	Sin anillar	5,7 a	6,1 b	5,9 a
	Not girdled			

¹Valores seguidos de igual letra entre tratamientos no difieren significativamente ($P = 0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

Mean separation between treatment by Duncan's multiple range test (0.05).

*Diferencias en pH, apariencia del escobajo y porcentaje de exportación no significativas.
Differences in pH, cluster stems appearance and export percentage not significant.

Al exponer a temperatura ambiente, después de un período en frío, racimos provenientes de parras anilladas y de parras sin anillar, se observó que éstos sufren una pérdida de peso, la cual oscila entre 5,6 y 6% al cabo de 8 días (Cuadro 3).

El desgrane fue ligeramente menor en las parras anilladas, alcanzando al final del período simulado de comercialización, a 8,7 granos/racimo, lo que equivale a una pérdida del 6,2% en peso del racimo, mientras que en las parras anilladas se desgranaron 14,5 granos/racimo, lo que equivale a una pérdida de 11,55% en peso del racimo (Cuadro 6).

Por otra parte, tanto en las parras anilladas como en las sin anillar el desgrane se incrementó diariamente, durante todo el período.

Efecto del manipuleo del follaje

En este ensayo hubo un claro efecto positivo de los tratamientos de desbrote, ubicación y amarra de brotes sobre la penetración de luz dentro del follaje (Cuadro 4).

En el Cuadro 4 se observa claramente un mayor desgrane en las parras testigo, indicando el efecto negativo del mayor sombreamiento sobre este desorden. Aparentemente en la variedad Sultanina, que tiene una unión naturalmente débil, se ve agravado el problema en sectores de mucho sombreamiento, con exceso vigor.

Los tratamientos de desbrote, amarra, y desbrote más amarra ayudaron a disminuir la incidencia del desgrane, pero no hubo diferencias significativas entre ellos (Cuadro 4).

CUADRO 3
EFECTO DEL ANILLADO SOBRE LA EVOLUCIÓN DIARIA DEL DESGRANE DE RACIMOS SOMETIDOS POR 8 DÍAS A TEMPERATURA AMBIENTE, DESPUÉS DE ESTAR 30 DÍAS EN FRIGORÍFICO (ENSAYO 2)

Effect of girdling on the daily berry drop of clusters at room temperature for eight days after 30 days in cold storage (Experiment 2)

Fecha Evaluación abril	Plantas anilladas Girdled vines		Plantas sin anillar Not girdled vines		Promedio Average	
Evaluation date, april	Peso racimos (g) Cluster weight (g)	Desgrane (%) Berry drop (%)	Peso racimos (g) Cluster weight (g)	Desgrane (%) Berry drop (%)	Peso racimos (g) Cluster weight (g)	Desgrane (%) Berry drop (%)
22	821,7	0	708,5	0	765,1	0,00 g ¹
23	812,6	0,79	701,3	1,02	756,9	0,91 fg
24	803,3	1,68	691,6	2,10	747,5	1,89 f
25	800,3	2,32	689,7	4,49	745,0	3,41 e
26	790,0	3,58	682,3	6,65	736,2	5,12 d
27	785,4	4,84	679,6	8,67	732,5	6,75 bc
28	780,1	5,55	674,5	10,05	727,3	7,80 ab
29	772,1	6,20	668,4	11,55	720,2	8,87 a
Promedio Average		3,12A		5,57B		

¹Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente ($P = 0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

Letras mayúsculas corresponden al tratamiento de anillado, y letras minúsculas a la fecha de evaluación.

Mean separation between treatment by Duncan's multiple range test (0.05).

Girdling means are indicated by capital letters and evaluation date by small letters.

CUADRO 4
EFECTO DEL MANIPULEO DEL FOLLAJE SOBRE EL DESGRANE EN VIDES CV. SULTANINA (ENSAYO 3)

Effect of canopy management on berry drop of Thompson Seedless grapevines (Experiment 3)

Parámetros Parameters	Amarra Shoot positioning	Desbrote Shoot thinning	Amarra y desbrote Shoot positioning and thinning	Testigo Control
RFFP (μ moles $m^{-2} s^{-1}$)	99,8	133,4	112,7	20,5
PPFR (μ mol/ $m^{-2} s^{-1}$)				
Desgrane (%)	6,22b ¹	6,00b	6,77b	13,55a
Berry drop (%)				
Racimos por planta Cluster per vine	22a	23a	27a	21a
Peso racimos (kg) Cluster weight (kg)	1,11a	1,16a	1,08a	1,08a
Peso bayas (g) Berry weight (g)	6,8 a	6,2 ab	6,0 b	6,4 ab
Volumen bayas (ml) Berry volume (ml)	5,70b	5,08b	6,04a	5,68ab
S.S. (°Brix)	16,6 a	16,5 a	16,8 a	16,2 a
S.S. (°Brix)				
Acidez (g A.T./100 ml) Acidity (g T.A./100 ml)	0,50a	0,54a	0,54a	0,54a

¹Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente ($P = 0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.
Mean separation between treatments by Duncan's multiple range test (0.05).

Estos resultados indican que el mejoramiento del microclima luminoso, ya sea mediante la eliminación de brotes, la amarra de ellos o una combinación de ambos, podría inducir una unión más firme entre pedicelo y bayas.

Estos resultados además confirman los obtenidos en ensayos realizados por Pérez y Gaete (1987) que asocian el desgrane a niveles de sombreamiento altos.

En esta investigación la producción por planta, el número y el peso de los racimos, el volumen y peso de las bayas y el nivel de sólidos solubles y acidez fue equivalente para todos los tratamientos (Cuadro 4). No hubo tampoco diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo en relación al peso y volumen de bayas.

En consecuencia, el mayor desgrane del testigo no fue consecuencia de un mayor peso de

los racimos y bayas, tamaño de las bayas o de un mayor nivel de sólidos solubles.

Efecto de la fecha de desbrote

La práctica de eliminación de brotes fue igualmente efectiva en disminuir la caída seca de bayas en las diferentes fechas evaluadas, entre cuaja y envero (Cuadro 5).

Esto indicaría que la predisposición al desgrane no estaría definida en una etapa muy temprana del desarrollo del racimo.

La eliminación de brotes en este ensayo un mes y medio aproximadamente antes de la cosecha fue tan efectiva como la operación realizada con mayor anticipación.

La producción y el número de racimos por planta, el peso de racimos y bayas, el volumen de bayas y el nivel de sólidos solubles fue similar en todos los tratamientos (Cuadro 5).

CUADRO 5
EFECTO DE LA FECHA DE DESBROTE SOBRE EL DESGRANE
DE VIDES DEL CV. SULTANINA (ENSAYO 4)*

Effect of shoot thinning date on berry drop of
Thompson Seedless grapevines (Experiment 4)*

Parámetros Parameters	Fecha de desbrote Shoot thinning date				Testigo Control
	3/11 11/3	23/11 11/23	27/12 12/27	13/1 1/13	
Desgrane (%)	7,66b ¹	7,88b	8,11b	6,33b	15,11a
Berry drop (%)					
Producción (kg/planta)	20,08	24,00	21,00	21,00	16,91
Crop weight (kg/vine)					
Número racimos por planta	20a	24a	21a	21a	19a
Clusters per vine					

¹Valores seguidos de igual letra no difieren significativamente ($P = 0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

Mean separation between treatments by Duncan's multiple range test (0.05).

*Diferencias en peso de racimos, peso y volumen de bayas, sólidos solubles ("Brix") y acidez (g A.T./100 ml) no significativas.

Differences in cluster weight, berry weight, berry volume, "Brix", and acidity not significant.

Efecto del peso de cosecha (carga)

Los resultados de los distintos niveles de carga, sobre el desgrane, se presentan en el Cuadro 6.

En él se aprecia que no hubo diferencias en el porcentaje de desgrane al variar el número de racimos por planta. Esto hace suponer que los niveles de carga del parronal no influirían sobre la abscisión de las bayas, a diferencia de lo señalado por Chauhan y Singh (1982), quienes obtuvieron una disminución significativa de la caída de bayas en tratamientos de 40 racimos/planta en comparación a 60 racimos/planta.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Sarooshi (1977), quien tampoco encontró diferencias en el desgrane, al variar los niveles de carga.

En el Cuadro 6 también se observa que no existieron diferencias en peso ni volumen de bayas entre los tratamientos. Se aprecia sí, en algunos casos, una diferencia entre las bayas no desprendidas y las desgranadas, siendo de

menor tamaño las bayas desgranadas. Esto se contrapone con la creencia de que las bayas de mayor tamaño tendrían un mayor potencial de desgrane (Jensen *et al.*, 1978). El hecho de que en estos casos las bayas desgranadas sean de un menor tamaño puede ser, sin embargo, una consecuencia de la formación de una zona de abscisión entre las bayas y el pedicelo.

En cuanto a los sólidos solubles (SS), y pH, no se encontraron diferencias claras entre los tratamientos, ni entre bayas desgranadas y las no desprendidas. Tampoco se aprecia una tendencia clara en la relación SS/Ac entre los tratamientos. Esto indica que las plantas del ensayo estaban en los diferentes tratamientos, en o por sobre su potencial productivo o capacidad como lo señala Winkler *et al.* (1980).

Efecto de la relación número de brotes por racimo

En el Cuadro 7 se presentan los resultados del efecto del número de brotes dejados por racimo sobre el desgrane. En él no se observan

CUADRO 6
EFECTO DEL NÚMERO DE RACIMOS/PLANTA SOBRE EL DESGRANE
EN VIDES DEL CV. SULTANINA (ENSAYO 5)

Effect of the number of clusters per vine on berry
drop of Thompson Seedless grapevines (Experiment 5)

Parámetros Parameters	Racimos/planta Clusters/vine			
	40	70	100	130
Desgrane (%)	14,04 a	11,61 a	10,70 a	11,61 a
Berry drop (%)				
Peso baya (g)	D ¹ 4,60 Aa ²	4,73 Aa	4,64 Aa	4,72 Aa
Berry weight (g)	M 5,18 Ba	5,02 Aa	4,72 Aa	4,64 Aa
Volumen baya (ml)	D 3,78 Aa	3,22 Aa	4,43 Aa	4,40 Aa
Berry volume (ml)	M 4,66 Ba	4,43 Ba	4,13 Aa	3,80 Ba
S.S.	D 19,55 Aa	18,45 Aa	19,68 Aa	18,73 Aa
("Brix")	M 19,65 Aa	18,50 Aa	18,20 Aa	18,78 Aa
S.S.				
("Brix")				
Acidez (g A.T./100 ml)	0,60 Aa	0,60 Aa	0,55 Aa	0,58 Aa
(g A.T./100 ml)	M 0,61 Aa	0,58 Aa	0,60 Aa	0,58 Aa
Acidity (g T.A./100 ml)				

¹D = Bayas desgranadas (detached berries).

M = Bayas adheridas al racimo (attached berries).

²Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas según Duncan ($P = 0,05$) en sentido horizontal y T-Student para diferencia de medias en forma vertical.

Letra mayúscula indica comparación de medias en sentido vertical, letra minúscula indica comparación en sentido horizontal.

Mean separation between treatment by Duncan's multiple range test (0.05), for across row comparisons and T-Student for vertical columns.

Capital letters are for vertical columns, small letters are for across row comparisons.

diferencias en el porcentaje de desgrane para ninguno de los tratamientos. Esto indicaría que el desbrote disminuye el desgrane por un mejoramiento del microclima luminoso y no por un cambio en la relación brotes/planta o brotes/racimo.

En este ensayo, realizado en un parronal con vides vigorosas, la calidad de la uva fue similar en todos los tratamientos (Cuadro 7). Tanto el peso, como el volumen de las bayas, el nivel de sólidos solubles, acidez, pH y la relación sólidos solubles/acidez fue similar en los tres tratamientos, tanto para bayas desgranadas como para bayas adheridas al pedicelo. Esto indica que en ellos hubo una adecuada superficie foliar por gramo de fruta.

Efecto de la madurez de cosecha

Los resultados de los diferentes estados de

madurez de cosecha (15, 18 y 21°Brix), sobre el desgrane, se presentan en el Cuadro 8.

Se puede observar que existe un aumento del desgrane a medida que se retrasa la época de cosecha. Con la época de cosecha más tardía y la mayor madurez (21°Brix) se obtuvo el más alto porcentaje de desgrane; por el contrario, con la época más temprana y menor madurez (15°Brix), el menor.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por varios autores (Jensen *et al.*, 1978; Lavec, 1959; Nelson, 1979) quienes coinciden en señalar, que a medida que avanza la madurez de la fruta, aumenta el porcentaje de desgrane.

Según Wagener (1985), esto se debería al avance en la senescencia, desencadenado por un mensaje hormonal controlado por el etileno, lo cual debilitaría la zona de unión entre baya y pedicelo.

CUADRO 7
EFECTO DEL NÚMERO DE BROTES POR RACIMO,
SOBRE EL DESGRANE EN VIDES DEL
CV. SULTANINA (ENSAYO 6)

*Effect of shoot per cluster ratio on berry drop
of Thompson Seedless grapevines (Experiment 6)*

Parámetros Parameters		Brotes/Racimo Shoots/cluster		
		1	2	3
Desgrane (%)		14,87 a	14,43 a	16,86 a
Berry drop (%)				
Peso baya (g)	D ¹	4,56 Aa ²	4,35 Aa	4,58 Aa
Berry weight (g)	M	4,84 Aa	4,73 Aa	5,08 Ba
Volumen/baya (ml)	D	4,07 Aa	3,63 Aa	4,27 Aa
Berry volume (ml)	M	4,36 Aab	4,11 Aa	4,70 Bb
S.S.	D	19,70 Aa	20,08 Aa	19,25 Aa
(°Brix)	M	20,21 Aa	19,73 Aab	19,43 Ab
S.S.				
(°Brix)				
Acidez (g A.T./	D	0,57 Aa	0,55 Aa	0,56 Aa
Acidity (g A.T./	M	0,55 Aa	0,56 Aa	0,56 Aa

¹D = Bayas desgranadas (detached berries).

M = Muestra de bayas adheridas al racimo (attached berries).

Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas según Duncan (P = 0,05) en sentido horizontal y T-Student para diferencia de medias en forma vertical.

²Letra mayúscula indica comparación de medias en sentido vertical, letra minúscula indica comparación en sentido horizontal.

Mean separation between treatments by Duncan's multiple range test (0.05) for across row comparisons and T-Student for vertical columns.

Capital letters are for vertical columns, small letters are for across row comparisons.

Se puede apreciar también que no existieron diferencias significativas en peso y volumen de bayas entre las diferentes épocas de cosecha, ni entre las bayas desgranadas y las adheridas al racimo para cada tratamiento. Respecto a los sólidos solubles (°Brix) hubo diferencias entre bayas desgranadas y bayas adheridas al racimo. En los tres tratamientos fue mayor el contenido de sólidos solubles en las bayas desgranadas. Esto se explicaría por la deshidratación de éstas al estar separadas del pedicelo.

En cuanto a la acidez, se observa una disminución a medida que avanza la época de cosecha, no encontrándose diferencias entre las bayas desgranadas y las adheridas al racimo.

CONCLUSIONES

De las medidas de manejo evaluadas en esta investigación para disminuir el desgrane o caí-

da seca de bayas en postcosecha en el cv. Sultanina (Thompson Seedless), aparecen como relevantes: el manipuleo del follaje para evitar el excesivo sombreado, la época de cosecha y el anillado. Estas medidas de manejo, sin embargo, no son capaces por sí solas de reducir el desorden en su totalidad.

De ellas, el manipuleo del follaje para disminuir el sombreado, es el que aminoró en forma más clara el desorden.

De los otros factores analizados, presumiblemente predisponentes al desgrane, como la aplicación de giberélico a fines de floración, el retraso de la segunda aplicación de giberélico para elongar las bayas, la regulación del peso de cosecha (carga) y la relación número de brotes por racimo, no fueron efectivos en disminuirlo.

CUADRO 8
EFECTO DE LA ÉPOCA DE COSECHA SOBRE EL
DESGRANE EN VIDES DEL CV.
SULTANINA (ENSAYO 7)

*Effect of harvest date on berry drop of Thompson
Seedless grapevines (Experiment 7)*

Parámetros Parameters		Época de cosecha (°Brix) Harvest date (°Brix)		
		15	18	21
Desgrane (%)		11,04 a	13,13 b	15,55 c
Berry drop (%)				
Peso baya (g)	D ¹	3,43 Aa ²	4,12 Aa	3,63 Aa
Berry weight (g)	M	3,75 Aa	4,55 Ba	3,48 Aa
Volumen baya (ml)	D	3,15 Aa	3,95 Aa	3,42 Aa
Berry volume (ml)	M	3,59 Aa	4,12 Aa	3,18 Aa
S.S. (°Brix)	D	15,71 Aa	18,06 Ab	20,82 Ac
S.S. (°Brix)	M	14,80 Ba	17,30 Ab	20,66 Ac
Acidez (g A.T./100 ml)	D	1,10 Aa	0,69 Ab	0,57 Ac
Acidity (g A.T./100 ml)	M	1,19 Aa	0,69 Ab	0,58 Ac

¹D = Bayas desgranadas (detached berries).

M = Muestra de bayas adheridas al racimo (attached berries).

Letras iguales indican ausencia de diferencia significativas según Duncan (P = 0,05) en sentido horizontal y T-Student para diferencia de medias en forma vertical.

²Letra mayúscula indica comparación de medias en sentido vertical, letra minúscula indica comparación en sentido horizontal.

Mean separation between treatment by Duncan's multiple range test (0.05) for across row comparisons and T-Student for vertical columns.

Capital letters are for vertical columns, small letters are for across row comparisons.

No se observó una relación entre el desgrane y los parámetros de calidad de la uva.

Estos resultados no apoyan la idea que el desgrane potencial estaría determinado desde muy temprano en la temporada.

LITERATURA CITADA

- CHAUHAN, V.S. and I.S. SINGH. 1982. Effect of crop regulation on drop, ripening, yield and quality of Beauty Seedless grapevines, trained on bower. Haryana Agric. Univ. J. Res. 12(1): 112-115.
- CHRISTODOULOU, A.; R. POOL and R. WEAVER. 1966. Prebloom thinning of Thompson Seedless grapes is feasible when followed by bloom spraying with gibberellin. California Agriculture 20(11): 8-10.
- CHUNDAWAT, B.S.; P.C. JINDAL and A.P. KHERRA. 1979. Effect of girdling on bud, flower and berry drop in grapes (*Vitis vinifera* L.). Haryana Agric. Univ. J. Res. 9(4): 332-336.
- DABAS, A.S.; C. JINDAL and R. YAMA-DANI. 1980. Effect of girdling on berry drop, panicle drying and quality of thompson seedless grapes. Progressive Horticulture. 12(3): 41-46.
- GAITE, L. y J. PÉREZ HARVEY. 1986. Efecto del microclima luminoso sobre la calidad de la uva Sultanina en sistema de patronal español. 1. Apariencia y palatabilidad. Cienc. e Inv. Agr. 13: 103-112.
- JENSEN, F. and L. BETTIGA. 1983. The effects of growth refutations on table. Thompson Seedless fruit set, fruit characteristics and shatter. U.C. Kearney Agricultural Center, Report Nº 6: 1-3.

- JENSEN, F.; D. LUVISI, F. SWANSON and G. LEAVITT. 1976. Effect of complete and incomplete girdles on Thompson Seedless and Ribier table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 27(2): 65-76.
- JENSEN, F.; F. SWANSON, D. LUVISI, G. MITCHELL, H. ANDRIS and G. MAYER. 1978. Reducing Thompson Seedless berry shatter during packing and transit by delaying application of gibberellin berry sizing sprays. In: *Proceedings of the Table Grape Seminar* ppm. University of California Cooperative Extension and the California Table Grape Commission, Fresno CA. 14 pp.
- LAVEE, S. 1959. Physiological aspects of post harvest berry drop in certain grape varieties. *Vitis* 2: 34-39.
- MAURIKOS, Ch. 1977. Problèmes de L'emploi des gibberellines sur les raisins de table. *Bull. O.I.V.* 50(554): 243-252.
- LAVEE, S. 1959. Physiological aspects of post harvest berry drop in certain grape varieties. *Vitis* 2: 34-39.
- MAURIKOS, CH. 1977. Problemes de L'emploi des gibberellines sur les raisins de table. *Bull. O.I.V.* 50(554): 243-252.
- NELSON, K. 1979. Harvesting and Handling California Table Grapes for Market. Agricultural Experiment Station. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources Bulletin 1913: 1-72.
- PÉREZ, J. 1986. Resultado del estudio de la influencia del manejo de precosecha sobre la producción y calidad de la uva de mesa de exportación. In: *Uva de mesa de exportación: problemas de producción y calidad*. Depto. de Ciencias Vegetales, Fac. Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 207 pp.
- PÉREZ HARVEY, J. y L. GAETE. 1986. Efecto del microclima luminoso sobre la calidad de la uva Sultanina en sistema de parronal español. II. Desgrane, palo negro, pudrición gris. *Cienc. Inv. Agr.* 13(2): 113-120.
- SAROOSHI, R.A. 1977. Some effects of girdling, gibberellin acid sprays, bunch thinning and trimming on the Sultana. *Aust. J. Exp. Agric. and An. Husb.* 17: 700-704.
- SINGH, K.; R. WEAVER and J. JOHNSON. 1978. Effect of applications of gibberellin acid on berry size, shatter, and texture of Thompson Seedless grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 29(4): 258-262.
- VIAL, A. 1987. Calidad de la uva de mesa chilena en los mercados de exportación. In: *Uva de mesa de exportación: problemas de producción y calidad*. Departamento de Fruticultura y Enología. Fac. Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 129 pp.
- WAGENER, G.N. 1985. Progress with the problem of loose berries in table grapes. *The Deciduous Fruit Grower* 35(9): 329-333.
- WEAVER, R.J. and R.M. POOL. 1973. Effect of time of thinning on berry size of girdled, gibberellin treated Thompson Seedless grapes. *Vitis* 12: 97-99.
- WINKLER, A.J.; J.A. COOK, W.M. KILJEWER and L.A. LIDER. 1980. *General Viticulture*, 2 ed. U.S.A. University of California Press. 710 pp.

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y EL SOMBREAMIENTO SOBRE LA FRUCTIFICACIÓN Y NECROSIS DE YEMAS EN EL CV. SULTANINA (THOMPSON SEEDLESS)¹

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND SHADING ON BUD FRUITFULNESS AND NECROSIS OF THOMPSON SEEDLESS GRAPEVINES

JORGE PÉREZ HARVEY Y MAXIMILIANO VALDÉS LAURSEN

Departamento de Fruticultura y Enología
Facultad de Agronomía
Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 6177, Santiago

SUMMARY

Shading and nitrogen (N) fertilization effect on bud necrosis and fruitfulness were evaluated in a field trial of Thompson Seedless grapevines with three levels of N fertilization (50, 100 and 200 kg N/ha) and four levels of shading (100, 52, 25 and 14% of full sunlight).

Shading effect on both bud necrosis and bud fertility was significant and distinctive.

No influence was measured from N fertilization on bud necrosis and bud fruitfulness even though petiole N-NO₃ and N-NH₄ indicated N-uptake from the soil.

Shoot vigor (diameter and length) did not correlate significantly with blind bud percentage and bud fruitfulness.

INTRODUCCIÓN

La producción de uva de un parronal se inicia con la formación de los primordios florales en las yemas fructíferas en la primavera del año anterior a la cosecha. Esta cosecha está determinada potencialmente por el número de yemas por planta o por unidad de superficie (hectárea) que logren fructificar. Este proceso de fructificación ha sido descrito en detalle por Srinivisan y Mullins (1981), al igual que los factores que la regulan. Dentro de los factores que afectan la formación de la yema floral se menciona la luz (May y Antcliff, 1963; Buttrose,

1974a), la temperatura (Buttrose, 1974a), el estrés hídrico (Buttrose, 1974b), la acumulación de carbohidratos (Winkler *et al.*, 1974; Buttrose, 1974a), la nutrición mineral, (Chundawat *et al.*, 1977; Srinivisan y Mullins, 1981) y los reguladores de crecimiento (Srinivisan y Mullins, 1981).

Uno de los problemas que más limita la producción de muchos parronales de vides para uva de mesa es, sin embargo, la llamada muerte de yemas, necrosis de yemas o yemas ciegas que provocan la brotación anómala o falla de brotación (Chouhan, 1977; Lavee *et al.*, 1981; Pérez, 1984).

¹Investigación financiada por FONDECYT.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 471/89. Fecha de recepción: 9 de junio de 1989.

Este problema, que es particularmente serio en la variedad Sultanina (Thompson Seedless) (Dabas *et al.*, 1980; Pérez, 1984), ha sido descrito en Israel en la variedad Queen of the Vineyards (Lavee *et al.*, 1981), en Japón en la variedad Kyoho (Naito *et al.*, 1986) y en Chile en varios cultivares (Pérez, 1987).

La muerte o necrosis de yema ocurre en primavera y verano en que se forman las yemas (Lavee *et al.*, 1981; Pérez, 1984). Diversos factores se han indicado como responsables de este desorden: accidentes climáticos (Winkler *et al.*, 1974), dosis altas de giberélico (Ziv *et al.*, 1981), vigor excesivo (Lavee *et al.*, 1981), y dosis altas de fertilización nitrogenada (Bindra y Chouhan, 1976).

Hopping (1977) observó que el sombreamiento en el cv. Palomino reducía el tamaño de las yemas, el porcentaje de brotación y la producción.

Herrera (1986), Pérez y Kliewer (1989) han presentado evidencias acerca del efecto del sombreamiento en aumentar la muerte de yemas, y disminuir la fructificación en el cv. Sultanina.

La necrosis ocurre comúnmente en yemas de brotes de follajes de vides densas con vigor excesivo y en sistemas de conducción como el parrón español, que concentran este follaje en una zona restringida que no permite una buena penetración y distribución de luz solar. En tales vides hay una mala brotación y una baja productividad (Pérez, 1984).

En follajes densos, la relación de flujo de fotones fotosintéticos (R/FF) puede bajar a menos de $10 \mu \text{ moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y la relación rojo, rojo lejano (R/RL) (660/730 nm) a menos de 0,1 (Smart *et al.*, 1988).

En observaciones y ensayos controlados de vigor de brotes y cargadores en Chile, se ha comprobado que la necrosis de yemas aumenta en aquellos de mayor diámetro y mayor longitud (Vial, 1988).

Estos resultados concuerdan con los de Lavee *et al.* (1981), quienes en su estudio realizado en Israel con la variedad Queen of the Vineyards observaron que la necrosis de la yema central ocurría sólo en los viñedos vigorosos, en mayor intensidad en los brotes de mayor diámetro ($> 10 \text{ mm}$) en las yemas basales.

En una investigación realizada en Japón (Naito *et al.*, 1986), se encontró que el deterioro de la yema central llegaba a alrededor de un 80% en yemas de brotes vigorosos de la variedad Kyoho, y por el contrario, esto era de sólo un 20% en los débiles ($r = 0,77$).

Naito *et al.* (1986) y Lavee *et al.* (1981), sugieren que el alto nivel de giberelina endógena en los brotes vigorosos son la causa de la malformación de las yemas. La aplicación de SADH antes de plena floración ha probado ser efectiva en controlar el vigor y la necrosis (Naito *et al.*, 1986).

Estos autores, sin embargo, no hacen mención a las características microclimáticas del medio ambiente en que se encontraban los brotes y yemas evaluadas en sus ensayos.

Sanghavi y Nitjar (1978), Bindra y Chouhan (1976) y Chundawat *et al.* (1977), postulan que una sobre-fertilización con N da como resultado una mayor mortalidad de yemas. Una reducida fertilización junto a un bajo aporte hídrico, en cambio, reducirían la necrosis.

Estos resultados plantean la posibilidad de una interacción entre la fertilización nitrogenada y el sombreamiento, con respecto a la muerte de yemas. Una acumulación de N no reducido por una alta fertilización nitrogenada y una baja reducción por niveles de luz limitantes (Pérez y Kliewer, 1982) podrían, teóricamente, inducir el problema.

Con el fin de evaluar el posible efecto directo de la fertilización nitrogenada, del sombreamiento y del vigor y su posible interacción, se estableció un ensayo de campo con dosis diferenciales de N y diferentes intensidades de sombreamiento artificial.

En este experimento se midió el contenido de N no reducido, la actividad de enzima nitrato reductasa (NR), el vigor de los cargadores, la incidencia de necrosis y la fertilidad de las yemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en un parrón español, del cv. Sultanina (Thompson Seedless) de 8 años de edad plantado a $4 \times 4 \text{ m}$, ubicado en la localidad de Codegua, VI Región. El manejo general se hizo de acuerdo a las prácticas usuales de un parrón de uva de

exportación. Al momento del raleo se dejó 45 racimos por planta.

Todas las parras presentaban, tanto al inicio como al término del ensayo, un estado nutricional y sanitario adecuado.

Las vides empleadas en el ensayo habían tenido la temporada anterior un promedio de necrosis de un 42%. La fertilización se realizó en el mes de agosto de 1986 con salitre potásico (16% N), en tres dosis: baja de 50, media de 100 y alta de 200 kg N/ha. Posteriormente, en enero, se seleccionaron 9 plantas de cada nivel de fertilización de similar vigor. Cada planta se dividió en cuatro cuadrantes, cada cuadrante se cubrió con una, dos y tres mallas de polietileno negro ranurado que permitía el paso de 52, 25 y 14% de luz solar, respectivamente. Se dejó un cuadrante como testigo sin sombreamiento. Estos tratamientos se impusieron desde principios de enero hasta fines de mayo (90 días).

El muestreo para el análisis de N-NO_3 y N-NH_4 en los pecíolos y para la nitrato reductasa (NR) se realizó a fines de febrero.

Con este propósito, se recolectaron 80 hojas por cada unidad experimental.

El N-NO_3 fue determinado según el método de Carlson (1986) con un analizador de amonio (Pescan, modelo 360 y el N-NH_4 de acuerdo al método de Carlson (1978), con el mismo instrumento.

La actividad de la enzima nitrato reductasa (NR) se evaluó de acuerdo al método desarrollado por Pérez y Kliewer (1982).

La necrosis y fertilidad de las yemas se evaluó en muestras recolectadas en junio de 1987, mediante la observación de ellas bajo una lupa de disección ($\times 30$). Se tomaron 3 sarmientos con 20 yemas por cada cuadrante (unidad experimental).

Después de la brotación de la vid, en octubre, se contó en terreno mediante observación visual el número de yemas brotadas con racimos en los primeros 10 nudos de cada cargador.

Los porcentajes de necrosis y fertilidad obtenidos mediante la observación de yemas diseccionadas y la brotación y fructificación en terreno fueron equivalentes. Los resultados de la necrosis se presentan aquí de acuerdo a los valores obtenidos mediante la disección de yemas y la observación visual y la fertilidad, según lo observado en terreno en primavera.

El diámetro de los brotes, como indicador de vigor, se midió a base del promedio entre el diámetro mayor y menor del tercer entrenudo y la longitud desde la primera yema hasta la vigésima, inclusive.

En este ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar. La unidad experimental fue un cuadrante de cada parra y las repeticiones fueron 9.

En aquellas oportunidades donde la prueba de F obtenida mediante el análisis de varianzas fue estadísticamente significativa ($\alpha = 0,05$), se empleó el Test de Rangos Múltiples de Duncan, para rechazar la hipótesis de igualdad de medias. Además, para reconocer posibles interacciones entre los factores medidos, se utilizó el Test de Coeficientes de Correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos medios del sombreamiento

Contenido de N no reducido

Al aumentar el nivel de sombreamiento en forma artificial y localizada con mallas negras, se incrementó el contenido de nitrato en los pecíolos de las hojas del cultivar Sultanina, en relación al testigo (Cuadro 1).

Estos resultados concuerdan con los de Pérez y Kliewer (1982) y Pizarro (1984), quienes también lograron aumentar el nivel de N-NO_3 en los pecíolos mediante el sombreamiento artificial localizado. Los primeros han demostrado que este aumento en la concentración de N-NO_3 se debería a una disminución de la actividad de la enzima que reduce el NO_3 , la nitrato reductasa.

En este ensayo no se observó una interacción significativa entre la fertilización nitrogenada y el nivel de sombreamiento con respecto al N-NO_3 y N-NH_4 , por lo cual se analizaron por separado estos parámetros.

En el Cuadro 1 se puede observar también que se produjo un aumento del N-NH_4 con los diferentes niveles de sombreamiento, al igual que lo medido por Smart *et al.* (1988). Estos autores observaron que el sombreamiento en el cv. Cabernet Sauvignon aumenta la concentración de N-NH_4 en el jugo de las bayas, en las hojas y en los pedúnculos de los racimos.

CUADRO 1
EFECTOS MEDIOS DEL SOMBREAMIENTO SOBRE EL CONTENIDO DE N
NO REDUCIDO, LA ACTIVIDAD DE LA NR, EL VIGOR DE
LOS CARGADORES, LA NECROSIS DE YEMAS, LA BROTA-
CIÓN Y LA FRUCTIFICACIÓN

Mean shading effect on non reduced N, NR activity,
cane vigor, bud necrosis, bud burst and fruitfulness

Parámetros Parameters	Sombreamiento Shading			
	0	1	2	3
N-NO ₃ (ppm)	377c	621b	875a	818ab
N-NH ₄ (ppm)	342c	498bc	514b	742a
NR (μ moles NO ₂ /gr p. fr. × hr)	1,012b	1,076b	0,631a	0,628a
NR (μ moles NO ₂ /gfr. wt. hr)				
Diámetro cargador (cm)	1,15 a	1,12 a	1,12 a	1,11 a
Cane diameter (cm)				
Largo cargador (cm)	230a	236a	227a	252a
Cane length (cm)				
% necrosis	58,2 a	60,8 ab	64,4 bc	70,3 c
% brotación	77,8 c	77,1 c	66,0 b	50,8 a
% bud burst				
% fructificación	49,2 a	44,0 a	31,4 b	15,1 c
% bud fruitfulness				

Separación de medias, entre el tratamientos, en el sentido horizontal según Duncan (p = 0,05).
Mean separation between treatments, across row, by Duncan's (p = 0.05).

Se puede concluir, por lo tanto, que al aumentar el sombreamiento se produce un alza en el contenido de N no reducido en los pecíolos del cultivar Sultanina. Esto podría ocurrir, al igual que en el caso del N-NO₃, por una disminución de la actividad de las enzimas que incorporan el NH₄ en aminoácidos (glutamina sintetasa, glutamato sintasa y glutamato dehidrogenasa), por efecto de falta de luz.

El hecho que estas enzimas estén localizadas en los cloroplastos o relacionadas con ellos (Fischer y Klein, 1988), puede ser un argumento que refuerce esta hipótesis.

Nitrato reductasa

Los resultados presentados (Cuadro 1), muestran en cambio que al aumentar el sombreamiento se observa una disminución significativa en la actividad de la enzima NR. Esta respuesta es conocida y corresponde a lo publicado por Pérez y Kliewer (1982).

Recientemente, ha sido demostrado que, tanto la cantidad como la calidad de la luz

ejercen un marcado efecto sobre el metabolismo del nitrógeno en las vides y en la actividad de la NR (Smart *et al.*, 1988).

Tampoco se encontró en este ensayo una interacción entre las dosis de fertilizante y el sombreamiento con respecto a la actividad de esta enzima.

Vigor de los cargadores

El diámetro y el largo de los cargadores no se alteró con el sombreamiento. El hecho de que las mallas de polietileno negro fueron instaladas en el mes de enero, cuando las plantas habían prácticamente terminado su crecimiento vegetativo, explicaría este resultado.

Necrosis de yemas, brotación y fructificación

El efecto del sombreamiento adicional con mallas que no alteran en forma apreciable otros parámetros microclimáticos (Pérez y Kliewer, 1989) y que fue realizado tardíamente en la

temporada por un período de 90 días, sobre la necrosis de yemas, fue notorio.

En el Cuadro 1 se observa una tendencia sostenida a una mayor necrosis con un mayor sombreamiento.

Este efecto aparece menos destacado que en otros ensayos (Herrera, 1986), debido al alto sombreamiento natural general de las plantas empleadas.

Estos resultados confirman los de Herrera (1986) y de Pérez y Kliewer (1989) que demuestran una influencia notable del sombreamiento de yemas individuales, de sectores de plantas y de plantas enteras en la necrosis y fructificación de yemas.

La relación del flujo de fotones fotosintéticos (RFFF) bajo y dentro del dosel, en parrones vigorosos del cv. Sultanina (Thompson Seedless) como el empleado en esta investigación, fluctúa entre 5 y 100 μ moles m⁻² s⁻¹ y coincide con una alta incidencia de necrosis (Pérez y Kliewer, 1989).

El hecho de que el efecto del sombreamiento en este ensayo se obtuvo en cargadores de similar vigor (Cuadro 1), indica que el factor limitante fue la luminosidad.

El efecto del sombreamiento sobre la falla de brotación (yemas ciegas) fue también evaluado visualmente en la primavera siguiente (Cuadro 1).

Los resultados fueron coincidentes con los del análisis de yemas realizado en invierno. Al igual que en éstos, se observó un aumento de las yemas muertas con el sombreamiento.

La falla de brotación observada fue porcentualmente menor que la medida mediante la disección de yemas. Esta diferencia pudo deberse a la brotación de las yemas secundarias por la muerte de la yema principal. En la evaluación realizada por disección, se consideró sólo la necrosis de la yema central.

El sombreamiento adicional impuesto a las vides indujo una disminución clara de la fructificación (Cuadro 1), en concordancia con lo señalado por otros autores (May, 1965; Buttrose, 1974).

Estos resultados apoyan la idea de que el factor climático limitante para la fructificación en el campo es la luminosidad (Srinivisan y Mullins, 1981). La temperatura, que ha demostrado ser un factor dominante en ensayos

controlados en cámaras de crecimiento, no parece ser relevante en terreno, ya que los requerimientos de ella (> 20°C) indicados por Buttrose (1974) para la variedad Sultanina, se cumplen normalmente en las zonas productoras de uva de mesa. May (1965) encontró que la reducción de la fructificación producida por el sombreamiento de yemas individuales no estuvo relacionada con la temperatura.

La posición nodal y el vigor de los cargadores, en este ensayo, al igual que en los de Herrera (1986) y en los de Pérez y Kliewer (1989) no influyó sobre la necrosis, la brotación y la fructificación (información no presentada).

Efectos medios de la fertilización nitrogenada

Contenido de N no reducido

Al aumentar la dosis de fertilización nitrogenada y la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, se produjo un incremento en el contenido de nitrato en los pecíolos de las hojas en las vides en este ensayo (Cuadro 2).

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Pérez y Kliewer (1982) y Pizarro (1984), quienes observaron que el nivel de nitrato en pecíolos de hojas aumenta con la fertilización nitrogenada.

La fertilización nitrogenada también aumentó la concentración de N-NH₄ en los pecíolos (Cuadro 2). El contenido de amonio más alto se logró con la mayor dosis de nitrógeno. No hubo, sin embargo, una diferencia estadísticamente significativa entre los dos niveles más bajos de fertilización.

Nitrato reductasa

Como se observa en el Cuadro 2, la actividad de la NR fue similar en los tres tratamientos con nitrógeno.

Vigor de los cargadores

Al aumentar la dosis de nitrógeno se obtuvo un incremento en el diámetro de los cargadores (Cuadro 2). El nivel de fertilización más alto fue claramente distinto al más bajo.

Los datos presentados en el Cuadro 2 indican, sin embargo, que no existió en este ensayo

CUADRO 2
EFECTOS MEDIOS DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL
CONTENIDO DE N NO REDUCIDO, LA ACTIVIDAD DE LA NR,
EL VIGOR DE LOS CARGADORES, LA NECROSIS DE YEMAS,
LA BROTAÇÃO Y LA FRUCTIFICACIÓN

Mean nitrogen fertilization effect on non reduced N, NR
activity, cane vigor, bud necrosis, bud burst and fruitfulness

Parámetros Parameters	Nitrógeno Nitrogen		
	1	2	3
N-NO ₃ (ppm)	324a	571b	1.124c
N-NH ₄ (ppm)	378b	420b	774c
NR (μ moles NO ₂ /gr p. fr. × hr.)	0,831a	0,939a	0,739a
NR (μ moles NO ₂ /g fr. wt. hr.)			
Diámetro cargador (cm)	1,09 a	1,12 ah	1,16 b
Cane diameter (cm)			
Largo cargador (cm)	224a	242a	243a
Cane length (cm)			
% necrosis	59,9 a	65,8 b	69,5 b
% brotación	16,5 a	13,6 b	18,05 a
% bud burst			
% fructificación	31,6 b	43,6 a	29,7 b
% bud fruitfulness			

Separación de medias, entre tratamientos, en el sentido horizontal según Duncan (p = 0,05).
Mean separation between treatments, across row, by Duncan's (p = 0.05).

una influencia significativa de la fertilización nitrogenada sobre la longitud de los cargadores.

Necrosis de yemas, brotación y fructificación

Las vides empleadas en este ensayo presentaron un nivel extremadamente alto de necrosis (Cuadro 2) y correspondió a las características del parronal elegido con una falla de brotación histórica elevada.

Al realizar el análisis estadístico no se detectó una interacción entre la fertilización nitrogenada y el sombreamiento en relación a la necrosis. Los datos de estas variables, en consecuencia, se analizaron por separado.

El porcentaje de muerte de yemas más bajo se observó en el tratamiento con la dosis menor de N (50 kg N/ha) y con una concentración de N-NO₃ y NH₄ en los pecíolos y un diámetro de los cargadores menor. Los otros dos tratamientos (con 100 y 200 kg N/ha) tuvieron un porcentaje de necrosis más alto pero no fueron

estadísticamente distintos entre sí, a pesar de tener un contenido de N-NO₃ y N-NH₄ en los pecíolos diferentes.

Estos resultados no concuerdan con lo publicado por algunos autores (Bindra y Chouhan, 1976; Sanghavi y Bindra, 1976; Chundawat *et al.*, 1977; Sanghavi y Nitjar, 1978), que señalan un efecto directo de la fertilización nitrogenada sobre la mortalidad de yemas.

Ellos, en cambio, indican que la influencia de la fertilización nitrogenada puede ser indirecta al promover un mayor crecimiento vegetativo y una densidad de follaje que limita la penetración de la luz.

Es necesario, además, destacar la falta de correlación, en el presente ensayo, de la necrosis con los niveles de N-NO₃ y N-NH₄ en los pecíolos de hojas, indicadores del nivel nutricional nitrogenado de las vides (Pérez y Kliewer, 1982).

El porcentaje de yemas fértiles, medido después de la brotación, no disminuyó con la fertilización nitrogenada (Cuadro 2). No se obser-

ó tampoco una correlación entre la fertilidad de las yemas y el nivel de N-NO₃ y N-NH₄ (N no reducido) en los pecíolos.

Srinivisan y Mullins (1981) señalan que para la formación del primordio de inflorescencia se requiere de un adecuado abastecimiento de N, pero el tamaño del primordio de inflorescencia se ve muy poco influenciado por la nutrición nitrogenada. Sólo se ha observado un incremento del número de primordios florales con la aplicación de N en casos que el nivel de N inicial de la planta haya sido muy bajo (Baldwin, 1966).

Se ha indicado también que, bajo circunstancias especiales, la aplicación de N puede reducir la fructificación. En una prospección realizada en 30 viñedos tropicales en la India se observó un alto índice de correlación negativa ($r = -0,94$), entre la concentración de N en los pecíolos y la fertilidad de yemas (Srinivisan y Mullins, 1981). En estas evaluaciones, sin embargo, no se señalan las características microclimáticas de estos parronales. Es posible, por lo tanto, que la influencia de altos niveles de N en el suelo y en los pecíolos se ejerza a través de la producción de un exceso de vigor de los brotes, una mayor densidad de follaje y un mayor sombreamiento de las yemas por las hojas.

Pizarro (1984) en un ensayo con cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 50, 100 y 200 μ N/ha) y dos niveles de sombreamiento observó sólo un efecto significativo en relación al sombreamiento. Información más reciente en ensayos de fertilización nitrogenada de largo plazo indica que ella no afecta la brotación y la fructificación (Pérez, información no publicada).

Estos resultados no concuerdan con los de Sanghavi y Nitjar (1978) quienes, con niveles crecientes de N, obtuvieron un rendimiento menor del cv. Himrod.

Los resultados obtenidos aquí apoyarían la hipótesis planteada por Pizarro (1984), de que la inducción y diferenciación de las yemas se

realiza a base de los compuestos nitrogenados de reserva de la planta y no los de la fertilización, a pesar de la alta absorción de N observada.

Análisis de correlación entre los parámetros medidos

Con el fin de definir el posible efecto del vigor sobre la necrosis y la fertilidad de las yemas se realizó, con los resultados de este ensayo, un análisis de correlación entre ellos en los tratamientos de sombreamiento (Cuadro 3) y de dosis de nitrógeno (Cuadro 4).

Los resultados de este análisis muestran, en general, un bajo índice de correlación entre el diámetro y el largo de los cargadores y la necrosis y fertilidad de yemas; insuficiente estadísticamente para suponer la existencia de un efecto nítido y notorio.

Estos resultados sugieren que el efecto del vigor sobre la viabilidad y fertilidad de las yemas encontrado en otras investigaciones (Lavce *et al.*, 1981; Naito *et al.*, 1986) es un efecto indirecto.

Las observaciones de Lavce *et al.* (1981) en Israel con la variedad Queen of the Vineyards y de Naito *et al.* (1986) en Japón en el cv. Kyoho, que señalan una influencia marcada del vigor de los brotes sobre la necrosis, desafortunadamente, no fueron acompañados de una medición del microclima luminoso de las vides en ensayo.

En un análisis de correlación realizado, en un gran número de muestras de parronales de la zona central de Chile se obtuvo un bajo índice de correlación (0,26) entre la necrosis y el largo de entrenudos (Pérez, J., datos no publicados).

Es posible, en consecuencia, que la mala brotación y fructificación en parronales con brotes vigorosos, ubicados en suelos fértiles y profundos con abundante riego y fertilización nitrogenada, se deba a un efecto indirecto vía mayor crecimiento vegetativo, mayor densidad de follaje y menor penetración de luz.

CUADRO 3
ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS
MEDIDOS EN LOS TRATAMIENTOS DE SOMBREAMIENTO

Correlation analyses between measured parameters
of shading treatments

Sombreamiento	Cargador	Necrosis		Fertilidad	
		r	p	r	p
0	diámetro	0,32	(0,003)	-0,22	(0,04)
	longitud	0,59	(0,0001)	-0,31	(0,003)
1	diámetro	0,19	(0,08)	-0,18	(0,09)
	longitud	0,35	(0,001)	-0,14	(0,19)
2	diámetro	0,43	(0,0001)	-0,25	(0,02)
	longitud	0,29	(0,008)	-0,13	(0,21)
3	diámetro	0,74	(0,0001)	-0,37	(0,0005)
	longitud	0,61	(0,0001)	-0,28	(0,01)

CUADRO 4
ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS
MEDIDOS EN LOS TRATAMIENTOS DE NITRÓGENO

Correlation analyses between measured
parameters of nitrogen treatments

Nitrógeno	Cargador	Necrosis		Fertilidad	
		r	p	r	p
1	diámetro	0,44	(0,001)	-0,23	(0,01)
	longitud	0,50	(0,0001)	-0,19	(0,04)
2	diámetro	0,42	(0,0001)	-0,11	(0,24)
	longitud	0,37	(0,001)	-0,09	(0,32)
3	diámetro	0,19	(0,04)	-0,29	(0,002)
	longitud	0,19	(0,04)	-0,29	(0,002)

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Durante la temporada 1986-1987, se realizó un ensayo con diferentes dosis de fertilización nitrogenada (50, 100 y 200 kg N/ha) y cuatro niveles de sombreamiento (100%, 52%, 25% y 14% de luz solar) medido bajo mallas negras de polietileno ranurado, con el objeto de medir el efecto de la luz y el N sobre la fertilidad y necrosis de las yemas en los cargadores (para la próxima temporada) en el cv. Sultanina (Thompson Seedless).

La evaluación de dichos tratamientos se realizó durante el receso invernal de 1987 y después de la brotación, en octubre, mediante la

disección de las yemas y la observación visual en terreno, respectivamente.

No se observó en este ensayo una interacción estadísticamente significativa, entre las variables de fertilización nitrogenada y sombreamiento con respecto a los parámetros fertilidad y necrosis de yema; no existió tampoco una buena correlación entre el vigor de los brotes y estos parámetros. Este resultado indicaría que el efecto del vigor sobre la viabilidad de las yemas y su fertilidad es indirecto.

La fertilización nitrogenada acrecentó el contenido de N-NO₃ y N-NH₄ en los pecíolos, pero no afectó directamente a la necrosis y fertilidad de las yemas.

El sombreamiento produjo una acumulación de N en reducido (N-NO₃ y N-NH₄), al mismo tiempo que una disminución de la actividad de la enzima NR.

El sombreamiento fue el único tratamiento que indujo en forma clara y significativa la muerte de yemas, la falla de brotación y la baja fructificación.

Estos resultados apoyan las hipótesis que señalan al sombreamiento como el factor limi-

tante en la fructificación y como agente causal de la necrosis de yemas, bajo condiciones de campo.

Las evidencias presentadas aquí indican que la posición de las yemas dentro del follaje y su exposición a luz solar en condiciones naturales, sería uno de los factores más relevantes y de mayor trascendencia en la productividad potencial de una vid.

LITERATURA CITADA

- BALDWIN, J.G. 1966. The effect of some cultural practices on nitrogen and fruitfulness in the Sultanina vine. *Am. J. Enol. Vitic.* 17: 58-62.
- BINDRA, A.S. and CHOUHAN, J.S. 1976. Flower bud killing in Anab-e-Shehi grapes, effect of cultural practices. *Indian J. Hort.* 33: 36-36.
- BUTTROSE, M.S. 1974a. Climatic factors and fruitfulness in grapevines. *Hort. Abstr.* 44: 319-25.
- BUTTROSE, M.S. 1974b. Fruitfulness in grapevines: Effect of water stress. *Hort. Abstr.* 44: 319-25.
- CARLSON, R.M. 1978. Automated separation and conductimetric determination of ammonia and dissolved carbon dioxide. *Anal. Chem.* 58: 1590-1591.
- CARLSON, R.M. 1986. Continuous flow reduction of nitrate to ammonia with granular zinc. *Anal. Chem.* 58: 1590-1591.
- CHOUHAN, J.S. 1977. Flower bud killing in Anab-e-Shahi grapes effect of different cultural practices. *Indian J. Hort.* 33: 33-36.
- CHUNDAWAT, B.S.; KHERA, A.P.; CHITKARA, S.D. and JINDAL, P.C. 1977. Causes of unproductivity in Thompson Seedless grapes. I. Relationship between petiole nutrient content and yield. *Haryana Agric. Univ. J. Res.* 7(1-2): 32-36.
- DABAS, A.S.; JINDAL, P.C. and CHAUHAN, K.S. 1980. Effect of girdling different parts of vine on fruit bud formation and bud killing in Thompson Seedless grape (*Vitis vinifera* L.). *Haryana Agric. J. Res.* 10(4): 569-570.
- FISCHER, P. and KLEIN, U. 1988. Localization of Nitrogen-Assimilating Enzymes in the Chloroplast of *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* 88: 947-952.
- HERRERA, X. 1986. Descripción anatómica del proceso de necrosis de yema y efecto del sombreamiento artificial en la fertilidad y necrosis de las yemas en el cv. Sultanina. Tesis Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- HOPPING, M.E. 1977. Effect of light intensity during cane development on subsequent bud break and yield of Palomino grapevines. *J. of Exp. Agric.* 5: 287-90.
- LAVEE, S.; MELAMUD, H.; ZIV, M. and BERNSTEIN, Z. 1981. Necrosis in grapevines buds (*Vitis vinifera* L. cv. Queen of Vineyard). I. Relation to vegetative vigor. *Vitis* 20(1): 8-14.
- MAY, P. 1965. Reducing inflorescence formation by shading individual Sultan buds. *Aust. J. Bio. Sci.* 18: 463-73.
- MAY, P. and ANTCLIFF, A.J. 1963. The effect of shading on fruitfulness and yield in the Sultan. *J. Hort. Sci.* 38: 85-94.
- NAITO, R.; YAMAMURA, H. and YOSHINO, K. 1986. Effects of shoot vigor and foliar application of GA and SADH on the occurrence of bud necrosis in Kyoho grape. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 55(2): 130-137.
- PÉREZ, J.R. and KLEWER, W.M. 1982. Influence of light regime and nitrate fertilization on nitrate reductase activity and concentrations of nitrate and arginine in tissues of three cultivars of grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 33(2): 86-93.
- PÉREZ, J. 1984. Diagnóstico del problema de la brotación deficiente y baja producción en la vid en Chile. En seminario de uva de mesa de exportación: problemas de producción y calidad. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales. Tema 9, pp. 9.1-9.15.
- PÉREZ, J. 1987. Productividad de variedades apirénicas: Experiencia nacional y extranjera. En: seminario de uva de mesa de exportación: problemas de producción y calidad. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Fruticultura y Enología. Tema 8: 161-170.
- PÉREZ, J.R. and KLEWER, W.R. 1989. Effect of shading on bud necrosis and bud fruitfulness of

- Thompson Seedless grapevines. Am. J. Enol. Vitic. (In Press).
- PIZARRO, R.S. 1984. Efecto de la fertilización nitrogenada, potásica y de la luminosidad sobre la nitrato reductasa, concentraciones de nitrato, arginina y potasio y sobre la producción, calidad de la uva y fertilidad de yemas del cultivar Sultanina (*Vitis vinifera* L.). Tesis Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- SANGHAVI, K.U. and BINDRA, A.S. 1976. A note on the effect of different doses of nitrogen, phosphorus and potassium on the flower bud killing in grapes cv. Himrod. Punjab Hort. J. 16(3-4): 134-135.
- SANGHAVI, K.U. and NITJAR, G.S. 1978. Effect of factorial combinations of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and quality of Himrod grape. Punjab Horticulture Journal, 18(1-2): 48-52.
- SMART, R.E.; SMITH, S.M. and WINDCHESTER, R.V. 1988. Light quality and quality effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon. Am. J. Enol. Vitic. 39: 250-258.
- SRINIVASAN, C.H. and MULLINS, M.G. 1981. Physiology of flowering in the grapevine. A Review. Am. J. Enol. Vitic. 32: 47-63.
- VIAL, P. 1988. Influencia de la poda, el desbrote, el vigor de los cargadores y la variedad, sobre la necrosis y fertilidad de las yemas de *Vitis vinifera*. Tesis Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- WINKLER, A.T.; COOK, J.A.; KIEWER, W.M. and LIDER, L.A. 1974. General viticultura University of California Press, Berkeley, p. 710.
- ZIV, M.; MELAMUD, H.; BERNSTEIN, Z. and LAVEE, S. 1981. Necrosis in grapevine buds (*Vitis vinifera* cv. Queen of Vineyard). II. Effect of gibberellic acid. (GA3) application. Vitis 20: 105-114.

UNA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRACTORES EN CHILE, 1961-1986

AN ESTIMATION OF FARM TRACTORS DEMAND IN CHILE (1961-1986)

RAIMUNDO SOTO M., EDUARDO SAAVEDRA P. Y GONZALO EDWARDS G.

Departamento de Economía Agraria

Facultad de Agronomía

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 6177, Santiago

ABSTRACT

This paper has two major objectives. First, due to lack of reliable data about the stock of farm machinery of the farm it develops a methodology to estimate the evolution of the farm tractor stock based on annual import reports and our own estimation of the appropriate normal distribution describing tractor retirements. As a result, the expected life period found is about 16 years, far longer than official estimates. Second, the estimation of tractor's demand function is made under two hypothesis of the adjustment process between desired and actual stock ("fixed" and liquidity constrained, or "variable", adjustment speed). Although both models found price and interest rates elasticities to be quite low (except for the long-run interest rate elasticity), the variable speed model estimation proves to be a better approach to the tractor demand analysis because it enables us to understand the crucial role played by liquidity constraints. The fixed speed model found a mean adjustment period of 6.2 years, while the variable speed model found that indeed it ranks from 4.8 to 9.5 years

1. INTRODUCCIÓN¹

El objetivo de este trabajo es doble. Por un lado, intenta determinar la evolución del stock de tractores en uso, y por otro, investiga las implicancias teóricas y prácticas del uso de distintas alternativas metodológicas en la estimación de la demanda por los mismos.

En general, la información estadística del sector agrícola es bastante pobre, sobre todo si se desea considerar un período de tiempo relativamente largo. En el caso de los tractores, las cifras obtenidas en forma directa se limitan a la información de los censos (1965 y 1976) y a

algunas encuestas del INE. Sin embargo, el stock de tractores puede ser estimado en forma indirecta a partir de las importaciones debido a que no hay producción doméstica. Así el primer objetivo de este trabajo consiste en discutir la metodología para construir dicha serie.

El segundo objetivo del estudio es la estimación de la demanda por este factor que, por sus características de durabilidad, exige tanto teórica como metodológicamente una modelación particular.

El plan de trabajo es el siguiente: la segunda sección presenta la estimación de la evolución

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el Nº 472/89. Fecha de recepción: 3 de julio de 1989.

¹Una versión anterior de este trabajo fue presentada por R. Soto y E. Saavedra en el 14º Encuentro Anual de Economistas de Punta de Tralca, en diciembre de 1988.

del stock de tractores en uso, en tanto que la tercera analiza las implicancias teóricas y econométricas de la estimación de la demanda de tractores. La cuarta sección discute los resultados econométricos mientras que la última sección presenta las conclusiones y algunas sugerencias para posibles extensiones del estudio.

II. ESTIMACIÓN DEL STOCK DE TRACTORES

Las mediciones directas del stock de tractores, censos y encuestas del INE, cubren sólo algunos años dentro del período analizado en este estudio. Adicionalmente, presentan algunas limitaciones que hacen poco recomendable su uso en la construcción de una serie de stock (Edwards y Soto, 1988).

Es por estas razones que se ha decidido construir la serie a partir de las importaciones, aún cuando el hacerlo no esté exento de problemas. Por un lado, durante una parte considerable del período éstas se registraban en kilogramos y no en unidades, por lo que su conversión puede inducir a errores. Por otro lado, este procedimiento exige hacer supuestos sobre el retiro de los tractores, ya que lo que se pretende medir es el stock de tractores en uso. Las cifras de importación se presentan en el Cuadro 1.

En la construcción de la serie de stock se utilizaron los siguientes supuestos:

1. La edad de retiro de los tractores es una variable aleatoria normal con media y varianza constantes². Ello se justifica, al menos en parte, por la existencia de muchas causales de retiro —nivel de uso, tipo de uso, grado de mantención, tipo de tractor, accidentes, etc.— por lo que se aplica el Teorema del Límite Central³.
2. El stock se mide a comienzos de cada período, mientras que las importaciones se reducen a final de año.
3. Se consideró la cifra de 22.307 tractores del

²El supuesto de μ y σ^2 constantes implica suponer que no ha habido cambio tecnológico en la duración de los tractores.

³En una publicación anterior, Edwards y Soto (1988) utilizan una curva logística para representar la distribución acumulada de retiro. La razón del cambio de distribución es la mejor justificación teórica de la normal en este caso.

CUADRO 1
IMPORTACIONES DE TRACTORES
Farm tractors imports

Año Year	Unidades Number	Año Year	Unidades Number
1943	34	1965	1.242
1944	188	1966	1.721
1945	447	1967	1.847
1946	751	1968	1.733
1947	589	1969	1.389
1948	1.625	1970	1.581
1949	1.125	1971	1.978
1950	737	1972	6.217
1951	1.896	1973	2.972
1952	1.633	1974	386
1953	1.472	1975	1.686
1954	2.351	1976	165
1955	3.333	1977	743
1956	948	1978	1.399
1957	1.641	1979	1.408
1958	1.180	1980	1.306
1959	1.717	1981	1.418
1960	908	1982	33
1961	1.555	1983	10
1962	1.222	1984	277
1963	1.572	1985	1.174
1964	1.461	1986	2.769

Fuente: Edwards y Soto (1988).

- censo de 1965 como correcta, a diferencia de la cifra de 1976 que surgirá como resultado del modelo de estimación.
4. Se consideró, en base a información proporcionada por expertos, que al menos un 94% de los tractores sigue en uso a los 5 años de edad; un 75% a los 10 años; entre un 20% y un 40% a los 20 años; y finalmente un máximo de 5% al cabo de 30 años.
 5. Dado que el stock en uso estimado para los últimos años por Edwards y Soto (1988) fue muy inferior al obtenido por las encuestas del INE, se maximizó el stock de tractores para el año 1987 que surge de los supuestos y restricciones anteriores.

En términos matemáticos lo anterior significa lo siguiente:

$$1. \text{Max } ST_{87} = \sum_{k=1943}^{1986} M(k) P(k, 1987) \\ \text{sujeto a:}$$

$$ST_{65} = \sum_{k=1943}^{1984} M(k) P(k, 1965) = 22.307 \\ P(k, k+5) \geq 0,94 \\ P(k, k+10) \geq 0,75 \\ 0,4 \geq P(k, k+20) \geq 0,2 \\ P(k, k+30) \geq 0,05$$

donde $M(k)$, $P(k, t)$, ST_{65} , ST_{87} , representan las importaciones en el año k , la probabilidad que un tractor importado en el año k esté en uso a comienzos del año t , el stock de tractores en 1965 y 1987, respectivamente.

Adicionalmente, se aproximó en el programa de optimización la función de probabilidad acumulada normal según Abramowitz y Stegun⁴.

La serie resultante se presenta en el Cuadro 2 y tiene una vida promedio de 15,8 años, lo cual está muy por encima de lo supuesto por otros autores (Jasmen, 1986; Ibáñez *et al.*, 1979).

III. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRACTORES

Desde un punto de vista conceptual existen diferencias entre la demanda por un bien de consumo y aquella de un bien durable. En este último caso, se postula la existencia de un stock deseado del bien en contraste al existente y, por tanto, de un proceso de ajuste para trasladarse del segundo al primero (Griliches, 1960; Feldstein y Auerbach, 1976).

Por ello, el intento de estimación de la demanda de tractores bajo la metodología de la demanda ordinaria equivale, en realidad, a suponer que el proceso de ajuste es instantáneo y, por lo tanto, que el stock deseado y existente son idénticos en cualquier instante del tiempo.

La demanda deseada de tractores, derivada del proceso de maximización de beneficios, depende tanto del precio del bien como de la tasa de interés (por ser un bien de capital) y del precio de insumos sustitutos y/o complementarios. Se postula una función del tipo:

$$ST_t^* = f(P_{T_t}, TIR_t, X_t)$$

donde ST_t^* es el stock deseado de tractores. P_{T_t} es el precio real de los tractores (deflactado por

⁴Ver Abramowitz y Stegun (1964), pág. 932, fórmula 8.2.19.

CUADRO 2
STOCK ESTIMADO DE TRACTORES EN USO
Farm tractor stock in use

Año Year	Unidades Number
1960	19.277
1961	19.628
1962	20.535
1963	21.022
1964	21.765
1965	22.307
1966	22.544
1967	23.172
1968	23.845
1969	24.333
1970	24.417
1971	24.638
1972	25.205
1973	29.925
1974	31.384
1975	30.249
1976	30.376
1977	28.972
1978	28.122
1979	27.901
1980	27.667
1981	27.311
1982	27.046
1983	25.392
1984	23.705
1985	22.278
1986	21.741

Fuente: Estimación propia según texto.

el Índice de Precios Agrícolas), TIR la tasa de interés real y X es un vector que representa a los otros insumos⁵. La forma funcional de la ecuación (2) que se usará es logarítmica⁶, con lo cual:

$$(2) \ln(ST_t^*) = a_0 + a_1 \ln(P_{T_t}) + a_2 TIR_t + \dots$$

Por otro lado, el proceso de ajuste se describe, siguiendo a Griliches (1960), de la siguiente manera:

⁵Se espera una relación inversa entre el stock deseado y el precio del tractor, la tasa de interés y los precios de los insumos complementarios.

⁶Hay que destacar que se trabajó además con otras funciones (lineales y semilogarítmicas), las que no aportaron mayor información al problema estudiado en un análisis preliminar.

(3) $(ST_t/ST_{t-1}) = (ST_t^*/ST_{t-1})^\beta$
donde β es un coeficiente de ajuste, que debiera encontrarse en el intervalo $[0,1]$ y que re-

presenta la velocidad de ajuste entre ambos stocks (deseado y existente). La ecuación (3) puede ser transformada a:

$$(4) \quad [\ln(ST_t) - \ln(ST_{t-1})] = \beta [\ln(ST_t^*) - \ln(ST_{t-1})]$$

Para determinar los parámetros estructurales de la demanda se combinan las ecuaciones (2) y (4). Se tiene:

$$(5) \quad \ln(ST_t) = \beta a_0 + \beta a_1 \ln(PT_t) + \beta a_2 (TIR_t) + \dots + (1 - \beta) \ln(ST_{t-1})$$

donde los " βa_1 " son las elasticidades de corto plazo en tanto que los " a_1 " representan las de largo plazo⁷ y donde $1/\beta$ corresponde a la duración media del período de ajuste.

Esta manera de modelar el ajuste supone, explícitamente, que el coeficiente de ajuste es constante. A nuestro juicio, es posible que dicho coeficiente esté influido por variables tales como la liquidez, el nivel de actividad del

sector agrícola, las expectativas, etc. También es razonable suponer que este coeficiente no sea simétrico en su comportamiento frente a alzas o bajas en la brecha entre el stock existente y el deseado.

En este trabajo se incorpora la siguiente ecuación (ver Prior, 1987) para capturar variaciones en el coeficiente de ajuste debido a restricciones de liquidez:

$$(6) \quad \beta_t = \beta_0 + \beta_1 (Z_t / (\ln(ST_t^*) - \ln(ST_{t-1})))$$

donde β_0 es el componente autónomo del coeficiente y β_1 es una función de la brecha en el stock y una variable Z_t que, no afectando el stock deseado, es capaz de captar los cambios

en la velocidad de ajuste⁸.

Bajo el supuesto de velocidad de ajuste variable la modelación final se obtiene de las ecuaciones (2), (4) y (6) tal que:

$$(7) \quad \ln(ST_t) = \beta_0 a_0 + \beta_0 a_1 \ln(PT_t) + \beta_0 a_2 TIR_t \times \dots + (1 - \beta_0) \ln(ST_{t-1}) + \beta_1 Z_t$$

En este caso de ajuste variable, el cálculo de elasticidades de corto y largo plazo se efectúa en la misma forma que en el caso de ajuste fijo, en tanto que el de la velocidad de ajuste debe

hacerse reemplazando los valores estimados de β_0 y β_1 en la ecuación (6) en conjunto con los valores de la brecha del capital y la variable Z_t .

de la estimación de la ecuación (5) que supone un parámetro de ajuste constante. Debido a que el stock está a comienzos de período las variables independientes deben ser rezagadas un período⁹.

$$\ln ST_t = 1,72 - 0,05 \ln PT_{t-1} - 0,06 TIR_t + 0,11 D1 + 0,84 \ln ST_{t-1}$$

(4,39) (-3,02) (-2,21) (4,52) (21,92)

$$R^2 \text{ Ajustado} = 0,962; \text{ Test-h de Durbin} = 0,947.$$

⁷En el caso de la tasa de interés, éstas son sólo semi-elasticidades.

⁸Es necesario decir que β_t debe cumplir con las mismas restricciones que β en el caso de ajuste fijo, o sea, debe tomar

valores entre 0 y 1.

⁹Se incluyó una variable muda (D1) para capturar las fuentes importaciones de los años 1972 y 73. Los test "t" aparecen entre paréntesis para la hipótesis nula de parámetro igual a cero.

Como se señaló en la sección anterior, se esperaba encontrar signos negativos para los coeficientes de las variables precio y tasa de interés, así como un coeficiente β entre cero y uno. Todas las variables resultan ser significativas al 1% (excepto TIR que lo es al 5%).

Debe hacerse notar que las otras variables explicativas (el stock de caballos, el precio del petróleo, etc.), cuya inclusión se justificaba desde el punto de vista teórico, resultaron no ser significativas ni individual ni colectivamente y, por lo tanto, no han sido presentadas. Este fenómeno también ocurre más adelante cuando se estima el proceso de ajuste variable.

Las elasticidades encontradas se presentan en el Cuadro 3; el valor de β es 0,16 lo que implica un período medio de ajuste de 6,25 años.

CUADRO 3
ELASTICIDADES ESTIMADAS BAJO
EL SUPUESTO DE AJUSTE FIJO

*Estimated elasticities based on a
fixed speed adjustment model*

Elasticidad Elasticity	Precio Price	Tasa de interés Interest rate
Corto Plazo	- 0,05	- 0,57
Largo Plazo	- 0,34	- 3,59

Nota: Los coeficientes estimados para la tasa de interés son semielasticidades. Para el cálculo de la elasticidad se supuso una tasa de interés real de 10% anual.

Se aprecia que la demanda, ya sea en el corto o en el largo plazo, es bastante inelástica con respecto al precio de los tractores. Este hecho contrasta con aquellas encontradas para Estados Unidos y Gran Bretaña (ver Griliches [1960] y Prior [1987]), las que tienden a ser inelásticas en el corto plazo y considerablemente elásticas en el largo plazo. Por su parte la demanda por tractores se muestra bastante elástica con respecto a la tasa de interés en el largo plazo.

B) Estimación de demanda-stock con ajuste variable

El elemento distintivo de la modelación con ajuste variable es la introducción de la variable " z ". Como se dijo, ésta ha de ser capaz de capturar la variación del coeficiente de ajuste sin estar correlacionada con ninguna de las otras variables que determinan el stock deseado. Una variable que es posible utilizar es el volumen de recursos líquidos de que disponen los productores agrícolas, con el cual idealmente se podría construir un índice de liquidez (ver Prior, 1987). Lamentablemente, en el caso chileno no es posible hacerlo dada la ausencia total de información.

Otra variable que podría ser ocupada es el PGB agrícola, el que ha sido desechado por cuanto incluye no sólo las decisiones de inversión de los productores sino, además, los efectos del clima, las plagas u otros fenómenos naturales impredecibles, en los cuales no se está interesado.

Sin embargo, una variable que no capta estos fenómenos es la superficie cultivada. Debido que hay un desfase entre el período de cultivo y el de cosecha, esta variable podría reflejar las expectativas de liquidez que tienen los agricultores al empezar el año productivo¹⁰. Dada la importancia de la maquinaria agrícola en todo el proceso triguero, se ha determinado incorporar la superficie cultivada de trigo en la construcción de la variable " z ". Esta variable presenta, además, la ventaja de ser muy volátil durante el período de análisis, lo que permite encontrar parámetros bastante más confiables que aquellos que se deducirían al utilizar una variable explicativa agregada, con poca varianza (como podría ser la superficie total de cultivos).

La variable " z " debe poseer la característica de tener una media igual a cero, con el fin que el valor medio del coeficiente de ajuste sea constante (e igual a β_0). Por este motivo se construye el siguiente índice para la superficie cultivada de trigo:

$$(9) \quad z_t = \frac{\text{SUPT}_t}{M1 - d2^* (M1 - M2)} - 1$$

¹⁰En este sentido, esta modelación supone sólo expectativas de liquidez de corto plazo (1 período).

en que:

- SUPT_t = Superficie plantada de trigo en t¹¹.
 M1 = Valor promedio de SUPT entre 1960-74.
 M2 = Valor promedio de SUPT entre 1975-86.
 d2 = 0 para 1960-74.
 1 para 1975-86.

La demanda bajo ajuste variable estimada económicamente es:

$$(10) \quad \ln ST_t = 1,42 - 0,04 \ln PT_t - 0,05 TIR_t + 0,12 DI_t + 0,10 Z_t + 0,85 \ln ST_{t-1}$$

(4,23) (-2,37) (-2,36) (5,94) (3,23) (26,59)

R^2 ajustado = 0,974 Test-h de Durbin = 0,945

Se aprecia que todas las variables son significativas y presentan el signo correcto al 95% de confianza¹².

Como se aprecia en el Cuadro 4, las elasticidades de corto plazo para precio y tasa de interés mantienen la característica de ser pequeñas, lo que implica una vez más que estamos en presencia de una demanda fuertemente inelástica.

El nuevo parámetro estimado β_1 es distinto de cero, lo que es señal de que el ajuste no se realiza en forma constante a través del tiempo sino que crece, permitiendo un ajuste más veloz, en la medida que el sector agrícola dispone de mayor liquidez.

Se aprecia que el período medio de ajuste ha tenido cinco períodos relativamente homogéneos (ver Cuadro 5). Es así como se observa en el primer quinquenio de los 70 que el stock existente tardaría, en promedio, 10 años en alcanzar el stock deseado de cada año; en cambio durante los primeros seis años de la actual década el ajuste se produciría en poco menos de cinco.

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este trabajo desarrolló una metodología para estimar en forma indirecta el stock de tractores en uso para luego proceder a estimar la demanda por los mismos. Esto último se realizó inicialmente bajo el supuesto de ajuste fijo, introduciéndose posteriormente el supuesto de

CUADRO 4
ELASTICIDADES ESTIMADAS BAJO
EL SUPUESTO DE AJUSTE VARIABLE
*Estimated elasticities based on a
variable speed adjustment model*

Elasticidades Elasticities	Precio Price	Tasa de interés Interest rate
Corto Plazo	- 0,04	- 0,51
Largo Plazo	- 0,26	- 3,57

CUADRO 5
PERÍODO MEDIO DE AJUSTE
Mean adjustment period

Período Period	Años Years
1961 - 65	5,9
1965 - 69	6,8
1970 - 74	9,5
1975 - 79	5,5
1980 - 86	4,8
1961 - 1986	6,24

Nota: El período medio de ajuste se calcula en base a la ecuación (6), tomando como base la media de la variable independiente de dicha ecuación y los parámetros de la ecuación (10).

ajuste variable para una demanda que enfrenta restricciones de liquidez.

Desde un punto de vista de interpretación de los resultados económicamente, se obtuvo una satisfactoria estimación, tanto en el caso de ajuste fijo como en el variable. Sin embargo, la estimación del stock deseado en el último caso parece más razonable atendiendo a la significancia de la variable liquidez.

El hecho que se haya encontrado elástico-

dades tan pequeñas podría ser compatible con una estructura de productores agrícolas como la que caracteriza el agro chileno. Como es sabido, en él conviven fundamentalmente dos tipos de agricultores: aquellos cuyos predios son grandes y se orientan fuertemente hacia la producción de mercado y, por otra parte, los minifundistas. Los primeros, más dotados de recursos, se ven menos influidos por el precio del tractor o la tasa de interés que por el nivel de actividad general del sector (como lo demuestra la alta variabilidad del período de ajuste). Por otro lado, los minifundistas tampoco reaccionan mucho a cambios en precio o tasa de

interés, básicamente debido a su escasa dotación de recursos (ausencia de garantías reales, reducido acceso al crédito, etc.), confinándose por lo tanto su acceso sólo al mercado de tractores de segunda mano. Ambos comportamientos hipotéticos inducen una demanda por tractores nuevos en general inelástica como la que se ha obtenido.

Por último, a manera de posibles extensiones del estudio, debería investigarse la introducción de un modelo de expectativas para el precio de los tractores y la tasa de interés, así como el uso de otras variables proxy de la liquidez del sector.

REFERENCIAS

- ABRAMOWITZ, H. y I. STEGUN. 1964. Handbook of Mathematical Functions. National Bureau of Standards, Applied Mathematics Series N° 55.
 EDWARDS, G. y R. SOTO. 1988. Análisis e Inversión en el Sector Agrícola, Evolución y Perspectivas. Proyecto CORFO-DEA, Pontificia Universidad Católica de Chile.
 FELDSTEIN, M. y A. AUERBACH. 1976. Inventory Behaviour in durable goods manufacturing: The target adjustment model. Brookings Papers in Economic Activity.
 GRILICHES, Zvi. 1960. The demand for Durable Inputs: Farm tractors in the U.S.A. 1921-1957. En: The demand for durable goods (A.C. Harberger, ed.), Chicago University Press.

- IBÁÑEZ, M., E. HETZ, L. CONCHA, F. ROJAS y R. CELIS. 1976. Mecanización Agrícola en Chile. Universidad de Concepción.
 I.N.E. 1969. "IV Censo Nacional Agropecuario", 1969.
 JASSEN, A. 1987. Bases para una política nacional de mecanización agrícola. Centro de Estudios del Desarrollo.
 MADDALA, G.S. 1985. Econometría. McGraw-Hill.
 PRIOR, M.J.A. 1987. A method for estimating the demand for agricultural machinery in the United Kingdom. Journal of Agricultural Economics.

¹¹El índice ha sido ajustado para capturar el cambio estructural que se produjo a fines de 1973 en el sector triguero.

¹²Estimaciones preliminares de este trabajo hasta 1988 sugieren que los parámetros estimados bajo el supuesto de ajuste variable pueden ser poco robustos.

NOTA DE INVESTIGACIÓN

DETERMINACIÓN RÁPIDA DE AZÚCARES
RESIDUALES EN EL VINO¹FAST METHOD FOR THE DETERMINATION OF
RESIDUAL SUGARS IN WINE

EDMUNDO BORDEU Y CARMEN PÉREZ

Departamento de Fruticultura y Enología

Facultad de Agronomía

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 6177, Santiago

SUMMARY

The determination of residual sugars at the end of the fermentation is essential to evaluate the future wine stability. A very simple method, based on tablets ("Clinitest" M.R.) used by diabetics to determine their urine sugar levels was essayed in wine.

The tablets react with the two main residual sugars in wine, glucose and fructose and also with pentoses. Saccharose is not detected.

Trials in wine showed the method gives equivalent results than the traditional Fehling method and provides enough precision for the objective proposed.

INTRODUCCIÓN

En Chile para establecer si un vino ha tenido una fermentación completa, normalmente, se utiliza la determinación de la densidad. En general, se consideran como densidades normales de una fermentación finalizada 0,990 a 0,993 en blancos y 0,993 a 0,995 en tintos (15°C).

Sin embargo, la desaparición completa del azúcar por la fermentación alcohólica, que es extremadamente importante para la buena conservación del vino, indica con mayor precisión que la fermentación ha finalizado.

El método de Fehling, utilizado en Chile para la determinación de azúcares reductores, es relativamente engorroso, incómodo y requiere de experiencia para una adecuada precisión. Por esta razón, pocas bodegas utilizan la

determinación de azúcares residuales para confirmar el fin de la fermentación.

Este artículo pretende divulgar un método rápido y sencillo para la determinación de azúcares residuales basado en tabletas como "Dextrochek" (M.R.) o "Clinitest" (M.R.) que son usadas por los diabéticos para controlar el nivel de azúcar.

Estas tabletas, esencialmente constituidas de sulfato de cobre, hidróxido de sodio, carbonato de sodio y ácido cítrico, producen una rápida reacción exotérmica y un cambio de color de la solución, de azul a anaranjado, proporcionalmente a la concentración de azúcares (Laboratorio Miles, S.F.).

Este método rápido de determinación de azúcares residuales es utilizado en el Departamento de Viticultura y Enología de la Universidad de California, Davis (Kunkee, 1984).

¹Resultados parciales de proyecto financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondecyt 89-805).

MATERIALES Y MÉTODOS

Técnica del método

A base de las instrucciones que acompañan a las tabletas Clinistest (M.R.), para la determinación de azúcar en orina (Laboratorio Miles, S.F.), se adaptó la metodología que a continuación se describe.

Dependiendo de la concentración de azúcar que se presume en el vino, se deben agregar los volúmenes que se indican en el Cuadro 1 a un tubo de ensayo.

Enseguida, se agrega la tableta al tubo, se forma una viva reacción con ebullición y coloración de la solución. Quince segundos después que la ebullición ha finalizado se agita suavemente el tubo y se compara el color con una tabla que contiene una escala de 6 colores que dará los valores aproximados de azúcar residual en el vino expresados como porcentaje. (0%: 0 g/l; 1/4%: 2,5 g/l; 1/2%: 5 g/l; 3/4%: 7,5 g/l; 1%: 10 g/l; 2%: 20 g/l).

De acuerdo a las instrucciones, no se deben considerar los cambios de color posteriores a los 15 segundos. Sin embargo, la lectura puede realizarse con tranquilidad ya que el color de la solución permanece estable por suficientemente tiempo.

Las pruebas se realizaron utilizando un gotario corriente, entregando un volumen de aproximadamente 0,6 ml por cada 10 gotas. El uso de pipetas u otro material para agregar las gotas puede afectar los resultados obtenidos. Las pipetas Pasteur, por ejemplo, entregan un volumen inferior por gota (0,35-0,4 ml/10 gotas):

CUADRO 1
VOLÚMENES DE VINO Y AGUA A EMPLEAR EN LA
DETERMINACIÓN RÁPIDA
DE AZÚCARES RESIDUALES

Volumes of wine and water to use for the
rapid determination of residual sugars

Concentración Estimada	Volumen a agregar		Dividir resultados de la tabla por:
g/l	Vino	Agua destilada	
	gotas	gotas	
> 20	5	10	—
2,5 - 20	10	5	2
< 2,5	15	0	3

Utilizando las instrucciones recién descritas se realizó la determinación de azúcares residuales en varias muestras de vino por varios operadores que no tenían experiencia previa con el método.

A base de los resultados obtenidos y por comparación con el método de Fehling, oficial en Chile, se calculó la precisión y exactitud del método propuesto.

Además, se realizaron ensayos con soluciones de diferentes azúcares en agua para establecer el espectro de reactividad de las tabletas Clinistest (M.R.).

El método de Fehling fue aplicado de acuerdo a la descripción de Ureta (1984) y los cálculos de precisión y exactitud según la metodología propuesta por Blouin (1977).

RESULTADOS

Estimación de la precisión del método

Se entiende como precisión a la capacidad de repetición de las medidas y que lleva al valor promedio. Se puede apreciar la precisión de un método por la estimación estadística de su reproductibilidad. Para esto se determinó la cantidad de azúcar residual sobre una misma muestra de vino por distintos operadores (10) calculándose la desviación estándar y el coeficiente de variación de los resultados obtenidos. A partir de estos datos se dedujo el intervalo de confianza dado por el método, la precisión y, finalmente, el número mínimo de medidas necesarias para obtener el resultado con una precisión dada (Cuadro 2) (Blouin, 1977).

CUADRO 2
RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE AZÚCARES
REDUCTORES DE UN VINO POR 10 DIFERENTES OPERADORES
UTILIZANDO TABLETAS CLINISTEST (M.R.)*

Results obtained by 10 different analysts in the
determination of residual sugars in a wine

Operador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Concentración Estimada g/l	1,9	1,9	3,2	2,5	2,5	3,2	3,2	2,5	3,8	2,5
Promedio										2,71
Desviación estándar (n - 1):										0,61
Coeficiente de variación: (%)										22,6
Intervalo de confianza:										2,27-3,14
Precisión (%):										16,0

*El vino contiene 3 g/l, de acuerdo al método de Fehling.

A base de estos resultados, para obtener la concentración de azúcar exacta $\pm 0,5$ g y con un nivel de confianza del 95%, se requeriría efectuar 8 lecturas y promediarlas. Sin embargo, si se aumenta el rango a ± 1 g, bastaría efectuar 2 lecturas.

Cabe señalar, además, que de los 10 operadores sólo 2 habrían concluido que el vino estaría en el límite de considerarse un vino totalmente seco; todos los demás concordaron en que el vino aún contenía algo de azúcares fermentables.

Estimación de la exactitud del método

La exactitud de un método se puede estimar comparando sus resultados con los de otro método seguro o considerado como tal, ya que la exactitud es la medición del verdadero valor. En este caso, se comparó con el método de Fehling empleando el test de "T" de Student-Fischer y el test "F" de Snedecor. Los análisis se realizaron sobre 12 distintas muestras de vino, por un mismo operador (Cuadro 3).

El test de "T" permite decidir si estadísticamente los dos métodos son diferentes y el test de "F" permite afinar los resultados al comparar si las varianzas son estadísticamente diferentes y, así, determinar cuál método es más preciso.

A base de los resultados obtenidos, con un 95% de seguridad puede afirmarse que ambos métodos dan resultados equivalentes y pueden utilizarse indistintamente.

Reactividad con distintos tipos de azúcares

Los resultados obtenidos con soluciones a 5 g/l de distintos azúcares, confirman que las tabletas sólo reaccionan con los azúcares reductores. La sacarosa a esa concentración no es detectada, como tampoco lo sería por el método de Fehling. En el caso de sacarosa agregada al vino, o el mosto, sólo sería detectada con posterioridad a su hidrólisis en glucosa y fructuosa.

Tanto la glucosa como la fructuosa, solas o en combinación (50/50) y también 2 pentosas (arabinosa y xylosa) reaccionan con las tabletas y dan resultados similares, si se toma en cuenta la diferencia de estequiometría derivada del menor peso molecular de las pentosas. (La tabla de colores estaría calculada a base de glucosa).

Necesidad de decoloración en vinos tintos

A pesar de que Schopfer (1971) recomienda la decoloración previa en el caso de vinos tintos, los ensayos hechos en los 6 tintos del

CUADRO 3
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE
AZÚCARES DE 12 DIFERENTES VINOS MEDIANTE
EL MÉTODO DE FEHLING Y EL MÉTODO RÁPIDO
UTILIZANDO TABLETAS CLINITEST (M.R.)

Sugar concentrations in 12 different wines using the
Fehling Method and a fast method using
Clinitest (M.R.) tablets

Muestra	Tipo vino	Gramos/litro de azúcar	
		Método Fehling	Método rápido
1	blanco	6,10	5
2	blanco	5,10	5
3	blanco	6,80	5
4	blanco	6,60	5
5	blanco	1,40	1,3
6	blanco	1,44	1,3
7	tinto	3,00	3,8
8	tinto	2,60	2,5
9	tinto	2,75	3,1
10	tinto	1,50	1,9
11	tinto	1,70	1,9
12	tinto	1,60	1,9
Promedio		3,38	3,13 N.S.*
Varianza		4,62	2,41

* N.S.: Diferencia no significativa de acuerdo al test "T" de Student-Fischer al 5%.

Cuadro 2, con y sin decolorar, en un rango de concentración de azúcar de 1,6 a 3 g/l dieron resultados idénticos, por lo que esta precaución no sería necesaria.

Empleo de tiras reactivas

Es necesario tener presente que existen otros sistemas utilizados por los diabéticos para determinar el nivel de azúcar, basados en reacciones enzimáticas específicas con la glucosa, que en el vino entregan resultados erróneos, ya que no incluye la fructuosa residual.

CONCLUSIÓN

El método descrito entrega resultados equivalentes al considerado de referencia, método de Fehling, y presenta un nivel de precisión compatible con un objetivo simple como es controlar el nivel de azúcares residuales en el vino.

Desde un punto de vista práctico, el método

es extremadamente simple, barato y rápido (menos de un minuto por análisis), por lo que podría aplicarse sin problemas, incluso en un período tan agitado como la vendimia.

RESUMEN

La determinación de los azúcares residuales en un vino es esencial para evaluar su estabilidad. Se probó en el vino un método muy simple basado en tabletas (Clinitest M.R.) usadas por diabéticos para controlar su nivel de azúcar.

Las tabletas reaccionan con los dos principales azúcares residuales del vino, glucosa y fructosa, así como también con las pentosas. La sacarosa, por su carácter no reductor, no es detectada.

Ensayos en diferentes vinos probaron que el método da resultados equivalentes al método de Fehling y con una suficiente precisión para el objetivo planteado.

LITERATURA CITADA

- BLOUIN, J. 1977. Manuel pratique d'analyses des moûts et des vins. Chambre d'agriculture de la Gironde. Bordeaux, Francia.
- KUNKKE, R. 1984. Laboratorio III. Wine-Yeast Fermentations. Instrucciones curso Viticulture and Enology 217. Universidad de California, Davis.
- LABORATORIOS MILES, (S/F) Ames Company. Cli-

nitest. Instrucciones para el diabético. México, D.F.

SCHOPFER, J. 1971. Determination rapide du sucre résiduel dans les vins par la méthode du Clinitest. Révue Suisse de Viticulture et Arboriculture. Vol. 3 Nº 2.

URETA, F. 1984. Manual de Análisis de Vinos. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, 301 p.

NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

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 ajustarse a las normas de publicaciones de la Revista y estarán sujetos a revisión por el Comité Editor o la persona que éste designe, antes de ser publicados.

Cada artículo debe constar de las siguientes partes: a) Título; b) Autor; c) Institución o unidad académica en que se realizó el trabajo; d) Resumen; 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 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 microfotografías debe indicarse en la leyenda. Cuadros, cuadros, gráficos, etc., deben ser dibujados en cartulina con tinta china negra (no se 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 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 identificadas con letras en forma individual para cada uno. Significación 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 (Sección 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 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 esté dado en el mismo orden. Sólo la primera palabra y los nombres propios comienzan con letras mayúsculas. En caso de libros, comienzan con mayúsculas los sustantivos o adjetivos sustantivados. También se anota la edición, la editorial y la ciudad de publicación. La abreviación de una revista sólo 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 explicarlo. Cuando se utilizan gráficos, cuadros, etc., deben ser claros, simples, concisos. Se debe seleccionar el mínimo de datos necesarios para explicar los puntos que se desea enfatizar y así pueda ser analizado con facilidad. Los títulos principales irán en mayúsculas, no seguidos de punto y coma. La 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 significación y deben ir acompañados de notas al pie de la página. Para marcar otras notas al pie del cuadro deben usarse letras minúsculas elevadas. Evítase 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 prueba de significación entre varios valores se indican en Snedecor (1953), 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, debiendo hacerse dos ejemplares de cada uno. Las fotografías deben tener buenos contrastes. Los mosaicos fotográficos deben presentarse montados sobre hoja de papel, totalmente terminados, con leyendas y numeración. Deben entregarse en hojas separadas marcadas con: Figura y su respectiva ubicación al inglés, subrayada.

Material de estadísticas: Las tablas deben ser usadas cuando los lectores necesitan números exactos o cuando el material no puede ser explicado. 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 arábigos. Las desviaciones siempre en singular. Agradecimientos deben aparecer en la primera página como nota al pie del autor. Por cada número se considerarán 10 separatas (apartados) en forma gratuita. Cada separata adicional deberá pagarse de acuerdo a los costos del momento.