CL ISSN 0037 - 5403

SIMIENTE

EN ESTE NUMERO

03 1998
UNIVERSIDAD DE ... BIBLIOTECA R. RUY BARBOSA CIENCIAS AGRARIAS

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Estimación del Potencial Melífero y Polinífero de la Vegetación Natural de Ambiente Mediterráneo.
Gallardo P., Luis Faúndez Y., Myrna Johnston B. ____ 5

CONTRIBUCIONES DE INTERES ESPECIAL

Técnicas Biotecnológicas Aplicadas al Mejoramiento Genético de Plantas.
Carlos Muñoz S., Nicole Hewstone O. ____ 18

Desarrollo de la Ganadería Caprina en la IV Región de Coquimbo: Paquete Tecnológico para Mejorar Producción y Calidad de la Leche y del Queso.
Patricio Azócar C., Manuel Saavedra C. ____ 31

Acción del Bromuro de Metilo Sobre el Ozono Estratosférico y sus Consecuencias sobre la Agroindustria Chilena.
Margarita Préndez B., Basilio Carrasco ____ 46

VOL.65 DICIEMBRE 1995 N° 4

Sociedad Agronómica de Chile

BARBOS
AGRARIAS Y FORE

SIMIENTE
FUNDADA EL 1° DE OCTUBRE DE 1942

ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD AGRONOMICA DE CHILE
VOL. 65 - DICIEMBRE DE 1995 - N° 4

Director: INGENIERO AGRONOMO
GUSTAVO SARAVIA IGLESIAS

Sub-Director: INGENIERO AGRONOMO
HÉCTOR NÚÑEZ PEREZ

COMITE EDITOR

Ing. Agr. Ph.D. **René Cortázar Sagarmínaga** Ing. Agr. **Guillermo García Díaz**
Ing. Agr. **Adriana Ramírez Sánchez**

Inglés técnico : Ing. Agr. Dr. **Hiram Grove V.**
Prof. de Inglés, **Nora Sepúlveda S.**

SOCIEDAD AGRONOMICA DE CHILE

Fundada el 28 de agosto de 1910

CONSEJO DIRECTIVO 1995 - 1996

Consejero Honorario	:	Ing. Agr. Sr. **Mario Astorga Cartes**
Presidente	:	Ing. Agr. Sr. **Sergio González Espoz**
1° Vicepresidente	:	Ing. Agr. Sr. **Horst Berger Stumpe**
2° Vice-presidente	:	Ing. Agr. Sr. **Agustín Aljaro Uribe**
Secretario-Tesorero	:	Ing. Agr. Sr. **Héctor Núñez Pérez**
Prosecretaria	:	Ing. Agr. Sra. **Rina Acuña Parra**

CONSEJEROS

Ing. Agr. Sra. **Alicia Bruna V.**
Ing. Agr. Dr. **Alberto Cubillos P.**
Ing. Agr. Srta. **Elena Dagnino D.**
Ing. Agr. Sr. **Moisés Escaff G.**
Ing. Agr. Sr. **Eleodoro Fuentes P.**
Ing. Agr. Sra. **Silvia Gálves A.**
Ing. Agr. Dr. **Hiram Grove V.**
Ing. Agr. Sr. **Gamalier Lemus S.**
Ing. Agr. Dr. **Carlos Muñoz S.**
Ing. Agr. Sr. **Victor Navia G.**
Ing. Agr. Sra. **Blancaluz Pinilla C.**
Ing. Agr. Sra. **Adriana Pinto A.**
Ing. Agr. Sra. **Adriana Ramírez S.**
Ing. Agr. Sr. **Gabino Reginato M.**
Ing. Agr. Sr. **Gustavo Saravia I.**
Ing. Agr. Sr. **Jorge Valenzuela B.**

SIMIENTE Publicación Trimestral - Suscripción en el país 1995-96: Anual $6.000; número suelto $1.500. Alumnos Agronomía: suscripción anual $4.000: número suelto $1.000. Extranjero: Anual US$ 35, franqueo aéreo certificado US$10; surface mail US$4. Dirección y Administración: Mac-Iver 120, Of. 36; Casilla 4109, Teléfono/Fax: (02) 6384881, Santiago, Chile.
NOTA IMPORTANTE: Los valores están afectos al 18% de impuesto fiscal, IVA.

INDICE

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Estimación del Potencial Melífero y
Polinífero de la Vegetación Natural de Ambiente Mediterráneo.
Gallardo P., Luis Faúndez Y., Myrna Johnston B. 5

CONTRIBUCIONES DE INTERES ESPECIAL

Técnicas Biotecnológicas Aplicadas
al Mejoramiento Genético de Plantas.
Carlos Muñoz S., Nicole Hewstone O. 18

Desarrollo de la Ganadería Caprina en la IV Región de Coquimbo:
Paquete Tecnológico para Mejorar Producción
y Calidad de la Leche y del Queso.
Patricio Azócar C., Manuel Saavedra C . 31

Acción del Bromuro de Metilo Sobre el Ozono Estratosférico
y sus Consecuencias sobre la Agroindustria Chilena.
Margarita Préndez B., Basilio Carrasco. 46

INDICE DEL VOLUMEN 65 55

INDICE

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Estimación del Potencial Melífero y
Polinífero de la Vegetación Natural de Ambiente Mediterráneo.
Gallardo P., Luis Faúndez Y., Myrna Johnston B. 5

CONTRIBUCIONES DE INTERES ESPECIAL

Técnicas Biotecnológicas Aplicadas
al Mejoramiento Genético de Plantas.
Carlos Muñoz S., Nicole Hewstone O. 18

Desarrollo de la Ganadería Caprina en la IV Región de Coquimbo:
Paquete Tecnológico para Mejorar Producción
y Calidad de la Leche y del Queso.
Patricio Azócar C., Manuel Saavedra C . 31

Acción del Bromuro de Metilo Sobre el Ozono Estratosférico
y sus Consecuencias sobre la Agroindustria Chilena.
Margarita Préndez B., Basilio Carrasco. 46

INDICE DEL VOLUMEN 65 55

ESTIMACION DEL POTENCIAL MELIFERO Y POLINIFERO DE LA VEGETACION NATURAL DE AMBIENTE MEDITERRANEO

MARIO GALLARDO P., LUIS FAUNDEZ Y., MYRNA JOHNSTON B.
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile[1]

RESUMEN

Se propuso estimar el potencial de la vegetación natural con valor melífero y/o polinífero. Ésta se evaluó en una cuenca de 818 ha ubicadas en los 33°28' lat. S y 70°51' long. O, entre octubre y mayo de 1991/92. Se estimó el potencial apícola en dos niveles de percepción: especie y comunidad. A nivel de especies se utilizó un modelo que permite estimar la producción de miel y polen, la que se complementó con la densidad de cada especie para expresarla en kilogramos por unidad de superficie. A nivel de comunidad se realizó una cartografía vegetacional para obtener el cubrimiento y distribución porcentual de las especies, registrándose, además, el período de floración para determinar la época de disponibilidad de dicho potencial. El potencial melífero y/o polinífero resultó más alto en Quillaja saponaria, la que fue principalmente pecoreada para néctar. El más bajo fue Proustia spp. pero de importancia relativa, por florecer a fin de temporada, como única fuente de alimento para Apis mellifera. Echinopsis chilensis sólo tuvo relevancia en la producción de polen atrayendo a las pecoreadoras de él. El mayor potencial apícola para el período estudiado se da desde mediados de noviembre a fines de diciembre.

ABSTRACT

ESTIMATION OF HONEY-BEARING AND POLLINIFEROUS POTENTIAL OF MEDITERRANEAN NATURAL VEGETATION

The honey and polliniferous potential of natural plants were evaluated in a 818 ha watershed, located at La Rinconada Agricultural Experiment Station (33°28' S lat and 70°51' W long), from October 1991 to May 1992. The apicultural potential was evaluated at two levels of perception: species and community. At the species level, the model used allowed the estimation of honey and pollen production, which was complemented with the density of each species, to express it in kilograms by area unit. At the community level, a vegetational cartography was performed to obtain the coverage and percentage distribution of species. Also, the flowering period was recorded to determine the availability of such potential. The honey and/or polliniferous potentials proved to be highest in Quillaja saponaria, which was foraged mainly as nectar. They were lowest in Proustia spp., but with a relative importance since this species flowers in the late-season, thus becoming the only food source for Apis mellifera. Echinopsis chilensis was important only in pollen production and this attract foragers. The greatest apicultural potential for the period studied occurs from mid-November to late-December.

[1] Casilla 1004, Santiago

INTRODUCCION

El estudio de la vegetación en Chile tiene relevancia por su variada gama de situaciones ecológicas y por el gradiente de diversidad florística a lo largo y ancho del país (Etienne y Contreras, 1981). Dentro de esta concepción, la vegetación se considera como variable sintética de las características ambientales y del grado de intervención antrópica (Long, 1974; citado por Etienne y Prado, 1982), contribuyendo la cartografía vegetacional a determinar y delimitar unidades de vegetación y a conocer sus componentes florísticos, su estructura y funcionamiento general (Etienne y Contreras, 1981).

La vegetación natural es uno de los recursos más importantes para la apicultura nacional, tanto por su aporte en las materias primas que componen la producción de miel y polen, como por su abundancia. Además, la apicultura es una actividad que no degrada dichos recursos y permite utilizar muchas especies o comunidades que, por su ubicación geográfica y topográfica, no tienen otro uso agroforestal, así como diversificar las que tienen otras opciones.

El conocer el comportamiento de la vegetación permite desarrollar en la apicultura técnicas de manejo más eficientes. Por ello, cualquier programa de producción apícola requiere establecer prioritariamente la cantidad y calidad potencial de la flora. Sólo una vez asegurada la existencia de fuentes de néctar y polen podrán iniciarse los estudios pertinentes que determinen la factibilidad económica de dicha actividad (CORFO, 1980).

Por tal razón, resulta necesario conocer el potencial apícola de una flora, tanto a nivel predial como regional, para optimizar la explotación de los recursos vegetacionales existentes, los cuales, según CORFO (1980), se estarían subutilizando por parte de la apicultura.

Una población vegetal puede tener importancia apícola expresada a través del valor melífero y/o polinífero. Para determinarlo, deben considerarse en forma conjunta las principales variables, como la producción de néctar o polen por individuo, la concentración del néctar y el cubrimiento de las poblaciones de especies valiosas en la comunidad. También, se deben considerar la época de floración, los requerimientos nutricionales de las abejas y las características cualitativas del néctar y del polen, pudiendo estas variables alterar la preferencia de las abejas (Gallardo, 1993).

El potencial de producción de azúcares de una planta puede calcularse midiendo la cantidad de néctar que secreta en un período dado, multiplicándolo por su porcentaje de concentración de azúcar. A pesar que cada factor puede variar considerablemente, el resultado es generalmente constante y característico para cada especie (Gojmerac, 1984). Al igual que el néctar, el polen está presente en la flor solamente en ciertos períodos y su presencia se debe sincronizar con la del néctar, ya que este último es la principal preferencia para los insectos (Faegri y Van der Pijl, 1971).

En una investigación previa a este trabajo, se propuso un modelo para estimar el potencial melífero y polinífero de las especies que integran la flora (Gallardo, 1993), el que está representado por dos ecuaciones lineales, que son:

$$P_1 = Q_1 * N * C * K_1 \qquad (1)$$

donde:
P_1 = Potencial de producción de miel (g)
Q_1 = Producción de néctar por flor (µ)
N = Cantidad de flores por individuo
C = Concentración de néctar (°Brix)
K_1 = Constante (0,0017), transforma el néctar a miel

$$P_2 = Q_2 * N * K_2 \qquad (2)$$

donde:
P_2 = Potencial de producción de polen (g)
Q_2 = Producción de polen por flor (mg)
N = Cantidad de flores por individuo
K_2 = Constante (0,00088), reduce la humedad del polen a 4%

En consecuencia, el objetivo del presente estudio fue estimar el potencial melífero y polinífero de las especies dominantes con valor apícola de la vegetación natural para el sector Quebrada de la Plata (Maipú, Santiago).

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo entre octubre de 1991 a mayo de 1992, en la Quebrada de la Plata ubicada en la Estación Experimental Agronómica, La Rinconada de Maipú (33°28' lat. S y 70°51' long. O).

Se efectuó una descripción de la vegetación mediante el método fitofisonómico, denominado cartografía de ocupación de tierras, descrito por Etienne y Prado (1982), orientado a las especies melíferas y/o poliníferas. Se obtuvo así el cubrimiento y la distribución porcentual de la vegetación por unidad de superficie, tanto para las especies dominantes como para aquellas de importancia apícola.

El área cartografiada cubrió una superficie de 818 ha. El nivel de percepción empleado en este estudio fue el predial. Se emplearon fotografías aéreas en blanco y negro escala 1:30.000 del Servicio Aéreo Fotogramétrico de la Fuerza Aérea, tomadas en 1980. La información obtenida en terreno fue simplificada y las unidades vegetacionales traspasadas a una escala 1:12.500.

Las especies se eligieron a base de las preferencias de las abejas, dentro de aquellas que florecieron durante la temporada estudiada y se excluyeron las que presentaron flores muy pequeñas que imposibilitan la recolección del néctar. Considerando estas características se seleccionaron tres tipos biológicos, caracterizados en la metodología cartográfica descrita por Etienne y Prado (1982).

Así, las especies incluidas en este estudio correspondieron a: leñosos altos: *Quillaja saponaria* Mol. (quillay); leñosos bajos: *Proustia cuneifolia* (D. Don) (huañil) y *Proustia cinerea* D. Don (palo de yegua), y suculentas: *Puya berteroana* Mez. (chagual) y *Echinopsis chilensis* (Colla) Freidr. et Rowl. (quisco).

En cada especie se seleccionaron 10 unidades muestrales equivalentes a un individuo, las que se distribuyeron de modo de cubrir la variabilidad de cada especie en función del cubrimiento, exposición y posición topográfica que correspondía a cada unidad vegetacional determinada en la cartografía.

También se registró el inicio y el término del período de floración en antesis, para determinar en qué época está disponible el potencial productivo de miel y polen. La unidad muestral correspondió al número de abejas que accedía a 0,25 m^2 de superficie floral accesible por minuto, con cuatro repeticiones elegidas en sectores con sobre el 50% de flores abiertas para cada individuo. También se determinó la mayor o menor presencia de pecoreadoras en ellas.

Para determinar la cantidad de flores por individuo, se efectuó un submuestreo en tres estratos, eligiéndose ramas orientadas a los puntos cardinales; en cada uno de los cuadrantes resultantes, se muestreó el 10% de la floración respectiva. El néctar se extrajo de 12 flores de cada individuo, utilizando microcapilares Drummond, y su concentración se determinó usando un refractómetro manual. Para obtener el polen, se recolectaron submuestras de 5 flores por individuo, extirpándoles las anteras para ser contadas y pesadas, luego se removió el polen de éstas para obtener, por diferencia, el peso fresco del polen.

Cada una de las variables se sometió a la prueba de "t de Student" para ver si existían diferencias significativas entre los promedios de las especies estudiadas. Cuando ellas fueron estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes, se calculó el coeficiente de variación. Además se calcularon las ecuaciones de regresión y las correlaciones existentes entre cubrimiento y potencialidad productiva de miel y polen.

Todas las mediciones requeridas en cada ecuación se llevaron a cabo cuando la población de cada especie se encontró en alrededor de un 50 % de floración, lo que se determinó visualmente.

Para determinar la densidad vegetacional de cada especie, se demarcaron parcelas de 2.500 y 650 m^2, dependiendo del porcentaje de cubrimiento y de la distribución de las cinco especies de interés apícola estudiadas, obteniéndose así el número de individuos por unidad de superficie.

Utilización del modelo

Para expresar el potencial productivo por unidad de superficie (kg/ha), se multiplicó el valor determinado en cada una de las ecuaciones ya mencionadas ((1) $P_1 = Q_1 * N * C * K_1$ y (2) $P_2 = Q_2 * N * K_2$) por la densidad que presenta la especie, establecida en función de los distintos cubrimientos de las especies con valor apícola, presentes en las unidades vegetacionales detectadas en las cartografía vegetacional (Gallardo, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSION

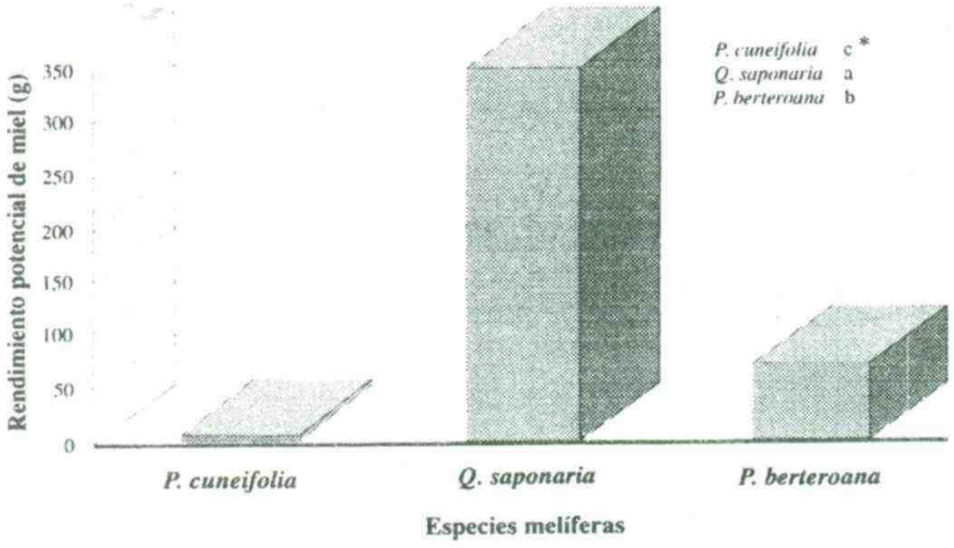
Los resultados se presentan a dos niveles de percepción. A nivel de especie, se estimó el potencial productivo de miel y polen por individuo, empleando el modelo propuesto por Gallardo (1993), y se midió el grado de preferencia de *Apis mellifera*, con respecto a las especies estudiadas. A nivel de comunidad se consideró la densidad de cada especie, el período de floración de su población y la cartografía vegetacional. Estos se integran con los primeros para estimar el potencial total de producción de miel y polen para la cuenca.

Potencial de producción por individuo de cada especie

El potencial de producción de miel por individuo se puede apreciar en la Figura 1. Las tres especies melíferas estudiadas presentaron diferencias altamente significativas, destacando *Q. saponaria* que tuvo la mayor producción, como consecuencia de su alta concentración de azúcares en el néctar (38,2 °Brix) y también de su elevado número de flores por individuo (19.882).

P. berteroana mostró una producción inferior a pesar de tener una gran cantidad de néctar por flor (289 µl), pero posee la más baja concentración de azúcar, con sólo 13 °Brix y un reducido número de flores por individuo (1.164). El potencial más bajo lo presentó *P. cuneifolia*, a pesar de contar con el mayor número de flores por individuo (25.500).

El potencial productivo de polen a nivel de individuo para las cinco especies, muestra que *Q. saponaria* y *P. berteroana* tuvieron las mayores producciones de polen por individuo, diferentes entre sí (Figura 2). Ello se debe, principalmente, a que la primera especie presentó una



(*) Letras iguales en la leyenda indican que no son estadísticamente diferentes entre sí para $P \leq 0,05$.

FIGURA 1. Estimación del potencial de producción de miel en especies dominantes con valor apícola.

gran cantidad de flores, en cambio, la segunda mostró una alta producción de polen por flor. *E. chilensis* tuvo un menor potencial, a pesar de presentar la mayor producción de polen por flor, porque tenía la menor cantidad de flores por individuo (29). Estas especies presentaron diferencias altamente significativas.

Las dos especies de *Proustia* mostraron los menores potenciales productivos de polen, sin diferencias significativas entre ellas, debido principalmente a su escasa producción de polen por flor (0,0055 y 0,01 mg, respectivamente).

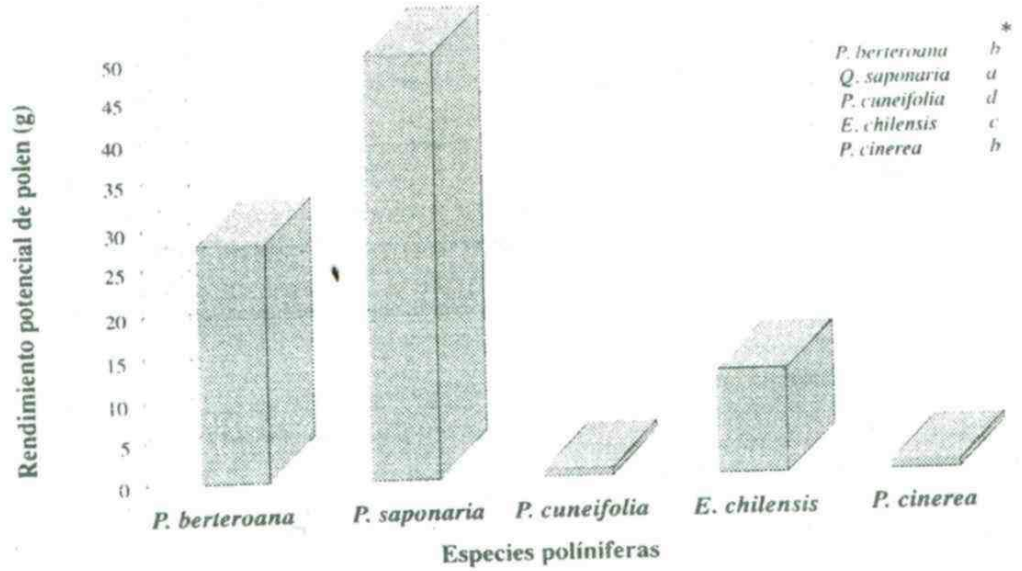
Período de floración

El período de floración de las especies se extendió desde los primeros días de noviembre de 1991 a la primera semana de abril de 1992, siendo diferente para cada especie (Figura 3).

Navas (1973), señala que *P. berteroana* tiene sólo un período de floración al año, de octubre a diciembre. Sin embargo, en el presente estudio se observaron dos períodos de floración: el primero se produjo a comienzo de noviembre hasta la primera semana de diciembre, y el segundo desde la cuarta semana de enero hasta la tercera semana de febrero. Este último sólo presentó un 30% de la floración del primero. El mayor porcentaje de floración para el primer período se registró en la cuarta semana de noviembre y para el segundo, en la primera semana de febrero (Figura 3). La actividad de pecoreo para el primer período comenzó cuando la población registró un 20% de floración; en cambio, para el segundo período esto ocurrió desde su inicio, lo que hace pensar en la existencia de distintos factores de preferencia de las abejas por estos períodos, los que se analizarán más adelante.

En *E. chilensis* se produjo el mayor porcentaje de flores en la primera quincena de diciembre (Figura 3), y se registraron pecoreadores de polen desde el comienzo del período de floración hasta su término.

En *Q. saponaria* se observaron pecoreadoras de néctar durante todo el período de floración; en cambio, las pecoreadoras de polen se registraron sólo en la primera quincena de diciembre, coincidiendo con el período de mayor porcentaje de flores en antesis.



(*) Letras iguales en la leyenda indican que no son estadísticamente diferentes entre sí para $P \leq 0,05$.

FIGURA 2. Estimación del potencial de producción de polen por individuo de cada especie.

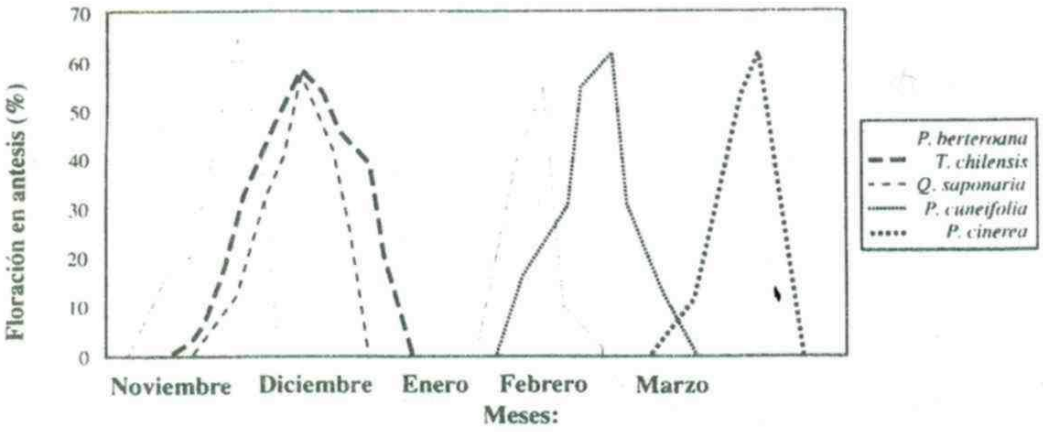


FIGURA 3. Períodos de floración de cada una de las especies estudiadas.

P. cuneifolia tuvo el mayor porcentaje de flores en la tercera semana de febrero. El pecoreo de néctar y polen comenzó con un 30% de floración y cesó cuando quedaba un 20% de ella.

P. cinerea manifestó una floración altitudinalmente diferida, la que comenzó en las partes altas de las laderas para finalizar en las bajas. El mayor porcentaje de flores en antesis correspondió a la cuarta semana de marzo. Se observaron pecoreadoras de polen a partir de un 20% de floración hasta su término.

Densidad de cada especie en función del cubrimiento

La Tabla 1 muestra la densidad de cada especie por hectárea, en función de los distintos cubrimientos que éstas presentan en las unidades vegetacionales cartografiadas.

P. cuneifolia tuvo la mayor densidad por hectárea en los tres cubrimientos en que se encontró presente, pero es la menos frecuente en la cuenca, a diferencia de *P. cinerea* que presentó una densidad algo menor, pero fue más frecuente. En ninguna se registraron índices de cubrimiento 1, lo que significa que cuando estas especies están presentes tienen sobre un 5% de cubrimiento, lo cual es importante porque dichas especies presentaron bajos potenciales de producción de miel y de polen a nivel de individuo, lo que estaría compensado por una mayor cubierta.

Las dos suculentas,*P. berteroana* y *E. chilensis*, presentaron densidades altas y parecidas, pero poco frecuentes en la comunidad vegetacional, encontrándose normalmente asociadas a las laderas más xéricas (expuestas al norte).

Q. saponaria tuvo la menor densidad, pero presentó un rango mayor de cubrimiento, siendo la más frecuente de las especies con valor apícola.

Potencial de producción de miel y de polen en función del cubrimiento

El potencial productivo de miel y polen por hectárea para cada especie, se obtiene al multiplicar la densidad de la especie (Tabla 1) por su potencial productivo de miel y polen por individuo (Figuras 1 y 2). Esto permite comparar, para una misma superficie, las producciones entre especies que presentan los distintos cubrimientos.

En las cinco especies se obtuvo altos coeficientes de determinación (R^2) al relacionar la producción de miel y polen en kg/ha con el cubrimiento (Tabla2), indicando que la variabilidad de la respuesta de la producción de miel y polen, estuvo explicada sobre un 98% por el cubrimiento. Por lo tanto, sólo bastaría utilizar el cubrimiento para estimar la producción de miel o polen/ha.

En la figura 4 se observa que *P. berteroana* tuvo el mayor potencial productivo de miel en kg/ha para las cuatro primeras clases de cubrimientos. Esto se debió principalmente a la alta densidad que presenta por hectárea en comparación con *Q. saponaria* que tuvo una menor densidad y producción, a pesar de presentar un mayor potencial productivo por individuo.

P. berteroana también alcanzó el mayor potencial productivo de polen/ha, por las mismas razones (Figura 5).Comparativamente, *E. chilensis* presentó un potencial productivo algo inferior, debido a su menor producción de polen por individuo.

Ambas especies de *Proustia* presentaron nuevamente el menor potencial productivo de miel y polen en kg/ha, a pesar de presentar las mayores densidades de plantas por hectárea, lo que se explica principalmente por sus comportamientos individuales (Figura 1 y 2).

Estos resultados, confirman que las producciones de miel y de polen tienen un incremento exponencial a medida que aumenta el cubrimiento.

Cantidad de pecoreadoras de néctar y polen

Para efectos comparativos, los resultados del número de abejas pecoreadoras se agruparon en dos períodos de floración, primavera y verano (Figura 6 y 7), debido a que la época de floración sería uno de los factores que afectan la preferencia de las pecoreadoras, como lo señalan Heinrich y Raven (1972).

En la primavera *Q. saponaria* fue la especie de mayor preferencia, en relación con la primera floración de *P. berteroana* (Figura 6). Como lo señalan Southwick *et al* (1981) y Whitney (1984), estas diferencias se podrían deber, principalmente, al diferente costo energético para obtener los azúcares, haciendo que fuentes de gran volumen

TABLA 1. **Densidad de vegetación (individuos/ha) en función de las clases de cubrimiento por especie.**

	Cobertura					
	1	2	3	4	5	6
Especie	1-5%	5-10%	10-25%	25-50%	50-75%	75-90%
P. berteroana	48	112	304	528	-	-
Q. saponaria	6	12	20	4476	76	121
P. cuneifolia	-	192	512	928	-	-
T. chilensis	48	116	360	-		-
P. cinerea -	128	288	592	960	960	-

TABLA 2. **Ecuaciones de regresión y sus coeficientes de determinación de la producción de miel y polen por hec-táreas en función del cubrimiento**

Especie		R^2 %	Ecuación
P. berteroana	miel	98,83	$Y = \exp^{(0,5224 + 0,0192 * X)}$
	polen	98,83	$Y = \exp^{(0,4797 + 0,0192 * X)}$
Q. saponaria	miel	99,48	$Y = \exp^{(0,0135 + 0,0087 * X)}$
	polen	99,65	$Y = \exp^{(-2,3404 + 0,0179 * X)}$
P. cuneifolia	miel	99,21	$Y = 0,01352 * X^{1,[illegible]}$
	polen	99,13	$Y = 0,00094 * X^{1,[illegible]}$
T. chilensis	polen	99,49	$Y = \exp^{(-1,[illegible] + 0,0073 * X)}$
P. cinerea	polen	98,52	$Y = \exp^{(-0,0193 - 0,0523 * X)}$

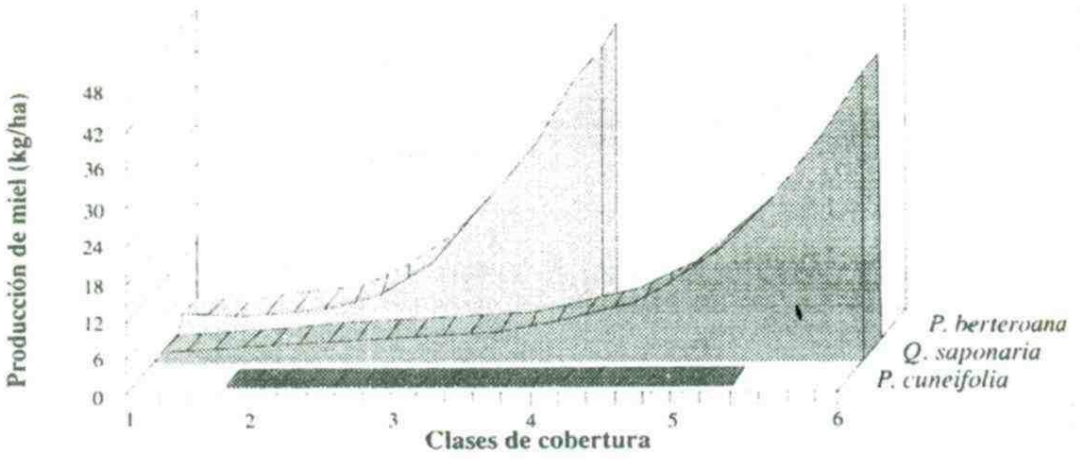


FIGURA 4. Estimación de potencial de producción de miel en función del cubrimiento para cada especie

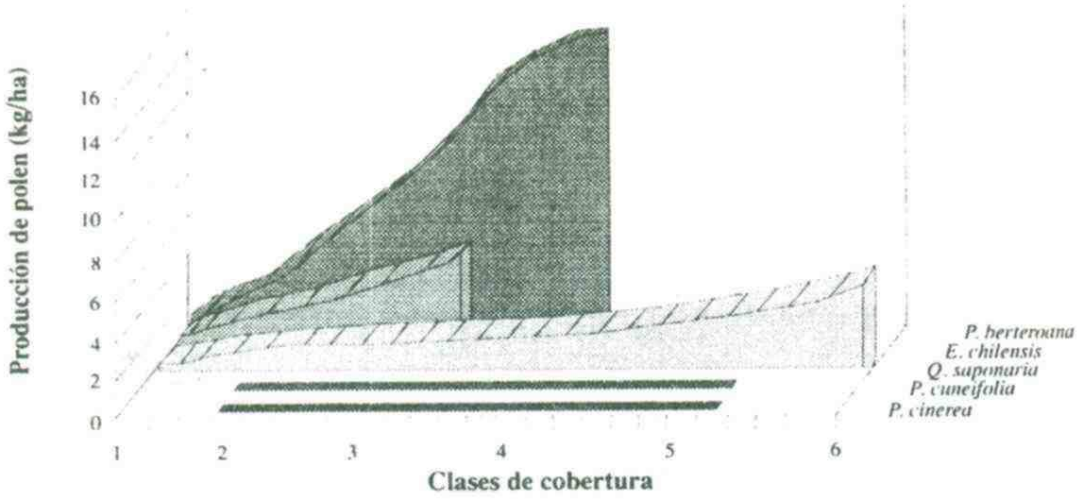
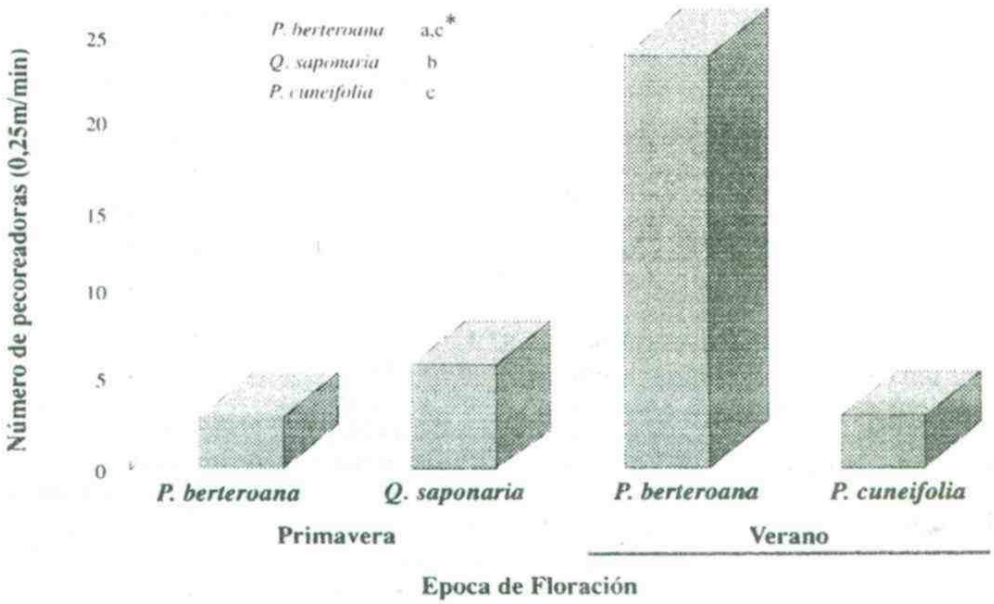


FIGURA 5. Estimación del potencial de producción de polen en función del cubrimiento para cada especie.

de néctar pero diluido (ej. *P. berteroana*), sean menos preferidas que aquellas con menor volumen pero más concentrado, como el caso de *Q. saponaria*, y siempre que éstos no sean tan reducidos como ocurre en *P. cuneifolia*. Además, se deben considerar que las colmenas tienen altos requerimientos energéticos en este período de activo desarrollo, lo que estaría influyendo en las preferencias por un néctar más concentrado.

En el período de verano, *P. cuneifolia* fue la menos preferida para néctar. Como señala Whitney (1984) esto puede deberse a su reducida producción y, según Heinrich y Raven (1972), a flores pequeñas que dificultan el pecoreo de los insectos visitantes; sin embargo, serían atraídas por su fuerte fragancia, que es uno de los factores de preferencia de las abejas según Faegri y Van der Pijl (1971). En cambio, la segunda floración de *P. berteroana* (en verano), presentó la mayor preferencia porque sería la fuente de néctar más abundante en ese período. Esto podría explicar la preferencia diferenciada de las abejas en el tiempo para una misma especie.



(*) Letras iguales en la leyenda indican que no son estadisticamente diferentes entre si para P ≤ 0,05.

FIGURA 6. Número de pecoreadoras de néctar en cada especie, según la estación de floración.

La mayor preferencia por polen la presentó *E. chilensis* (Figura 7), debido a su alto potencial productivo de polen y a su floración primaveral que coincide con los mayores requerimientos proteínicos de la colmena, como consecuencia de la gran cantidad de estados larvarios, estimulando una mayor actividad pecoreadora de polen, como señala Dietz (1975). Aunque *P. cinerea* presentó una preferencia equivalente a *E. chilensis*, tuvo uno de los potenciales productivos de polen más bajos (Figuras 2 y 5). Ello se atribuye a que esta especie floreció a fines del verano, cuando no hay otras fuentes de polen o son escasas y éste es aún necesario para la colmena.

Existe un hecho que debería considerarse al estudiar la preferencia de las abejas por néctar, polen o ambos, en las distintas especies. Por ejemplo, en *E. chilensis* y *P. cinerea* sólo el polen fue pecoreado, debido a que la secreción de néctar fue muy escasa o no accesible a las abejas. En cambio, en las demás especies, ellas prefirieron tanto su néctar como su polen.Según Rallo (1986), el néctar podría actuar como un "distractor" en desmedro de la recolección de polen en aquellas especies donde las abejas tienen la posibilidad de recolectar ambos recursos, ya que preferentemente pecorean néctar.

P. berteroana obtuvo para sus dos épocas de floración el mismo nivel de preferencia de polen, y a pesar de haber obtenido el mayor potencial productivo de polen en kg/ha, mostró una preferencia menor. Algo similar ocurrió con *Q. saponaria* que tuvo la menor preferencia. Esto indica que la magnitud de la producción de polen no es un factor fundamental en la preferencia de las abejas, la que podría estar afectada por otros aspectos como es el valor proteínico del polen (Rallo, 1986).

P. cuneifolia también presentó una baja preferencia. Ésta se debería a su escaso potencial productivo de polen y, posiblemente, a que el segundo período de floración del chagual compitió con esta especie por la preferencia de las abejas.

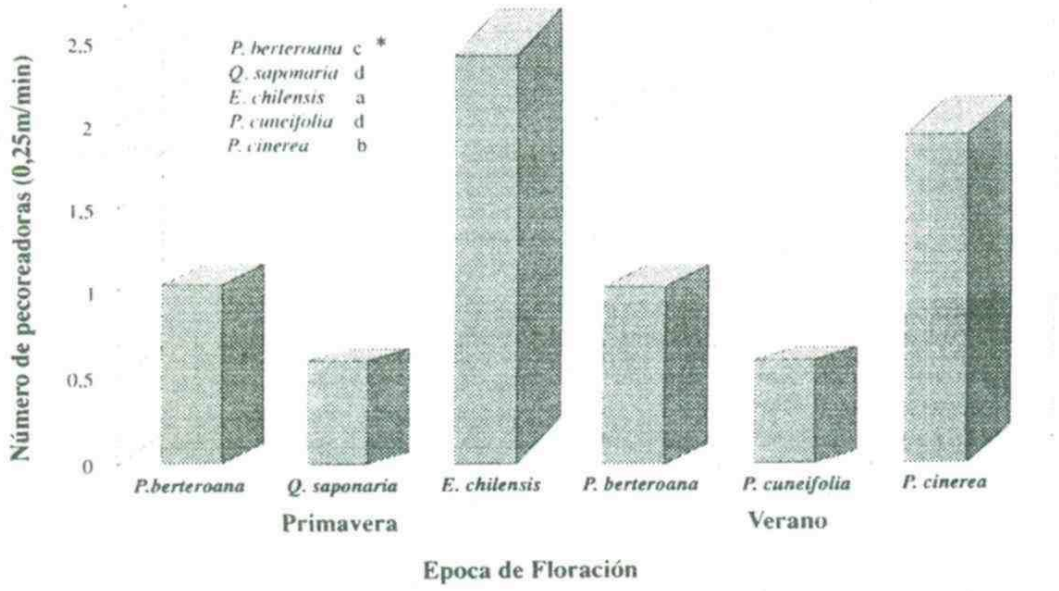
Iturriaga *et al* (1992), empleando otra metodología y objetivos, también comprobaron que no había relación entre la disponibilidad de especies y su utilización por las abejas, sino más bien existiría una relación preferencial, por factores desconocidos, para la colecta del polen.

Información cartográfica

Se cartografió la cuenca de 817,84 hectáreas determinándose 133 unidades vegetacionales, de las cuales sólo en 118 se encontró una o más especies de las cinco estudiadas. Este nivel de información permite conocer la distribución y cubrimiento de la vegetación con interés apícola. Se observó que *P. berteroana* y *E. chilensis* se encuentran distribuidas preferentemente en los faldeos expuestos al norte de la cuenca, mientras que las demás especies se distribuyeron en ambas exposiciones. La especie más frecuente fue *Q. saponaria*, especialmente en la mesoexposición sur.

Al establecerse la superficie de cada unidad vegetacional con interés apícola y multiplicarla por el potencial de miel o polen expresado en kg/ha, se obtuvo la contribución total con que cada una de las especies estudiadas participa en la producción con respecto al total aportado por la cuenca.

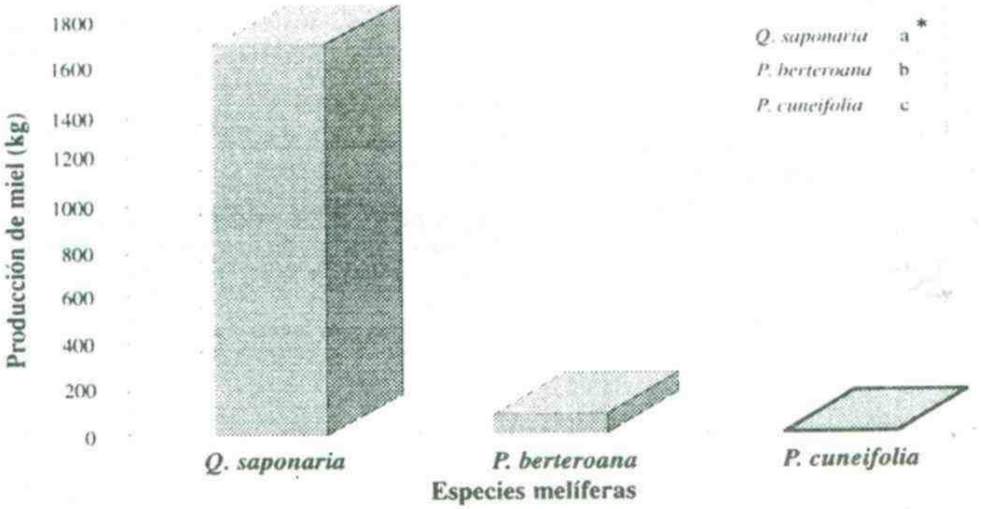
Las tres especies melíferas tendrían un potencial productivo total de miel para la cuenca de 1.835,54 kg. En la Figura 8 se observa que *Q. saponaria* constituyó la principal fuente de miel, con el 93,6% de la producción total; en cambio, *P. berteroana* y *P. cuneifolia* tendrían el menor aporte (6,2 y 0,19%, respectivamente). Según estos resultados y por ser la especie más preferida para néctar, *Q. saponaria* tendría el mayor valor melífero. Sin embargo, la importancia melífera de *P. cuneifolia* y de *P. berteroana* (segunda floración) reside en que entregan néctar en una época donde no hay otras fuentes que lo aporten.



(*) Letras iguales en la leyenda indican que no son estadísticamente diferentes entre sí para P ≤ 0,05.

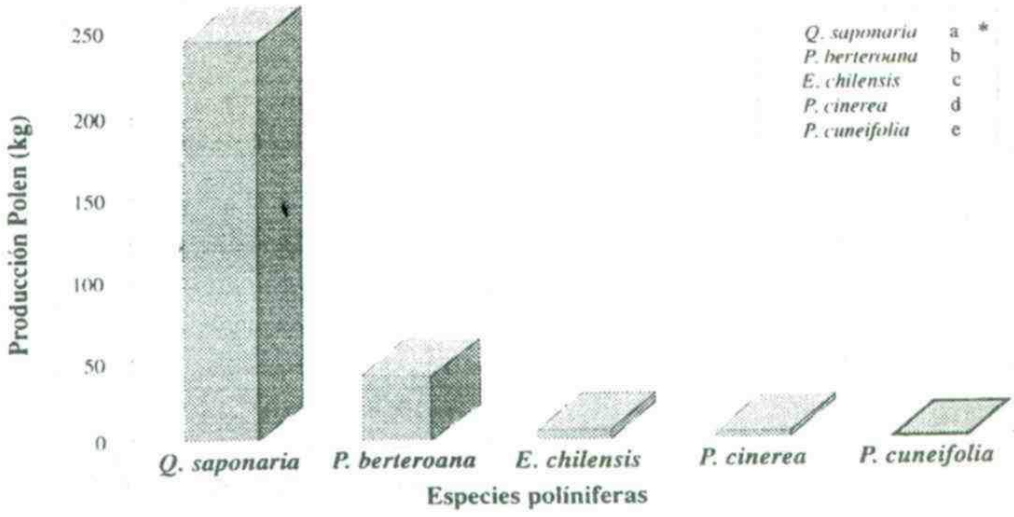
FIGURA 7. Número de pecoreadoras de polen en cada especie, según la estación de floración.

A partir de la contribución de las cinco especies poliníferas estudiadas, se obtuvo el potencial productivo total de polen (302,6 kg) para la cuenca, destacándose el quillay con el 83,75% de la productividad total; los aportes de *P. berteroana* y *E. chilensis* son mucho menores (13,76 y 2,26%, respectivamente), y los más bajos correspondieron a *P. cinerea* y *P. cuneifolia* con el 0,17 y 0,04%, respectivamente (Figura 9). Sin embargo, el polen de *Q. saponaria* no es utilizado en cantidades importantes por las abejas, que prefieren pecorear su néctar. Por consiguiente, las especies en que mejor se aprovecharía la producción de polen serían en *E. chilensis* y *P. cinerea*, pues fueron las preferidas por las abejas.



(*) Letras iguales en la leyenda indican que no son estadísticamente diferentes entre sí para P ≤ 0,05.

FIGURA 8. Contribución en kilos de miel de las tres especies melíferas al potencial productivo total.



(*) Letras iguales en la leyenda indican que no son estadísticamente diferentes entre sí para P ≤ 0,05.

FIGURA 9. Contribución en kilos de polen de las cinco especies poliníferas al potencial productivo total.

Además, el principal aporte de miel y polen correspondió a la mesoexposición sur de la cuenca con 87 y 79%, respectivamente, debido a que presenta una mayor densidad y cubrimiento de especies melíferas y poliníferas, en especial *Q. saponaria*. Sin embargo, la menor producción de polen de la mesoexposición norte es significativa, por ser principalmente aportado por *E. chilensis* y *P. cinerea*, siendo estas especies más preferidas por las pecoreadoras de polen.

Como se desprende de la Figura 10, el principal aporte de miel y de polen se produce desde la segunda quincena de noviembre a fines de diciembre, debido a la floración de *Q. saponaria*, *E. chilensis* y, a la primera floración de *P. berteroana*.Un segundo aporte de ambas producciones se observó durante febrero, como consecuencia, de la segunda floración de *P. berteroana* y *P. cuneifolia*.Este último aporte es importante, porque son la única fuente de hidratos de carbono y proteínas, en un momento en que las especies con valor apícola que florecen son escasas.

En cambio, en la primera semana de enero el escaso aporte de polen fue producto del término de la floración de *E. chilensis*. Durante la segunda y tercera semana de enero ninguna especie aportó néctar ni polen. Es importante detectar los períodos en primavera y verano en que las abejas presentan inactividad como consecuencia de la escasez de esos recursos. Ello permite programar en mejor forma el manejo, por ejemplo evitando realizar la cosecha de miel en esos períodos porque aumenta la agresividad de las abejas y se puede fomentar el pillaje o robo de miel a las colmenas más débiles.

Los resultados de la presente investigación permiten concluir que:

- El modelo empleado, apoyado en la cartografía de vegetación, sirve para estimar el potencial melífero y/o polinífero de las especies dominantes con valor apícola, lo cual proporciona un antecedente más para la toma de decisiones en el manejo de los recursos.

- *Q. saponaria*, presentó el mayor potencial melífero y polinífero de la cuenca; sin embargo, desde el punto de vista apícola, sólo tuvo el mayor valor melífero, mientras que el *E. chilensis* tuvo el mejor valor polinífero.

- No se observó una relación directa entre el potencial productivo de polen de una especie con su grado de preferencia por las pecoreadoras de polen; en cambio, sí lo hubo con respecto al potencial productivo del néctar.

- Existen especies que son pecoreadas preferentemente por su néctar como fue el caso de *Q. saponaria*, *P. berteroana* y *P. cuneifolia*; en cambio otras lo son exclusivamente por su polen como sucediera con *E. chilensis* y *P. cinerea*.

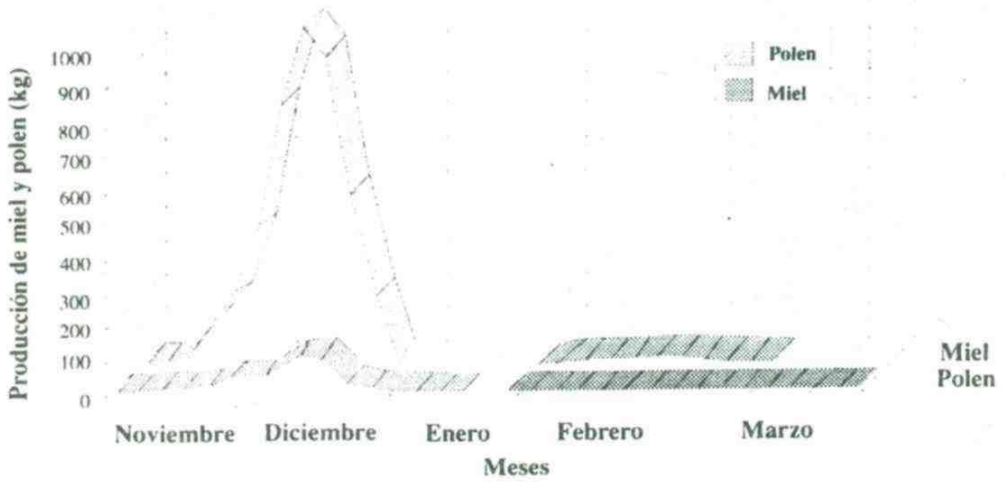


FIGURA 10. Variación de la potencialidad productiva de miel y de polen, en el período de estudio.

LITERATURA CITADA

CORFO. 1980. Situación y perspectivas de la apicultura nacional.Servicio de Cooperación Técnica,Santiago,Chile.150 p.

Dietz,A. 1975. Alimentación de las abejas meliferas adultas, p. 173-211. *In*: Dadant e Hijos (Eds). La colmena y la abeja melifera. 4 ed. Ed.Hemisferio Sur,Montevideo,Uruguay.936 p.

Etienne, M. y Contreras, D. 1981. Cartografía de la vegetación y sus aplicaciones en Chile. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Veterinarias. Boletín Técnico N°46. 27 p.

Etienne, M. y Prado, C.1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Santiago, Chile.Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Ciencias Agrícolas N°10. 120 p.

Faegri, K. and Van der Pijl, L.1971. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, New York, USA. 291 p.

Gallardo, M. 1993. Proposición de un modelo y evaluación de las variables para estimar el potencial melífero y polinífero de la vegetación para la apicultura.Tesis Ing.Agr. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. 73 p.

Gojmerac, W. 1984. Evolución de la industria apícola.Bilbao, España. Banco de Bilbao. Boletín de Información Agraria N°93. 131 p.

Heinrich, B. and Raven, P.1972. Energetics and pollination ecology:the energetics of pollinator may havewide implications in floral biology and community ecology.Science 176: 597-602.

Iturriaga, L.; Ávila, G.;Gómez, M. y Montenegro, G. 1992. Especies vegetales utilizadas como fuente de polen por *Apis mellifera* en la región mediterránea subhúmeda de Chile. Simiente 62(1):19:23.

Navas, L. 1973. Flora de la cuenca de Santiago de Chile. Ed. Universidad de Chile, Santiago, Chile. V. 1. 301 p.

Rallo, J. 1986. Frutales y abejas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Publicaciones de Extensión Agraria, Madrid, España. 231 p.

Southwick, E., Loper, G. and Sadwick, S. 1981. Nectar production, composition, energetics and pollination attractiveness in spring flowers of western New York. Amer. J. Bot. 68(7): 994-1002.

Whitney, G.1984. The reproductive biology of raspberries and plant - pollination community structure. Amer. J. Bot. 71(7): 887-894.

TECNICAS BIOTECNOLOGICAS APLICADAS AL MEJORAMIENTO GENETICO DE PLANTAS

CARLOS MUÑOZ S., NICOLE HEWSTONE O.

CRI La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias[1]

RESUMEN

Para el mejoramiento genético de las plantas cultivadas es necesario primero coleccionar y/o crearla variabilidad, luego combinar ésta utilizando diversos métodos, para luego seleccionar los individuos que presenten los caracteres agronómicos de interés. Por último, se hace necesario multiplicar los individuos seleccionados y comercializar las nuevas variedades para su uso por los agricultores. La biotecnología puede ser utilizada como un complemento del mejoramiento genético tradicional, acelerando o facilitando las tareas en cada una de las etapas descritas. En el presente trabajo, se describen las técnicas biotecnológicas que han sido utilizadas para el mejoramiento genético de nuevos cultivares en los últimos años.

ABSTRACT

BIOTECHNOLOGICAL TECHNIQUES APPLIED TO PLANT BREEDING

Plant breeding is usually accomplished by first collecting existing genetic variability and/or by creating variability when this does not exist. Then, this variability is combined using different methods, and individuals with desired agronomic characters are selected. Finally, selected individuals are then multiplied and marketed for use by farmers. Plant biotechnology can be used as a complement to traditional breeding or may provide new means to accomplish tasks that could not be done using conventional breeding methods. This paper describes the biotechnological techniques that have been used for breeding new cultivars in recent years.

[1] Casilla 439, Correo 3, Santiago

INTRODUCCION

El mejoramiento genético de plantas ha sido realizado por el hombre desde antes del conocimiento de las leyes de la genética. Sus objetivos básicos han sido aumentar los rendimientos, bajar los costos de producción, mejorar la calidad de los productos e incorporar áreas con limitaciones al cultivo productivo.

Para cumplir con estos objetivos los mejoradores generalmente utilizan una metodología que tiene las siguientes etapas:

1. Colección y/o creación de la variabilidad. En la naturaleza existe casi toda la variabilidad que el hombre necesita para el mejoramiento, sin embargo, ella está geográficamente dispersa, lo que hace necesario reunirla en colecciones o bancos de germoplasma desde los cuales el mejorador puede tomarla y utilizarla en mejoramiento. Cuando no existe variabilidad, ella puede ser creada, recurriendo a técnicas mutagénicas.

2. Combinación de la variabilidad existente. La variabilidad presente en diferentes individuos, hay que combinarla en uno solo.Para ello se realizan cruzamientos sexuales entre individuos con características agronómicas específicas, con la esperanza de que en alguno de los descendientes aparezcan los caracteres de interés combinados.

3. Selección de los individuos con caracteres agronómicos de interés. La selección se hace en poblaciones relativamente grandes, de difícil manejo, por observación directa de los caracteres de interés.

4. Multiplicación de los individuos seleccionados. Para que los individuos seleccionados puedan ser útiles, ellos deben ser multiplicados y puestos a disposición de los agricultores.

5. Distribución y comercialización de las nuevas variedades generadas. La biotecnología puede ser utilizada en cada una de las etapas descritas, con el objeto de acelerar el proceso de producción de nuevas variedades o de facilitar su multiplicación y comercialización; por lo tanto, ella no reemplaza al mejoramiento genético tradicional, sino que es un complemento cada vez más indispensable de éste.

A continuación se describe, resumidamente, de qué manera la biotecnología puede ser utilizada en cada una de las etapas del proceso de producción de nuevas variedades.

COLECCION Y/O CREACION DE LA VARIABILIDAD

Intercambio de Germoplasma

Las técnicas de cultivo de tejidos han facilitado enormemente el intercambio de germoplasma, particularmente en especies de propagación vegetativa. Esto se debe a que las técnicas de cultivo *in vitro*, por lo general, garantizan la sanidad del material, especialmente en cuanto a su contaminación con hongos y bacterias, disminuyendo el rigor de las medidas cuarentenarias de post -entrada. Una de las primeras especies en que se realizó intercambio de germoplasma *in vitro* fue en espárrago (Khan, 1976). El Centro Internacional de la Papa (CIP), utiliza esta técnica en forma casi rutinaria para intercambio de germoplasma, asegurando así la distribución de material libre de enfermedades (Withers, 1983). En Chile se ha utilizado la técnica para el intercambio de germoplasma de ajo (Muñoz *et al*, 1988).

Conservación de Germoplasma

La conservación *in vitro* de germoplasma es un método muy eficiente para la conservación de algunas especies, ya que tiene un costo más reducido, se pueden manejar colecciones más grandes porque ocupan menos espacio y son de más fácil acceso para los mejoradores (Withers, 1983). La conservación de germoplasma puede hacerse a temperaturas bajas, en soluciones nutritivas de mantención (Wilkins *et al*, 1982; Bhat y Chandel, (1993), o puede recurrirse a la criopreservación, que es la conservación a ultra baja temperatura (Steponkus, 1985). Todas estas técnicas están particularmente adaptadas para especies de propagación vegetativa. Importantes centros internacionales están trabajando en la conservación de germoplasmas básicos usando estas técnicas (Cassava, el CIAT; papa y camote, el CIP). La zanahoria (*Daucus carota*) ha sido la planta modelo utilizada para desarrollar los métodos de criopreservación (Roca, 1985), pero ya se ha extendido el uso de esta técnica a muchas

especies tales como *Solanum* spp. (Harding y Benson, 1994), *Asparagus officinalis, Cichorium intybus, Pisum sativum, Ipomoea batatas* y muchas otras especies hortícolas y frutícolas (Withers, 1992).

Variabilidad somaclonal

Las plantas propagadas *in vitro* no siempre son iguales a la planta madre, lo cual es una desventaja desde el punto de vista de la micropropagación, pero una ventaja para la creación de nuevas variedades. Esta variabilidad representa una nueva forma de mutagénesis, pero que difiere en cuanto al tipo de variabilidad que es posible lograr mediante radiaciones ionizantes o mutagénesis química. En este caso, se trata de rescatar la variabilidad naturalmente existente en un tejido determinado y que se produce durante el proceso de diferenciación, a medida que se van acumulando errores durante la duplicación del material genético (Scowcroft y Larkin, 1982).

Esta variabilidad, sumada a aquella producida por el efecto mutagénico de algunos componentes del medio de cultivo, constituye la llamada variabilidad somaclonal (Larkin *et al*, 1985). Esta variabilidad ofrece la posibilidad de obtener cambios en uno o pocos caracteres de un buen cultivar, sin alterar el resto del genotipo.Desgraciadamente, en algunos no es heredable (Rao *et al*, 1993)

En ajo (*Allium sativum*) se ha estudiado la variabilidad somaclonal como un interesante método de mejoramiento genético, ya que producen poliploides y aneuploides como resultado del cultivo *in vitro* (Novak,1984).El tomate (*Lycopersicon lycopersicum*) ha sido una de las especies en que se ha tratado de establecer las bases genéticas de la variación somaclonal (Evans, 1984), donde las variantes se han usado para el mejoramiento (Barden *et al*, 1986; Evans, 1987) y donde se han hecho estudios comparando la variabilidad somaclonal con la mutagénesis química inducida (Gavazzi *et al*,1987). Estudios similares a los realizados en tomate se han efectuado en papa (Evans *et al*, 1986; Ramulu, 1986, Jones, 1987).En apio (*Apium graveolens*) por otra parte, se ha utilizado la variabilidad somaclonal para buscar resistencia a *Fusarium oxysporum* (Heath-Pagliuso *et al*, 1988; Toth y Lacy, 1991) y en tomate, a cáncer bacterial (Bulk *et al*, 1993).

Mutagénesis *in vitro*

La mutagénesis convencional tiene la desventaja que muchas veces se producen quimeras (individuos compuestos de células de composición genética distinta), que deben separarse en sus distintos componentes antes de poder utilizar el material generado. Debido a que tanto la organogénesis como la embriogénesis *in vitro* tienen un origen unicelular, el quimerismo no es un problema con la mutagénesis *in vitro*, por lo cual la técnica tiene una clara ventaja sobre la mutagénesis tradicional (Broertjes, 1982).

Las especies en que la mutagénesis *in vitro* ha sido empleada exitosamente incluyen al apio (*Apium graveolens*)(Merrick y Collin,1981; Orton, 1985) y a la papa (*Solanum tuberosum*) (Glimelius,1988),especialmente para obtener resistencia a enfermedades.En tomate,Evans (1984) obtuvo nuevas líneas con mayor pigmentación.

Poliploidía

Un ejemplo del uso de la ploidía es en la producción de sandías (*Citrullus lanatus*) triploides, las cuales no poseen semillas. Esta característica se obtiene al cruzar individuos diploides con tetraploides.Los triploides podrían micropropagarse directamente, pero el procedimiento es costoso. Por otra parte, la propagación de los tetraploides por semillas es difícil, ya que se producen pocas semillas y con bajo vigor y viabilidad.El cultivo *in vitro* puede usarse para la clonación de genotipos tetraploides y la obtención de éstos mediante tratamientos con colchicina de los individuos diploides (Ng, 1986). En melón (*Cucumis melo*) se puede proceder de igual forma y, de hecho se han obtenido individuos tetraploides por embriogénesis somática, los que serán usados para producir melones triploides, sin semilla (Adelberg *et al*,1993).

COMBINACION DE LA VARIABILIDAD

CRUZAMIENTOS DISTANTES

La naturaleza ha creado una serie de barreras que impiden el cruzamiento entre especies distintas, lo que imposibilita el libre flujo de genes de una especie a otra. Muchas veces, sin embargo,los mejoradores necesitan transferir genes de una especie a otra para poder traspasar caracteres de importancia agronómica.Existen actualmente una serie de técnicas que facilitan de manera considerable el traspaso de genes entre especies y aún entre géneros distintos, lo que abre nuevas posibilidades al mejoramiento genético de algunas especies.Algunas de estas técnicas son:

Rescate de embriones inmaduros

Consiste en cultivar *in vitro* el embrión recién formado en un medio nutritivo específico. Con ello es posible llevar hasta la madurez plantas que bajo condiciones naturales estarían destinadas a abortar (Raghavan y Srivastava, 1982). Se ha usado esta técnica en la obtención de resistencia a virosis al hibridizar especies resistentes con especies susceptibles de mayor valor económico, como *Lycopersicon peruvianum* x *L. lycopersicum*, donde se obtuvo resistencia al virus del mosaico del tabaco (TMV) (Laterrot, 1973). En *Vigna mungo* x *V. radiata* se obtuvo resistencia al virus del mosaico amarillo de la remolacha (BYMV) (Glosal y Bajaj, 1983) y en caso de *Cucurbita ecuadorensis* x *C. pepo* se logró traspasar resistencia a 3 virus (CMV, WMV, ZYMV) (Dumas de Vaulx y Pitrat, 1980). Otro uso importante de esta técnica ha sido el mejoramiento genético para la obtención de plantas haploides, a través de la eliminación de los cromosomas de uno de los progenitores, en especies donde el cultivo de anteras o polen no ha sido exitoso, o ha sido muy dependiente del genotipo. Especialmente se ha usado esta técnica en cereales, trigo x maiz, para la obtención de haploides de trigo (*Triticum aestivum*) (Laurie y Bennett, 1987; Laurie y Bennett, 1988; Suenaga y Nakajima, 1989) y cebada (*Hordeum vulgare*) cruzándola con *Hordeum bulbosum* (Pickering, 1989; Chen y Hayes, 1989).

Fusión de protoplastos

Los protoplastos son células vegetales desprovistas de pared celular. Protoplastos de especies distintas, cultivados en un mismo medio, pueden ser inducidos a unirse mediante el uso de impulsos eléctricos (electroporación) o utilizando Polietilenglicol (PEG) (Glimelius, 1988). Estas células unidas pueden, en algunos casos, dividirse y llegar a regenerar una planta completa, formando lo que se conoce como un híbrido simétrico. En otros casos, durante las divisiones sucesivas de los protoplastos unidos, se van eliminando total o parcialmente los cromosomas de uno de los padres, dando origen a los llamados híbridos asimétricos. Estos últimos son de gran utilidad tanto en el mejoramiento de plantas (líneas de adición), como en estudios conducentes al mapeo de genes (Rao, 1982; Glimelius, 1988).

También, utilizando la fusión de protoplastos, se pueden obtener los llamados cíbridos, que son individuos con el citoplasma de una especie y el núcleo de otra distinta. Estos cíbridos tienen particular utilidad para combinar genes extranucleares,es decir, aquellos que se encuentran en los mitocondrios y plastidios. Uno de estos genes es el responsable de la macho esterilidad citoplasmática, característica de mucha utilidad en la obtención de híbridos F1 (Galun, 1982).

Algunos cruzamientos interespecíficos obtenidos mediante la fusión de protoplastos son: *Solanum sisymbrifolium* x *S. melongena* donde se obtuvo resistencia a nemátodos para esta última especie (Gleddie *et al*, 1986). Para la obtención de cíbridos, se cruzó *Lycopersicon lycopersicum* x *L. pennellii* pretendiendo traspasar de este último la macho esterilidad citoplasmática al tomate (O'Connell y Hanson, 1985). En *Solanum tuberosum* x *S. brevidens* y *S. tuberosum* x *S. phureja* se obtuvo resistencia a PLRV y a *Phytophtora infestans*, respectivamente (Glimelius, 1988; Xu y Pehu, 1993; Polgar *et al*, 1993). En cítricos se han obtenido híbridos somáticos entre *Citrus sinensis* x *C. reticulata* y plantas tetraploides de la fusión de distintas especies de *Citrus*, para la producción de triploides sin semilla (Grosser *et al*, 1992; Louzade *et al*, 1992).

Polinización *in vitro*

En aquellos casos en que la incompatibilidad interespecífica o intergenérica se manifiesta a nivel de pre-fertilización, es posible recurrir a esta técnica. Consiste en poner en contacto directo el polen y los óvulos de especies distintas con la esperanza de que ocurra la fertilización. Para ello, se puede recurrir, por ejemplo, a la inyección de polen en la cavidad ovárica o al cultivo *in vitro* de polen y óvulos en un medio líquido (Rangaswamy, 1977). Las especies de *Solanum* han sido las únicas especies hortícolas en que se han hecho polinizaciones *in vitro* (Shiwanna, 1982).

Cultivo de anteras y de polen

Mediante esta técnica es posible la obtención de plantas haploides, es decir, individuos con la mitad de la dotación cromosomal de la especie. A estas plantas,se les duplica el número de cromosomas, mediante el uso de colchicina, obteniéndose las plantas conocidas como doble-haploides.Los doble-haploides tienen una serie de usos y ventajas en genética y mejoramiento vegetal.En primer lugar, se obtiene un individuo 100% homocigoto; por lo tanto, se expresan los genes recesivos, ya que no hay dominancia, y es posible hacer selección directa de estos genes. Estos individuos, o líneas puras, son utilizados en la obtención de híbridos F1, de uso tan corriente hoy día en horticultura (Riggs, 1988).En segundo lugar, la homocigosis se obtiene en una generación, sin tener que realizar autocruzas sucesivas.

Se han obtenido resultados positivos con esta técnica en más de 80 especies, siendo el espárrago (*Asparagus officinalis*) una de las primeras especies hortícolas en que la técnica se aplicó exitosamente.Esta es una especie dioica y perenne, por lo tanto, la haploidización es la única posibilidad de obtener material homocigoto en corto tiempo.La planta masculina es heterogamética y, a través del cultivo de anteras, es posible obtener plantas supermachos, es decir, plantas homocigotas para todos sus caracteres; por lo tanto, al usar estas plantas como padres la F1 es completamente masculina (Doré,1987;Colby y Pierce,1988).

En berenjena (*Solanum melongena*) el cultivo de anteras ha permitido la obtención de líneas F1 de haploides duplicados, que han sido de gran utilidad en los programas de mejoramiento (Dumas de Vaulx y Doré, 1985); al igual que en otras especies de *Solanum* (Singsit y Hanneman, 1987).

En *Brassica oleracea* y *B. campestris* se han obtenido resultados positivos en varias de las subespecies al cultivar anteras o polen *in vitro* (Deng *et al*, 1982; Ockendon, 1984; Lelu y Bollon, 1985; Doré, 1986; Biddington *et al*, 1988).

En pimentones (*Capsicum annuum*), ha sido importante el cultivo de anteras y el uso de haploides en el estudio de la resistencia a enfermedades.

Ingeniería genética

Esta es una de las técnicas que tendrá mayor impacto en el mejoramiento genético vegetal en el futuro. En este caso no se recurre al azar para insertar un gene en el genoma de la planta huésped, como ocurre en el mejoramiento tradicional, sino que es posible insertar una secuencia específica de nucleótidos con la esperanza que ésta se exprese fenotípicamente. En el estado actual de desarrollo de esta técnica, es necesaria la utilización de vectores para introducir en las plantas de interés genes que han sido previamente identificados, clonados y modificados. Los vectores más utilizados son los plasmidios (ADN extra cromosomal presente en algunas bacterias) y los virus. Además, no sólo es necesaria la introducción del gen estructural (aquel que codifica para el carácter de interés), sino que es necesario dotar a éste de las secuencias de nucleótidos que permitan su inserción y expresión en la planta huésped (Schell *et al*, 1982; An, 1986). Por último, estos llamados genes quiméricos deben contener uno o más genes que permitan seleccionar las plantas transformadas. El gen más ampliamente utilizado como marcador es el NPT-II, que confiere resistencia a ciertos antibióticos, en tanto que dentro de los genes que permiten la expresión del gen estructural ha sido el promotor del virus del mosaico de la coliflor (CaMV 35S) el más usado (Jenes *et al*,1993).

A continuación se señalan los métodos más utilizados para la transferencia de genes en especies vegetales.

Métodos sexuales

La irradiación de polen es el único medio sexual de la ingeniería genética. Consiste en irradiar polen, con dosis subletales, pero altas, con el objeto que éste retenga su capacidad de germinación y fertilización, pero que el ADN sea fraccionado, perdiendo su integridad. Estos trozos de ADN pueden integrarse en el genoma de la planta huésped y eventualmente expresarse.

Este método es cuestionable, porque los trozos de ADN que se integran lo hacen al azar, de modo que no aporta nada nuevo con respecto a los cruzamientos sexuales por hibridación normal; sin embargo, tiene la ventaja de que es posible utilizar polen de cualquier especie, ampliándose las posibilidades de flujo de genes entre las distintas categorías taxonómicas (Pandey y Phung, 1982). La técnica ha sido usada sólo en plantas modelos (*Pisum* sp.).

Métodos asexuales

En esta categoría se incluyen los métodos de introducción directa del ADN en el núcleo celular. Los principales impedimentos para este proceso dicen relación con la presencia, en el citoplasma, de nucleasas que son enzimas que degradan el ADN. Su presencia obliga a recurrir a una serie de técnicas, entre las cuales las más importantes son:

a) Formación de complejos de ADN con Poly-L-Ornitina y Poly-L-Lysina. Estos compuestos no sólo estimulan la incorporación de ADN, sino que al combinarse con éste evitan que sea polimerizado por las nucleasas presentes en el citoplasma (Uchimiya y Murashige, 1977).

b) Incorporación del ADN en Liposomas. Los liposomas, cuerpos formados por ácidos grasos, rodean y protegen al ADN de la degradación por nucleasas y facilitan su tránsito hasta el núcleo, facilitando su integración a éste. La técnica aún no está desarrollada en un grado suficiente como para permitir un uso generalizado (Riggs, 1988).

c) Microinyección. Esta técnica, de uso común en ingeniería genética animal, tiene problemas en las plantas debido a la presencia de vacuolas, que al romperse durante el proceso de inyección terminan por destruir toda la célula. Sin embargo, la técnica se ha desarrollado al punto que hoy puede ser utilizada para introducir genes quiméricos y otras moléculas con actividad biológica (ARN, proteínas) (Steinbiss y Stabel, 1983).

d) Bombardeo de genes. Esta técnica es similar a la microinyección, pero más eficiente en plantas.Con una "pistola" se disparan microproyectiles de oro o Tungsteno recubiertos con ADN (Klein *et al*, 1987). Este sistema ha sido usado comúnmente en monocotiledóneas, donde el uso de vectores ha sido más difícil (Christou, 1992). Así se han obtenido plantas transgénicas de caña de azúcar (Bower y Birch, 1992) y trigo resistente a herbicidas (Weeks *et al*, 1993; Morrish *et al*, 1993).

e) Electroporación y uso de Polietilenglicol. Consiste en proporcionar pulsos eléctricos cortos a medios de cultivo donde los protoplastos coexistan con los genes quiméricos. Estos pulsos estimulan la ruptura de las membranas celulares y su posterior reunión, particularmente en la presencia de polietilenglicol (Costabel y Cutler, 1985; Zaghmout y Trolunder, 1993).

f) Uso de vectores. Como ya se mencionó los vectores más comúnmente usados son los plasmidios, particularmente aquellos derivados del *Agrobacterium tumefaciens* (plasmidios Ti) (Grimsley *et al*, 1986).

Existen numerosos ejemplos de transformadores que se han realizado exitosamente en plantas de cultivo utilizando alguna de las técnicas antes mencionadas. La resistencia a antibióticos (kanamicina) que se utiliza con fines de selección (Owens *et al*,1993); la resistencia a virus a través de protección cruzada con virus no infectivos (se inserta sólo la secuencia que codifica para la cubierta proteica de los virus, que es la que confiere la resistencia) o mediante la utilización de ARN-satélite (parásitos de los virus que pueden reducir la tasa de multiplicación y la expresión de síntomas) (Kerr, 1987); la resistencia a insectos, utilizando la toxina que produce el

Bacillus thuringiensis (Woolhouse, 1987; Perlak *et al*, 1993); retardo en la maduración de frutos (Tucker, 1990; Klee, 1993; Redenbaugh y Hiatt, 1993) o cambios en el metabolismo de los ácidos grasos (Hildebrand *et al*, 1993), son algunos ejemplos de transformación genética que hoy se conocen.

La posibilidad de insertar genes específicos usando la ingeniería genética, puede teóricamente ampliarse a una serie de otros caracteres como podrían ser la mejora de la calidad proteica de algunos cultivos (papa, trigo, maíz, etc.), la resistencia a otras enfermedades distintas de los virus, la resistencia a condiciones de estrés (resistencia a frío, salinidad, alta temperatura), etc.

La utilización de técnicas de ingeniería genética está actualmente limitada por el desconocimiento existente sobre los mecanismos de acción de genes específicos, de modo de poder aislarlos y caracterizarlos para luego modificarlos, trasmitirlos y hacer que ellos se expresen en la planta huésped. Debido a esto, la tarea más importante de los próximos años será, precisamente, la identificación y caracterización de genes que tengan importancia agronómica.

SELECCION DE LA VARIABILIDAD

A continuación se mencionan las metodologías de selección de nuevas variedades dentro del marco de la biotecnología.

Selección *in vitro*

Consiste en aplicar técnicas microbiológicas de selección a plantas superiores. Para ello se utilizan suspensiones de células, las que son sometidas a diferentes presiones de selección, a partir de las cuales es luego posible la regeneración de plantas completas. Con ello es posible utilizar poblaciones inmensamente grandes, que no pueden ser utilizadas si se usan plantas completas. Como criterio de selección se ha utilizado la resistencia a salinidad, a alta temperatura, a toxinas producidas por hongos y bacterias, etc., con resultados muy promisorios para algunos casos, particularmente la resistencia a toxinas producidas por algunos patógenos (Behnke, 1980).

Selección precoz

Consiste en buscar o identificar genes de interés agronómico que estén ligados a un marcador bioquímico como son las isoenzimas, RFLP (polimorfismo de fragmentos de restricción) (Flavell, 1982), RAPD (amplificación de polimorfismo de ADN al azar). En tomate (*Lycopersicon lycopersicum*), por ejemplo, se ha descubierto una isoenzima que está ligada al gen de la resistencia a nemátodos, lo que posibilita la selección de los individuos resistentes sin necesidad de evaluar las selecciones bajo condiciones de campo (Pineda *et al*, 1993).Esto facilita la selección y baja los costos del proceso de mejoramiento. Los RFLP pueden utilizarse en la misma forma y con los mismos efectos, por ejemplo, RFLP ligados a caracteres cuantitativos, como sólidos solubles en tomate (Beckmann y Soller, 1986).

MULTIPLICACION DE VARIEDADES

Micropropagación

La micropropagación representa una técnica muy valiosa para la multiplicación masiva de materiales escasos, como podría ser el caso de la clonación de padres en la obtención de híbridos F1 (Riggs, 1988), o para la clonación de padres en la obtención de semilla botánica de papas. La técnica también se ha utilizado exitosamente para la multiplicación rápida de genotipos escasos de especies como lechuga (*Lactuca sativa*), endivia (*Cichorium intybus*) (Doré, 1984), y tomate (*Lycopersicon lycopersicum*) con esterilidad nuclear (Riggs, 1988), para la propagación de plantas de "elite" de algunas especies frutales (Jordán *et al*,1993) o para la multiplicación de plantas libres de virus. En especies con ginoecia, como *Cucumis sativus*, la micropropagación ha sido importante en la mantención de líneas con flores pistiladas solamente (Ng, 1986).

Cultivo de ápices meristemáticos

En la especie de propagación vegetativa, las enfermedades virosas representan un problema siempre vigente ya que, en la generalidad de los casos, su transmisión ocurre junto con la propagación. Por esta razón es muy importante

sanear el material antes de distribuirlo para su uso por los agricultores. El cultivo de ápices meristemáticos (punto de crecimiento con células en división que carecen de conexión vascular con el resto de la planta), junto a la termoterapia (cultivo de plantas a alta temperatura para inactivar los virus), son herramientas muy útiles para efectuar este saneamiento inicial (Wang y Hu, 1980). En las siguientes especies esta técnica ha sido usada exitosamente: *Allium sativum* (Walkey *et al*, 1987), *Ipomoea batatas* (Frison y Ng, 1981), *Cynara scolimus* (Pécaut y Dumas de Vaulx, 1983), *Allium cepa* (Hussey, 1978, Havel y Novak, 1985), *Fragaria* x *ananassa* (Nishi y Oosawa, 1973).

Embriogénesis somática

El desarrollo de técnicas conducentes a la embriogénesis somática (Ammirato, 1989) ha permitido la clonación masiva del germoplasma y el uso de estos embriones para la producción de la llamada semilla sintética (Chen *et al*, 1993; Janick, 1993).Para ello, los embriones son recubiertos o encapsulados en geles de distinta naturaleza.Se ha logrado la encapsulación de embriones somáticos en apio (*Apium graveolens*) (Redenbaudh *et al*, 1988), camote (*Ipomoea batatas*), berenjena (*Solanum melongena*) (Mariani *et al*, 1993), cebada (Datta y Potrykus, 1989) y zanahoria (*Daucus carota*) (Wake *et al*, 1992) para usarlos como semilla artificial, aún cuando la técnica todavía no está disponible comercialmente.

La embriogénesis somática se utiliza también en forma rutinaria para la regeneración de plantas a partir de protoplastos (Buiteveld *et al*, 1993).

COMERCIALIZACION DE LAS NUEVAS VARIEDADES GENERADAS

El uso de marcadores moleculares como RFLP, RAPD y otros, permite la identificación de cultivares. Se han descrito técnicas de identificación de cultivares en papas (Debener *et al*, 1990), tomates (Bonierbale *et al*, 1988), trigo (Barriga *et al*,1983), vid (Bowers *et al*, 1993). Además, usando esta técnica es posible el control de la legitimidad de los cruzamientos (Gebhardt *et al*, 1989); la determinación del sistema de polinización, la estimación de la estructura genética (Rivard *et al*, 1989, Xu y Pehu, 1993) y la variabilidad de las poblaciones naturales, y optimizar el manejo de los recursos genéticos (Flavell, 1982).

BIBLIOTECA
R. RUY BARBOSA

LITERATURA CITADA

Adelberg, J. W.; Rhodes, B. B. and Skorupska, H.T. 1993. Generating tetraploid melons in tissue culture. Acta Hortic. 336:373-380.

Ammirato, P.V. 1989. Recent progress in somatic embryogenesis. Newsletter International Association for Plant Tissue Culture. Holanda.

An, G. 1986. Development of plant promoter expression vectors and their use for analysis of differential activity of nopaline synthase promoter in transformed tobacco cells.Plant Physiol.81:86-91.

Barden, K.A. ; Smith, S. S. and Murakishi, H. H.1986. Regeneration and screening of tomato somaclones to resistant to tobacco mosaic virus. Plant Sci.Limerick, Ireland.Elsevier Scientific Publishers Ireland. 45(3): 209-213.

Barriga, P.; Manquian, N. y Mansilla, R.1983. Identificación de cultivares de trigo por electroforesis vertical en geles de poliacrilamida.Agro Sur 11: 61-63.

Beckmann, J.S.and Soller, M.1986. Restriction fragment length polymorphisms and genetic improvement of Agricultural Species.Euphytica 35:111-124.

Behnke, M. 1980. General resistance to late blight of *Solanum tuberosum* plants regenerated from callus resistant to culture filtrates of *Phythophthora infestans*. Theor. Appl.Genet. 56:151-152.

Bhat, S.R. and Chandel,K.P.S.1993. *In vitro* conservation of *Musa* germplasm : Effects of manitol and temperature on growth and storage. J. Hortic. Sci. 68(6):841-846.

Biddington,N.L.;Sutherland, P.A.and Robinson,H. T.1988. Silver nitrate increases embryo production in anther culture of brussels sprouts. Annals of Botany 62: 181-185.

Bonierbale, M.W.; Plaisted, R.L. and Tanksley, S. D.1988. RFLP maps based on a common set of clones reveal modes of chromosomal evolution in potato and tomato.Genetics 120(4):1095-1103.

Bower, R. and Birch, R.G. 1992. Transgenic sugarcane plants via microprojectile bombardment.Plant J. 2(3): 409-416.

Bowers, J.E.; Bandman, E.B. and Meredith, C.P. 1993. DNA fingerprint characterization of some wine grape cultivars. Am.J.Enol.Vitic.44 (3):266-274.

Broertjes, C. 1982. Significance of *in vitro* adventitious bud techniques for mutation breeding of vegetatively propagated crops.Pp 1-10. II. Induced mutations in vegetatively propagated plants.IAEA, Viena

Buiteveld, J;Van-Der Valk,P.;Jansen, J.;Creemers Molenaar, J. and Colijn-Hooymans,C. M.1993. Callus induction and plant regeneration from explants of commercial cultivars of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum* L.) Plant Cell Rep. 12(7/8): 431-434.

Bulk, R.W.; Van-Den and Dons,J.J.M. 1993. Somaclonal variation as a tool for breeding tomato for resistance to bacterial cancer.ActaHortic.336:347-355.

Chen, F.Q. and Hayes,P.M.1989.A comparison of *Hordeum bulbosum* mediated haploid production efficiency in barley using *in vitro* floret and tiller culture. Theor. Appl.Genet. 77: 701-704.

Chen, Z.X.; She, J.M.; Wu, J.Y.; Li, S.J and Yue, J. X.1993. Plant regeneration through somatic embryogenesis from suspension cultures derived protoplasts of 6 cotton cultivars(*Gossypium hirsutum* L).In:Biotechnology in Agriculture.C. You, Z.Chen, Y. Ding. (Eds.) Dordrecht,Kluwer Academic Publishers. Curr.Plant Sci. Biotechnol. Agric. 15: 283-286.

Chen, Z.H.; Yao, Y.G.; Guan, Y.L.; Qian, W.J.; Lin, D.L. and Liu, G.Z. 1993. Studies on the propagules used as artificial seeds. In: Biotechnology in Agriculture.C. You, Z.Chen, Y. Ding.(Eds.) Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. Curr. Plant. Sci. Biotechnol. Agric. 15:279-282.

Christou,P.1992. Genetic transformation of crop plants

X.1993. Plant regeneration through somatic embryogenesis from suspension cultures derived protoplasts of 6 cotton cultivars(*Gossypium hirsutum* L).In:Biotechnology in Agriculture.C. You, Z.Chen, Y. Ding. (Eds.) Dordrecht,Kluwer Academic Publishers. Curr.Plant Sci. Biotechnol. Agric. 15: 283-286.

Chen, Z.H.; Yao, Y.G.; Guan, Y.L.; Qian, W.J.; Lin, D.L. and Liu, G.Z. 1993. Studies on the propagules used as artificial seeds. In: Biotechnology in Agriculture.C. You, Z.Chen, Y. Ding.(Eds.) Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. Curr. Plant. Sci. Biotechnol. Agric. 15:279-282.

Christou,P.1992. Genetic transformation of crop plants using microprojectile bombardment.Plant J.2(39): 275-281.

Colby, L.W. and Pierce,L.C.1988. Using an isozyme marker to identify double haploids from anther culture or asparagus.Hort Science 24(4):761-763.

Costabel, F. and Cutler, A. J.1985. Protoplast fusion. Plant protoplasts.L.C.Fowke y F.Costabel (Eds).p 53.

Datta, S.K. and Potrykus, I.1989. Artificial seeds in barley : encapsulation of microspore derived embryos. Theor. Appl. Genet. 77: 820-824.

Debener, T.; Salmini,F. and Gebhardt, C. 1990. Phylogeny of wild and cultivated *Solanum* species basedon nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs).Theor. Appl.Gen.79(3):360 -368.

Deng, L.; Zeng, Y.; Guo, Y.; Teng, and Wang, W. 1982. Induction of pollen plants in Chinese cabbage. Acta Hortic. Sin. 9(2): 37-42.

Doré C.1984. Multiplication végétative *in vitro* de la chicorée (*Cichorium intybus*) au service de la sélection. C. R. Réunion Eucarpia"Légumes à feuilles", Versailles, 123-125.

Doré, C. 1986. Evaluation du niveau de ploidie des plantes d' une population de choux de bruxelles (*Brassica oleracea* L.ssp. *gemmifera*) d'origine pollinique.Agronomie 6(9):797-801.

Doré, C.1987. Application of tissue culture to vegetable crop improvement. Plant Tissue and Cell Culture.419-432.

Dumas de Vaulx, R. and Doré, C.1985. Applications of *in vitro* techniques to the breeding of some vegetable species. *In vitro* techniques propagation and long term storage 15-21.

Dumas de Vaulx , R. and Pitrat,M.1980. Application de la culture d' embryons immatures à la réalisation de l'hybridation intrespécifique entre *Cucurbita pepo* et *C.ecuadorensis* F1 et BC1. C. R. Réunion Eucarpia Versailles : Applications de la culture *in vitro* à l' amélioration des plantes progagéres, 126-131.

Evans,A. 1984. Genetic basis of somaclonal variation in tomato.Proc. Int. Symp. Pl. Tiss. And Cell Cult. Application to Crop Improvement. Olomouc, 259 265.

Evans, D.A. 1987. Somaclonal variation. Plant Biol. New York: Alan R. Liss. 4: 59-69.

Evans, N.E.; Foulger, D.; Farrer, L. and Bright, S. W.J.1986. Somaclonal variation in explant derived potato clones over three tuber generations. Euphytica.Wageningen,Netherlands Study Circle of Plant Breeding 35(2): 353-361.

Flavell, R.B.1982. Recognition and modification of crop plant genotypes using techniques of molecular biology. Plant Improvement and Somatic Cell Genetics.Vasil,I.K.:Scowcroft,W.R. and Frey,K.J. (Eds.). Academic Press N. York. pp. 277-291.

Frison, E. and Ng, S.1981. Elimination of Sweet Potato Virus disease agents by meristem-tip culture. Trop.Pes Management. 27(4): 452-454.

Galun, E.1982. Somatic cell fusion for inducing cytoplasmic exchange:A new biological system for cytoplasmic genetics in higher plants.Improvement and Somatic Cell Genetics.Vasil,I.K.;Scowcroft,W.R. y Frey, k.J.(Eds.).Academic Press N.York. pp. 205-220.

Gavazzi,G.;Tonelli,C.;Todesco,G.;Arreghini,E.;Raffaldi,F.; Vecchio,F.; Barbuzzi, G.; Biasini, M.G. and Sala, F.1987. Somaclonal variation versus chemically induced mutagenesis in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.)Theor. Appl.Genet.74(6):733 738.

Gebhardt, C.; Blomendahl, C; Schachtschabel,U.; Debener, T.; Salamini,F.and Ritter, E.1989. Identification of 2n breeding lines and 4n varieties of potato(*Solanum tuberosum* spp.*tuberosum*)with RF LP- fingerprints.Theor. Appl.Genet. 78(1): 16-22.

Gleddie, S.;Keller,W. and Scherfield, G.1986. Production and characterization of somatic hybrids between *Solanum melongena* and *S. sisymbrifolium.* Theor. Appl. Genet. 71: 613-612.

Glimelius, K.1988. Potentials of protoplast fusion in plant breeding programmes.Plant, Cell. Tissue and Organ Culture 12: 163-172.

Gosal,S.and Bajaj, Y.1983. Interspecific hybridization between *Vigna mungo* and *Vigna radiata* through embryo culture.Euphytica 32: 129-137.

Grimsley, N.; Hohn, B.;Hohn, T. and Walden, R. 1986."Agroinfection" an alternative route for viral iniection of plants by using the Tiplasmid. Proceedings of the National Academy of Science.83: 32 82-3286.

Grosser, J.W.;Gmitter,F.G. Jr.; Louzade, E.S. and Chandler,J.L.1992. Production of somatic hybrid and autotetraploid breeding parents for seedless citrus development. HortScience 27 (10) :1125- 1127.

Harding,K.and Benson, E. 1994. A study of growth, flowering, and tuberisation in plants derived from cryopreserved potato shoottips : Implications for *in vitro* germplasm collections.Cryo-Letters 15: 59-66.

Havel, L. and Novak, F.J. 1985. Meristem-tip culture of *Allium cepa* L.Scientia Hortic.27:209-214.

Heath-Pagliuso, S.;Pullman, J. and Rappaport, L. 1988. Somaclonal variation in celery:screening for resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp *.apii.* Theor. Appl.Genet. 75(3): 446-451.

Hildebrand, D. F.; Deng, W, and Grayburn, W.S. 1993. Use of genetic transformation to alter fatty acid metabolism in plants.In:Transgenic plants:fundamentals and applications. M. Dekker (Ed.) New York. pp. 3-21.

Hussey,G.1978. *In vitro* propagation of the onion *Allium cepa* by axillary and adventitious shoot proliferation. Sciencia Hortic. 9: 227-236.

Janick, J.1993. Agricultural uses of somatic embryos. Acta Hortic. 336: 207-215.

Jenes, B.; Moore, H.; Cao, J.; Zhang, W. and Wu, R. 1993. Techniques for gene transfer. In: Transgenic plants. Vol. I. R.Wu y S.Kung.(Eds). Academic Press. P.125-148.

Jones,M.G.K.1987. Use of protoplast fusion and somaclonal variation in potato breeding. pp.315-326. In: The production of new potato varieties: technological advances.C. J. Jellis y D.E. Richardson. (Eds). Cambridge University Press.

Jordan, M.;Obando, M.;Iturriaga, L.;Goreux, A and Velozo,J.1993. Organogenesis and regeneration of some Andean fruit species.Acta Hortic. 336: 279 284.

Kerr, A. 1987. The impact of molecular genetics on plant pathology. Ann. Rev. Phytopathol.25:87-110.

Khan,R.P.1976. Aseptic plant culture to improve the phytosanitary aspects of plant induction for asparagus.Plant.Dis. Rep. 60(6): 460-464.

Klee, H. J. 1993. Ripening physiology of fruit from transgenic tomato(*Lycopersicon esculentum*) plants with reduced ethylene synthesis.Plant Physiol. 102 (3):911-916.

Klein, T.; Wolf,E.; Wu, R. and Sanford, J. 1987. High velocity microprojectiles to delivering nucleic acids living cells. Nature 327: 70-73.

Larkin,P.J.; Brettell, R.I.S.; Ryan, S.A.;Davies, P. A.;Pallota, M.A. and Scowcroft,W.R. 1985. Somaclonal variation:Impact on plant biology and breeding strategies. In : Biotechnology in Plant Science. Saitlin, M.;Day, P. y Hollaender,A.(Eds). Academic Press, Inc.,California. 364 p.

Laterrot,H.1973.Résistence de la tomate auVirus de Mosaique du Tabac.Ann.Amel.Pl. 23(4):287- 313.

Laurie, D. A. and Bennett, M.D. 1987. The effect of the crossability loci Kr1 and Kr2 on fertilization frequency in hexaploid wheat x maize crosses.Theor. Appl. Genet. 73: 403-409.

Laurie, D.A. and Bennett, M.D. 1988. The production of haploid wheat plants from wheat x maize crosses. Theor. Appl. Genet. 76: 393-397.

Lelu, M.A. et Bollon, H.1985. Obtention d'haplides par culture d'anthères de *Brassica oleracea* var. *capitata* et var.*gemmifera* C.R. Acad.Sci.300(2):71-76.

Louzade, E.S.; Grosser, J.W.;Gmitter. F. G. Jr. Nielsen, B.; Chandler, J.L.;Deng, X.X. and Tusa, N. 1992. Eight new somatic hybrid citrus rootstocks with potential for improved disease resistance.Hortscience 27(9): 1033-1036.

Mariani, P.; Rossi,V. and De-Paoli, G.1993. Advanced biotechnologies applied to eggplant (*Solanum melongena* L):Somatic embryogenesis and artificial seeds.Teknoscienze, Agro Ind. Hi Tech.4(1): 30-32.

Merrick,M. and Collin,H.1981. Selection for sulam resistance in tissue cultures of celery.Pl.Sci. Lett.20: 291-296.

Morrish, F.; Songstad, D.D.;Armstrong, C.L. and Fromm, M. 1993. Microprojectile bombardment : a method for the production of transgenic cereal crop plantsand the functional analysis of genes. pp. 133 171.In:Transgenic plants:fundamentals and applications. M . Dekker, New York.

Muñoz, C.; Escaff, M. e Izquierdo, J.1988 Manual de intercambio y manejo de germoplasma *in vitro* de ajo.FAO/RLAC en cooperación con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Stgo.Chile.

Nishi,S. and Oosawa,K.1973. Mass production method of virus-free strawberry plants through meristem calli. Jpn. Agric. Res. Q. 7:189-197.

Ng,T.J. 1986. Use of tissue culture for micropropagation of vegetable crops.Tissue culture as a plant production system for horticultural crops.Zimmerman, R.H. *et.al.*,(Eds.).Dordrecht, Holanda.

Novak,F.1984. Somaclonal variation in garlic tissue culture as a new breeding system.3rd Allium Symp. Eucarpia, Wageningen, 39-74.

O'connell, M and Hanson,M.1985. Somatic hybridization between *Lycopersicon esculentum* and *L. pennelli*. Theor. Appl. Genet. 70: 1-12.

Ockendon,D.1984. Anther culture of brussel sprouts. Ann. Apl. Bio.105: 285-291.

Orton,T. 1985. Genetic instability during embryogenic cloning of celery.Pl.Cell.Tiss.Organ Cult. 4:159-169.

Owens, L.D.;Cohen, J.D.and Seelke,R.1988. Gene introduction to induced morphogenesis.Hort Science 23(3): 520-525.

Pécaut,P.;Dumas de Vaulx, R. and Lot, H.1983. Virus free clones of globe artichoke obtained after *in vitro* propagation.Acta Hortic. 131: 303-309.

Perlak, F. J.; Stone, T.B.; Muskopf,Y.M.;Petersen, L.J.;Parker, G. B.;Mcpherson, S.A.;Wyman, J.; Love, S.;Reed, G. and Biever, D.1993. Genetically improved potatoes:Protection from damage by colorado potato beetles.Plant Mol.Biol. 22.(2): 313-321.

Pickering,R.A.1989. Plant regeneration and variants from calli derived from immature embryos of diploid barley (*Hordeum vulgare* L) and *H. vulgare* x *H. bulbosum* L. crosses. Theor. Appl. Genet. 78: 105-112.

Pineda,O.;Bonierbale,M.W.;Plaisted, R.L. Brodie, B.B. and Tanksley, S.D.1993. Identification of RFLP markers linked to the #1 gene conferring resistance to the potato cyct nematode *Globodera rostochiensis*. Genome 36: 152-156.

Polgar, Z. ; Preiszner, J. ; Dudits, D and Feher, A. 1993. Vigorous growth of products allows highly efficient selection of interspecific potato somatic hybrids: molecular proofs. Plant Cell Rep. 12(7/8):399-402.

Raghavan,V.and Srivastava, P.S.1982. Embryo culture. Experimental Embryology of Vascular Plants. Johri,B.M. (Ed.)Springer International. P.195-222.

Ramulu,K. S.1986. Origin and nature of somaclonal variation in potato.Adv.Agric.Biotechnol.20:188-201.

Rangaswamy,N.S.1977. Application of *in vitro* pollination and *in vitro* fertilization.Plant.Cell,Tissue and Organ Culture.Reinert y Bajaj (Eds).Springer International. 803 p.

Rao.P.S.1982. Protoplast culture.Experimetal Embryology of Vascular Plants. Johri, B.M. (Ed) Springer International. 20.p.

Rao, I. M.;Roca, W.M.;Ayarza, M.A. ;Tabares, E. and Garcia, R.1993. Somaclonal variation in plant adaptation to acid soil in the tropical forage legume *Stylosanthes guianensis*.Dev.Plant Soil Sci.50:35- 44.

Redenbaugh,K.and Hiatt,W. 1993. Field trials and risk evaluation of tomatoes genetically engineered for enhanced firmness and shelf life. Acta Hortic. 336: 133-146.

Rendenbaugh,K.;Fugii,J.A.and Slade, D.1988. Encapsulated plant embryos.pp.225-248.In: Biotechnology in Agriculture.A.Mizrahi y Alan R.Liss, (Eds). Inc., N. York.

Riggs, T. J.1988. Breeding F1 hybrid varieties of vegetables. Journal of Horticultural Science 63 (3) : 369-382.

Rivard, S.R.; Cappadocia,M.;Vincent,G.; Brisson, N. and Landry, B. S. 1989. Restriction fragment length polymorphism (RFLP) analyses of plants produced by *in vitro* anther culture of *Solanum chacoense* Bitt. Theor. Appl. Gen. 78(1): 49-56.

Roca,W.M.1985. El cultivo de tejidos para la conservación de recursos genéticos *in vitro* IBPGR. Lecturas sobre recursos fitogenéticos. 3. Conservación *in vitro* Cali, Colombia.

Schell, J;Van Montagu,M.; Holsters,M.; Depicker, A.;Zaymbryski, P.;Dhaese, P.; Hernalsteens, J.P.; Leemans, J.; De Grere, H.; Willmitzer,L.; Otten, L.;Schröder, J. and Schröder, G.1982. Plant cell transformation and genetic engineering.pp.255-276. In: Plant Improvement and Somatic Cell Genetics. Vasil, I.K.;Scowcroft, W.R. y Frey, K.J.(Eds).Academic Press New York.

Scowcroft, W.R.and Larkin, P. J.1982. Somaclonal variation: a new option for plant improvement. pp. 159-178. In: Plant Improvement and Somatic Cell Genetics.Vasil, I.k.; Scowcroft, W.R. y Frey, K. J. (Eds.). Academic Press New York.

Shiwanna,K.R.1982. Polen-pistil interaction and control of fertilization.Experimental Embrylogy of Vascular Plants.Johri,B.M.(Ed).Springer International. 270 p.

Singsit. C. and Hanneman, R.E. 1987. Haploids of tetraploid (2n=4x=48)Mexican Potato Species: Their extraction,citology and crossability.American Potato Journal. 64: 469-482.

Steinbiss, H. H. and Stabel, P.1985. Protoplast derived tobacco cells can survive capillary microinjection of the fluorescent dye lucifer yellow *Nicotiana tabacum*. Protoplasma. 116: 225-227.

Steponkus, P. L. 1985. Fundamental aspects of cryoinjury as related to cryopreservation of plants cells and organs. Biotechnology in Plant Science.Zaitlin, M,; Day, P. y Hollaender, A. (Eds.) Academic Press, Inc. California. 364 p.

Suenaga, K. and Nakajima K. 1989. Efficient production of haploid wheat (*Triticum aestivum*) through crosses between Japanese wheat and maize (*Zea mays*). Plant Cell Reports 8: 263-266.

Toth, K.F. and Lacy, M.L.1991. Increasing resistance in celery to *Fusarium oxysporum* F.sp. *apii* race 2 with somaclonal variation. Plant Dis.75(10):1034 1037.

Tucker, G.A. 1990. Genetic manipulation of fruit ripening.Biotechnol.Genet. Eng. Rev. 8: 133-159.

Uchimiya, H. and Murashige, T. 1977. Quantitative analysis of the fate of exogenous DNA in *Nicotiana* protoplasts. Plan Physiol. 59: 301-308.

Walkey, D.G.A.; Webb. M. J.W.; Bolland, C. J.and Miller, A. 1987. Production of virus - free garlic (*Allium sativum* L) and shallot (*A.ascalonicum* L) by meristem - tip culture. Journal of Horticultural Science 62(2): 211-220.

Wang, P.J. and Hu, C.Y. 1980. Regeneration of virus free plants through *in vitro* culture. Advances in Biochemical Engineering. 18: 61-99.

Wake,H.;Aksaka,A.;Umetsu,H.;Ozeki,Y.;Shimomura, K.and Matsunaga,T.1992. Enhanced germination of artificial seeds by marine cyanobacterial extract. App.Microbiol. Biotechnol.36(5):684-688.

Weeks,J.T.;Anderson,O.D.and Blech,A.E.1993. Rapid production of multiple independent lines of fertile transgenic wheat (*Triticum aestivum*).Plantphysiol.102(4): 1077-1084.

Wilkins,C,P.;Bengochea,T.and Dodds,J.H. 1982. The use of *in vitro* methods for plant genetic conservation. Qutlook in Agriculture 11: 67-72.

Withers,L.A.1983. *In vitro* storage and plant genetic conservation (Germplasm).Span.Prog.Agric.26(2): 72-74.

Withers,L.A.1992. *In vitro* conservation. Biotechnol.Agric. 8: 169-200.

Woolhouse, H. W. 1987. New plants and old problems.Annals of Botany. 60(4): 189-198.

Xu,Y.S. and Pehu, E.1993.RFLP analysis of asymmetric somatic hybrids between *Solanum tuberosum* and irradiated *S. brevidens*.Theor. Appl. Genet. 86(6): 754-760.

Zaghmout,O.M.F.and Trolunder,N.L.1993. Factors affecting transient gene expression in protoplasts isolated from very slowly growing embryogenic callus cultures of wheat (*Triticum aestivum* L.) Theor. Appl. Genet. 86.(6): 721-730.

DESARROLLO DE LA GANADERIA CAPRINA EN LA IV REGION DE COQUIMBO: PAQUETE TECNOLOGICO PARA MEJORAR PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE Y DEL QUESO [1]

PATRICIO AZOCAR C.
Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEZA), Universidad de Chile [2]

MANUEL SAAVEDRA C.
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile [3]

RESUMEN

La incapacidad de la ganadería caprina para generar excedentes económicos en el sector de secano de la IV Región de Coquimbo no permite el desarrollo integral de los productores que viven de ella. El escaso desarrollo y la falta de tecnologías de fácil aplicación al medio, lleva un ciclo cerrado en el cual es difícil introducir prácticas que tiendan a una producción sustentable y rentable. Uno de los mecanismos para romper el ciclo mencionado y revertir la situación expuesta es la aplicación del "Paquete Tecnológico" que se propone en este trabajo. Este último se basa en el aumento de la producción de leche por cabra mediante una buena alimentación y adecuado manejo zootécnico, y en el mejoramiento de la calidad sanitaria y organoléptica de la leche y del queso, con el objeto de obtener un producto de alto valor en el mercado nacional o internacional y de esta forma mejorar el nivel de vida de estos ganaderos.

ABSTRACT

GOAT PRODUCTION DEVELOPMENT AT THE IV REGION OF CHILE: TECHNOLOGICAL PACKAGE TO INCREASE MILK PRODUCTION AND CHEESSE QUALITY

The limited capacity of goat production activities to generate economical surpluses under the dryland condition of the Coquimbo Region, does not permit the integral development of peasants depending on livestock productions. On the other hand, the scarce development of these farmers and the lack of easily applicable technologies adapted to the local conditions, lead to a close cycle in which it is difficult to introduce practices that improve the environment and which may increase their productivity or their income. One mechanism to rupture such cycle and increase the welfare of the rural inhabitants of the Mediterranean arid lands of Chile, is the adoption, by growers, of the technological package that will increase milk production and cheese quality proposed by the present study.

[1] Estudio basado en resultados de investigaciones realizadas en la Estación ExperimentalAgronómica Las Cardas,CEZA y en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.
Financiamiento: Universidad de Chile; Intendencia IV Región; Proyecto FIA 008/9,Ministerio de Agricultura; Proyectos FONDECYT 058-83,019586,1101-88 y 1931054-93.
[2] Casilla 13, Coquimbo, IV Region, Chile
[3] Casilla 1004, Santiago, Chile

INTRODUCCION

La superficie total de la IV Región de Coquimbo es de 4.065.600 ha; de éstas el 44,2% es suelo no agrícola, el 52,5% es secano y tiene aptitud preferentemente ganadera, y sólo el 3,3% es de cultivo bajo riego (Chile, INE 1976).

El sector de secano, con aptitud principalmente silvopastoral, abarca una extensión de aproximadamente 1.900.000 ha y está fuertemente influenciado por diversos sistemas de tenencia de la tierra, entre los que destacan propiedades grandes y medianas, y las comunidades agrícolas que ocupan 900.000 y 1.000.000 de ha, respectivamente (ARCHILI, 1985a, 1985b; 1985c; 1985d; 1985e; 1985f; Avendaño y Gallardo, 1986; Azócar y Lailhacar, 1990; Caviedes e Infante, 1987).

Las 166 comunidades agrícolas existentes en la IV Región se dedican principalmente a la ganadería caprina y al cultivo de cereales de secano en condiciones marginales, debido a la excesiva pendiente de los suelos y a la escasa e irregular pluviometría. Sobre el 50% de los ingresos del comunero provienen de la explotación caprina extensiva, destinada a la producción de quesos y venta de cabritos, guano y cueros (Álvarez y Valdés, 1986; Chile, IREN-CORFO, 1977). La población rural es elevada (8 hab/km^2) y mayormente se compone del comunero y su familia, con un nivel socioeconómico de subsistencia, con escaso acceso al crédito y a la asistencia técnica (Caviedes *et al*, 1979; Caviedes *et al*, 1986a y b; Caviedes e Infante, 1987).

El 50,3% de la masa caprina del país, que alcanza a 1.134.516 cabezas, se ubica en la IV Región (Chile, INE, 1976). Esta constituye la principal fuente de sustento del 52% de la población rural total y aporta el 40,2% del valor de la producción agropecuaria de las comunidades agrícolas. Estas últimas, albergan aproximadamente 70.000 personas, equivalentes al 62% de la población rural de la IV Región, según Avendaño y Gallardo (1986) y 90.000 según otras fuentes. En el territorio de estas comunidades se ha detectado una pérdida anual de recursos vegetacionales cercana al 2% (Chile, IREN-CORFO, 1977). Por otra parte, un estudio fitoecológico de 300.000 ha realizado por Etienne *et al* (1987), señala que si se extrapolan los resultados a la totalidad del área con potencial agropecuario, se puede estimar que más de 180.000 ha han sido transformadas en desiertos totales.

Las condiciones de aridez del medio, la alta presión demográfica, el bajo nivel socioeconómico y cultural existente y la necesidad de subsistir de los pobladores de comunidades agrícolas y pequeños criancеros han llevado a este sector a un nivel de pobreza considerado uno de los más severos del país, debido principalmente a una capacidad de gestión administrativa y comercial deficiente y al uso de tecnologías de explotación del ganado caprino de escasa productividad, no considerándose la conservación del recurso natural ni la calidad higiénica de la leche, carne y derivados de éstos, lo que motiva, permanentemente, problemas de intoxicación de los consumidores y el consiguiente descrédito en el mercado regional y nacional de los productos derivados del rubro (Azócar y Lailhacar, 1990).

La incapacidad de la actividad agrícola, y principalmente de la ganadería caprina, para generar excedentes económicos no permite el desarrollo integral de los productores que viven de ella. Por otra parte, el escaso desarrollo de éstos y la falta de tecnología de fácil aplicación al medio, lleva a un ciclo cerrado en el cual es difícil introducir prácticas mejoradas del medio que permitan aumentar la productividad e ingreso.

PAQUETE TECNOLOGICO PARA MEJORAR PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE Y DEL QUESO DE CABRA EN LA IV REGION

Resultados de proyectos de investigación que contaron con financiamiento del Ministerio de Agricultura: FIA N° 008/90 y del FONDECYT N° 058-83; 0195-86; 1101-88, y 1931054-93 y realizados por diversos investigadores (Azócar, Díaz, Gúzman, Rojo y colaboradores) con la elaboración de más de 20 trabajos entre 1984 y 1992, todos ellos efectuados en la Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEZA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, señalan que uno de los mecanismos posibles para romper el ciclo mencionado y

revertir la situación expuesta, es el desarrollo de la ganadería caprina, especialmente en lo referente a la producción de leche y su transformación en variedades de queso con incorporación de tecnologías especiales, a fin de obtener un producto de elevada calidad, lo cual permita alcanzar un alto valor en el mercado nacional e internacional. Para ello, se propone aplicar un "paquete tecnológico" que de adoptarse, podría cambiar la situación actual de la producción caprina de leche, transformando el rubro en una actividad rentable y conservadora del medio.

Las medidas que se indican en el paquete tecnológico deben aplicarse en conjunto y nunca en forma parcial, dado que existe estrecha relación entre ellas. Las principales son:

Aumentar la producción anual de leche por cabra mediante mejoramiento de la alimentación, potencial genético y estado sanitario del ganado. Resultados de investigaciones señalan la factibilidad de subir la producción de leche de cabra desde 75 a 320 L/cabra/año o más, y la venta de cabritos, expresada en peso vivo, desde 6 a 10 kg/cabra/año. Además, es posible procesar la leche y carne de cabrito, a fin de lograr un mayor valor agregado (Azócar *et al*, 1984; Azócar y Clerc, 1986; Azócar *et al*, 1987a y b; Azócar *et al*, 1988a y b; Azócar y Clerc, 1989; Azócar, 1989; Azócar y Clerc, 1990; Azócar *et al*, 1990; Azócar, 1991; Azocar y Rojo, 1991; Corcy, 1993; Díaz *et al*, 1986; Díaz, 1988).

Incrementar la producción de forraje y calidad de éste. Para ello, es necesario: i) reforzar la pradera natural con arbustos forrajeros ocupando los sitios con suelos de mayor fertilidad y humedad y ii) utilizar el agua de pozos y vertientes en pequeñas parcelas para establecer cultivos para grano y forraje, tales como avena, cebada, sorgo, maíz, alfalfa, trébol alejandrino, mezclas forrajeras (trébol blanco-pasto ovillo, trébol blanco-festuca y otras). Además, debe considerarse el cultivo de especies adaptadas a condiciones de déficit hídrico, como es el caso de la tuna y jojoba, con el fin de disponer de alimentos o forrajes de bajo costo, y durante todo el año (Azócar, 1992; Azócar y Rojo, 1992).

Utilizar desechos de la agricultura y agroindustria en la alimentación caprina (Manterola y Azócar, 1990).

Producir leche y queso de óptima calidad sanitaria y organoléptica. La calidad se puede obtener a través de introducción de infraestructuras especiales, probadas a nivel de investigación en la Estación Experimental Agronómica Las Cabras, para el manejo del ganado, (corrales techados, comedores con cornadizas, bebederos automáticos, plataforma de ordeña, galpón para almacenar heno y concentrados, y otros).La infraestructura tiene como objeto la eliminación de malos sabores y olores en la leche, los que se trasmiten al queso, y facilitar el manejo de ganado, especialmente, en lo relacionado con una buena alimentación, salud e higiene (Azócar *et al*, 1993; Guzmán *et al*, 1989; Guzmán *et al*, 1990).

Introducir al mercado nacional e internacional productos de alta calidad provenientes de la industria caprina. Se deberán hacer los esfuerzos para introducir en los mercados nacionales e internacionales, productos animales, principalmente queso y carne de caprinos, de alta calidad y presentación, dando énfasis a la de denominación de origen, a fin de lograr un prestigio que se traduzca en altos precios en el mercado y mayores ingresos para el productor.

Mejorar la comercialización de los productos de la cabra, principalmente del queso (Chile, Ministerio de Agricultura, FIA 1993a y b; Guzmán *et al*, 1989; Guzmán *et al*, 1990).

En el "Paquete Tecnológico" se propone un sistema de manejo para establecer: i) una explotación comercial de 200 cabras productoras de leche y carne como subproducto, y ii) una planta quesera con capacidad de procesar 500 litros de leche por día.

RESULTADOS ESPERADOS

Análisis de la situación actual

A modo de ejemplo se describe una comunidad agrícola tipo, o promedio, del secano costero de la IV Región. Ésta posee 3.700 ha de superficie; de ella el 4% se destina a la agricultura de secano (cereales, comino, anís); el 0,1% a agricultura de riego; el 95,4% a terrenos de pastoreo y el 0,3% lo ocupan áreas periurbanas. En dicha superficie viven 35 comuneros, que con sus familias totalizan 180 personas (Caviedes *et al*, 1986a y b).

Un comunero posee aproximadamente 5 ha de su propiedad, que puede vender o que heredará su viuda o su hijo mayor. En esta superficie está su casa, bodega, era, corral y huerta de aproximadamente 1/4 ha de riego.

Cada comunero tiene derecho a sembrar 14 a 20 ha de secano. El resto del terreno es de uso comunitario para pastoreo de los animales y extracción de arbustos para leña. En promedio cada rebaño de 50 cabras de cada comunero utiliza 100 ha del terreno comunitario.

Los datos presentados en la Tabla 1 describen los resultados del sistema de explotación actualmente existente en la IV Región. La estimación a nivel regional se hace tomando como base un productor representativo, dueño de 50 cabras mal alimentadas y, por lo tanto, con bajos rendimientos de leche y carne. Además, obtiene un pésimo precio de su producto en el mercado a causa de la mala calidad de éste.

Una estimación preliminar del ingreso bruto regional, por concepto de venta de leche y carne, considerando sólo una superficie de 560.000 ha de un total de 1.750.000 ha y 280.000 cabras en producción de leche, que corresponde, aproximadamente, al 30% de la superficie de secano, produce 21 millones de litros de leche al año, con un rendimiento de 10 litros de leche por kilo de queso. Si se valora este último a $400 el kilo y el valor de la carne de cabrito a $250 el kilo, el ingreso total es de $1.260 millones que se desglosa en $840 millones en quesos y $420 millones en carne (Tabla 1).

Análisis de la situación con "Paquete Tecnológico"

La adopción del "Paquete Tecnológico" por pequeños y medianos ganaderos, permitirá introducir, en el sector de secano, sistemas de producción caprina rentables y conservadores del medio y, de esa forma, revertir la situación actual anteriormente descrita.

Los resultados generados beneficiarán directamente a los ganaderos que apliquen el "Paquete Tecnológico". Indirectamente, servirá de modelo para la formación de profesionales y técnicos, como agentes de extensión agrícola, o productores de leche, carne o queso de cabra.

Si se considera sólo el aumento de la producción de leche por cabra, mejoramiento de su calidad y de la calidad del queso, y la introducción de normas de manejo de cabritos, los ingresos podrían aumentar 27,6 veces en el caso del queso y 2 veces en venta de cabritos (Tabla 2). Además, es necesario destacar que los índices productivos potenciales de diversas razas lecheras son muy superiores a los usados en forma conservadora en esta estimación, y alcanzan a cifras superiores a 1.000 kg por cabra año, cuando se utiliza la raza apropiada y se dan las condiciones óptimas de alimentación y manejo (Corcy, 1993; FAO, 1987; Quittet, 1982).

La aplicación del "Paquete Tecnológico", junto con el mejoramiento de la organización administrativa y de la comercialización de los productos, contribuirá en gran medida a incrementar la productividad e ingresos y el nivel de vida de los propietarios que utilicen la tecnología propuesta, como también hará posible la difusión de esta experiencia a otros productores.

TABLA 1. Producción caprina en condiciones actuales[1]

RUBRO	PRODUCCION (Promedio/cabra/año)	VALOR ($/Unidad)	INGRESO BRUTO (miles $) 1 cabra	280.000 cabras
Leche	75,0 L.	50	-	-
Queso	7,5 kg	400	3,0	840.000
Carne	6,0 kg	250	1,5	420.000
Total			4,5	1.260.000

[1] Supuesto: Producción anual por cabra en una comunidad agrícola costera sur de la IV Región de Coquimbo. Proyección a un universo de 280.000 cabras en lactancia distribuidas entre 5.600 productores (valores sin considerar IVA)

Análisis de fortalezas y debilidades del sistema

La adopción por parte de los productores del sistema propuesto posee varias fortalezas y algunas debilidades que se indican:

Fortalezas

- El fuerte deterioro del ambiente y la presión de los medios de comunicación ha generado conciencia, a nivel de la IV Región, de la necesidad imperiosa de buscar soluciones alternativas a los actuales métodos productivos que son, en la mayoría de los casos, de subsistencia, extractivos y degradantes del medio.

- Los mayores niveles de ingreso de la población nacional permiten introducir nuevos productos para satisfacer a consumidores exigentes en consumir productos de mayor valor agregado.

- El establecimiento de una Comisión Regional de Ganado Caprino, con participación de agentes privados, institucionales estatales y la Universidad de Chile, a través del CEZA, permite abordar acciones integrales, dentro de las cuales se considera difundir, a través de acciones de capacitación y crediticias, el conocimiento existente sobre manejo caprino y elaboración de quesos, lo que forma parte en gran medida del presente trabajo.

- El consumo de productos alimenticios a nivel nacional se está centralizando en torno a las grandes cadenas de supermercados, lo cual permite acceder a sistemas de distribución expeditos y confiables.

- La apertura a los mercados externos ha permitido conocer los mecanismos para colocar nuevos productos, lo cual se ve acentuado por el reconocimiento que Chile posee en materia agrícola, y

- La existencia de la Estación Experimental Agronómica Las Cardas, dependiente del CEZA en la Comuna de Coquimbo, IV Región, ha generado gran cantidad de información y experiencia desde el inicio de actividades en el año 1979, las que pueden traspasarse a los ganaderos que deseen aplicarla en explotaciones del rubro caprino.

Debilidades

- Los productores poseen mínimos niveles de capacitación e instrucción escolar, lo cual requiere de una acción mancomunada para acceder a incentivar un cambio.

- La producción caprina ha estado asociada a un deterioro creciente del medio ambiente (suelo, desertificación, círculo de la pobreza), lo cual genera resistencia a creer que los mismos apa-

TABLA 2. Producción caprina en condiciones mejoradas a través del plan propuesto[1]

Rubro	Producción (promedio/cabra/año)	Valor ($/unidad)	Ingreso Bruto (miles $)	
			1 cabra	280.000 cabras
Leche	320 L	150	-	-
Queso	46 kg	1.800	82,8	23.184.000
Carne	10 kg	300	3,0	840.000
TOTAL			85,8	24.024.000

[1] Supuesto: Producción anual por cabra en una comunidad agrícola costera sur de la IV Región de Coquimbo. Proyección a un universo de 280.000 cabras en lactancia distribuidas entre 5.600 productores (valores sin considerar IVA)

rentes agentes erosivos (las cabras) sean, a la vez, el camino más apropiado para salir del subdesarrollo. Esto se solucionaría con el establecimiento de producciones comerciales *in situ* de tal modo que otros productores puedan copiar los sistemas desarrollados.

- Los bajos ingresos de los productores impiden la búsqueda de soluciones por sí mismos; aún cuando posean recursos, la magnitud de las interrogantes a solucionar superan la capacidad de respuesta individual o grupal de los agricultores.

- Si bien el Estado ha incursionado con acciones directas o indirectas, éstas no han logrado modificar las conductas productivas, lo cual ha generado cierta "incredulidad" a nuevas acciones de cambio.

- Los productos generados por los actuales sistemas productivos están identificados con conceptos de bajos precios, inseguridad en su consumo, inestabilidad, heterogeneidad, falta de normalización y otros elementos, todo lo cual hace que el público se resista a pagar mayores precios por su consumo.

- Los consumidores desconocen las variedades de queso de cabra de buena calidad sanitaria y organoléptica, lo cual requiere invertir en promoción y mercadeo, situación difícil de abordar en las actuales circunstancias por el alto costo.

PRODUCCION DE LECHE DE CABRA

El sistema de producción propuesto es para 200 cabras, semi-intensivo y orientado principalmente a la producción de leche en un período de 210 días, en una primera etapa. La carne es sólo un subproducto.

Se recomienda ocupar una superficie de aproximadamente 3 ha de secano y 0,03 ha de riego por cabra, o sea, para 200 cabras se necesitan 600 ha de secano y 6 ha de riego. El terreno de secano debe estar ubicado cerca de aguadas o agua de pozo, para asegurar la bebida del ganado y contar con posibilidad de riego para establecer en ese lugar parcelas de riego con cultivos forrajeros y cereales para grano (área de riego). Esta última condición es clave para el éxito de la explotación.

Los terrenos de secano de la IV Región se caracterizan por la fisiografía de serranía dominante y por la presencia de una vegetación natural constituida principalmente por especies herbáceas anuales y arbustivas, reforzada en muchos casos con arbustos forrajeros. La fitomasa con valor forrajero que aporta esta vegetación depende, principalmente, de la precipitación y, por consiguiente, es muy variable y no asegura la alimentación del ganado en todo su período de lactancia (Azócar *et al*, 1984; Azócar *et al*, 1987b; Azócar y Lailhacar, 1990). Esta situación hace muy riesgosa la explotación

del ganado caprino de leche cuando el recurso hídrico es escaso. Por esta razón, es recomendable ubicar este tipo de explotaciones en aquellos lugares donde se disponga de una pequeña superficie para cultivos de riego. En este último caso, es posible bajar el costo de alimentación y asegurar la disponibilidad de forraje y concentrado requerido para alcanzar una alta producción de leche por cabra y, con ello, la rentabilidad del rubro.

Manejo del ganado

Una resumida descripción de las principales normas de manejo recomendadas para una lechería de 200 cabras, con un período de parición al año y lactancia de 210 días, se presenta a continuación (Chile, Ministerio de Agricultura, FIA, 1993, a y b).

Cuando se está instalando una lechería de cabra y no se dispone de ganado, es recomendable comprar cabritas de dos a tres meses de edad. Estos animales se mantienen en una pradera natural de buena condición, a fin de recibir una alimentación óptima que les permita alcanzar un peso vivo de 30 a 33 kg al inicio del encaste, el cual se realiza en los meses de febrero y marzo.

A partir del año uno, las cabras infértiles se venden junto con el rechazo, a objeto de renovar el rebaño y estructurar una masa de animales en lactancia compuesta por cabras de 1° a 5° parto. Durante los primeros 5 años de explotación del plantel caprino se aconseja reemplazar el 20% de desecho por cabras del primer encaste, preñadas, compradas en algún establecimiento que asegure un alto potencial productivo, a fin de asegurar los rendimientos de leche por cabra.

Las hembras se manejan separadamente y sólo se juntan con los machos en el período de encaste de cada año. Las pariciones comienzan en julio y/o agosto, y la lactancia se prolonga hasta febrero del año siguiente o hasta completar 210 días.La técnica de dos pariciones al año para tener producción permanente de leche se aconseja iniciarla cuando se disponga con seguridad y durante todo el año de recursos forrajeros y alimenticios (granos).

Las crías se separan por sexo. Los machos y hembras no seleccionados se venden a la semana de edad. Las cabritas preseleccionadas para reemplazo se mantienen en el plantel lechero, siendo destetadas al segundo día de nacidas, y alimentadas con sustituto lácteo comercial; para ello, es necesario contar con galpón de crianza.

Durante el período de encaste se agrupan las hembras en lotes de 20 animales y un macho, los que permanecen en potreros independientes. Estos deben disponer de una vegetación que asegure una adecuada alimentación del ganado. La disponibilidad de forraje es importante a fin de asegurar una máxima prolificidad en las cabras adultas.

Al término del encaste, los machos del rebaño se conducen a un potrero con una adecuada disponibilidad de forraje para mantenerlos en óptima condición. Las cabras permanecen en el mismo sector hasta el inicio del último tercio de gestación, sólo si la disponibilidad de materia seca de la pradera natural es suficiente.

En el último tercio de gestación (junio, julio), las cabras se trasladan a un potrero con abundante recurso forrajero, natural o reforzado con arbustos forrajeros. En caso de no existir crecimiento de la pradera natural, se suplementan hasta la parición con heno de alfalfa en una cantidad que fluctúa entre 600 y 1.000 gramos por cabra al día, dependiendo de la disponibilidad del recurso natural. Debe recordarse que durante este período, las cabras acumulan las reservas para la posterior lactancia, se inicia el proceso de formación del tejido secretor en la glándula mamaria, y se produce cerca del 80% del crecimiento fetal por lo que una buena alimentación en el último tercio de la gestación asegura un adecuado peso de las crías al nacimiento, especialmente en los partos múltiples.

Dos días antes de la parición (julio, agosto),

las cabras se llevan a corrales techados, en lo posible con chimenea de ventilación (lucarna), comederos con cornadizas y bebederos automáticos, donde reciben alimentación basada en heno de alfalfa y grano chancado de cebada. Durante los primeros días de lactancia, pastorean en las cercanías de los corrales, para luego ser destinadas a potreros con suficiente forraje que permita una buena producción de leche.

Las cabras se ordeñan dos veces al día, desde el 5° día post parto, con el propósito de estimular al máximo la actividad secretora de las glándulas mamarias. Durante el período seco el ganado utiliza un potrero con buena disponibilidad forrajera para permitir una adecuada alimentación.

Manejo sanitario

Actualmente la mayoría de los rebaños no reciben el manejo sanitario ni las medidas preventivas adecuadas para la obtención de una buena productividad. Esta se puede alcanzar con adecuadas medidas de manejo zootécnico y sanitario.

Las enfermedades más frecuentes según González (1992) son:

1. Enfermedades infecciosas: Mastitis, salmonelosis, querato, conjuntivitis, linfoadenitis caseosa, "foot rot", ectima contagiosa, enterotoxemia.

2. Enfermedades parasitarias: Externas: pediculosis. Internas: parasitismo gastrointestinal, parasitismo pulmonar, distomatosis hepática y teniasis.

No existen en estos casos momentos estudios periódicos sobre la prevalencia de estas enfermedades en la IV Región. Sin embargo, la investigación realizada por Nuñez *et al* (1986) en Combarbalá, Provincia de Choapa, determinó que de 298 muestras serológicas en 14 cabrerías de las comunidades en estudio, ninguna apareció positiva a brucelosis. Además, se detectó un 9,1% de mastitis clínica; 3,3% de ectima contagiosa; 6,3% de abscesos de linfoadenitis y, escasa cantidad de parásitos gastrointestinales, pulmonares y ausencia de *Fasciola hepatica* (distomatosis).

Manejo alimentario

La alimentación de 200 cabras y 10 chivatos se logra por un aporte promedio de 30% provenientes de la materia seca proporcionada por la vegetación natural del sector de secano, un 60% por cultivos forrajeros, o mediante compra de heno o "pellet" de alfalfa y un 10% de concentrado. En la medida que se establezcan, bajo condiciones de riego, 4 ha de alfalfa y 2 ha de trébol subterráneo y, si el recurso hídrico lo permite, 2,5 ha de maíz o sorgo de grano, en rotación con trébol alejandrino y 1 ha de tuna destinada a forraje estival, se asegura la disponibilidad de granos y forrajes y se rebaja significativamente el costo de la alimentación. Además, se hace factible introducir la práctica de dos pariciones al año, con lo que se obtiene una producción de leche y queso permanente en el tiempo.

En el área de secano, se estima una producción media de materia seca del estrato herbáceo de 300 kg/ha/año y del arbustivo, reforzando con *Atriplex nummularia*, u otra especie, de 200 kg/ha/año. Estas cantidades son relativas y dependen, principalmente, de las grandes fluctuaciones pluviométricas, especialmente del estrato herbáceo, que en años secos no aporta materia seca y en años lluviosos ésta llega a 2.000 kg/ha/año o más. Se recomienda, para bajar los costos de alimentación, establecer anualmente 3 a 4 ha de cebada o avena y una superficie similar de ballica anual u otra gramínea forrajera de crecimiento invernal (Chile, Ministerio de Agricultura, FIA, 1993; Azócar y Lailhacar, 1990).

La alimentación, en el período de mayor producción de leche, se basa en el aporte de la pradera natural más una ración suplementaria de heno de alfalfa y cebada o avena chancada y/o forraje hidropónico. Como en esa etapa, los requerimientos nutricionales son muy elevados y la pradera aún no está en su máxima producción, se ha estimado que las necesidades del ganado son cubiertas en un 80% por la ración de heno y cebada o avena durante un lapso de 60 días, tiempo suficiente para que la pradera alcance su máximo valor forrajero. Lo anterior, es válido en un año de pluviometría normal; de no ser así, es necesario suplementar durante todo ese período.

La ración diaria promedio fluctúa entre 0,72 a 0,80 kg de heno de alfalfa y podría alcanzar hasta 2 kg en aquellas cabras con alta producción de leche (sobre 400 L/año). Además, si se cuenta con un tunal, se debería proporcionar paletas de tuna en fresco y picado, para aprovechar el efecto lactógeno y la alta producción de forraje de esta especie (Azócar, 1992; Azócar y Rojo, 1992).

En relación al manejo de praderas, debería utilizarse el sistema de pastoreo diferido. Aún cuando éste se basa en un buen sistema de apotreramiento, para rebajar costos podría emplearse el sistema de pastoreo dirigido por el pastor y cerrarse sólo los contornos de los terrenos a utilizar con el ganado caprino. Esta técnica de pastoreo es muy utilizada en otros países como España, lo que permite mantener a los animales en los sectores asignados, según el plan de manejo, sin necesidad de cercos (Azócar *et al*, 1984; Azocar *et al*, 1987a y b) .

Manejo de ordeña y producción de leche

El sistema de ordeña de cabras más utilizado en la IV Región es el de tipo manual, realizado en corrales con piso de tierra, cubierto de estiércol y mojado con orines. El proceso consiste en coger al animal de una pata y colocar ésta debajo de la rodilla del ordeñador con el objeto de impedir cualquier movimiento, para proceder a la extracción de leche.Esta práctica es muy estresante para el animal, además de producir retención de leche e impedir la aplicación de cualquier medida de higiene que evite la contaminación de ésta (Chile, Ministerio de Agricultura, FIA, 1993; Chile, SERPLAC IV Región, 1991).

Para suprimir el sistema de ordeña indicado anteriormente, que limita la producción de leche de buena calidad y, por consecuencia, la obtención de un queso de buen sabor y valor de mercado, se debe disponer de una sala de ordeña techada, con radier, plataforma de ordeña y agua potable.

PRODUCCION DE QUESO DE CABRA

Existe escasa información en la IV Región respecto a construcción y funcionamiento de plantas de elaboración de queso de cabra. Por esa razón, se presenta, como ejemplo, el caso de las plantas de queso de cabra de "Puerto Oscuro" y "Los Corrales", que están construidas y equipadas conforme a proyectos elaborados por el CEZA, basados en resultados y experiencias obtenidos a nivel de investigación en la planta quesera de la Estación Experimental Agronómica Las Cardas. Ambos son de tipo demostrativo, se ubican en la comuna de Canela, Provincia de Choapa, IV Región (Chile, SERPLAC IV Región, 1991; Guzmán *et al*, 1989).

Para cada planta quesera se ha considerado una superficie construida de 62,5 m^2 y equipos y materiales para la elaboración de quesos frescos y maduros de buena calidad sanitaria y organoléptica e incorporación de tecnología especial.

Queso de tecnología especial

La elaboración de quesos de tecnología especial está condicionada al uso de leche de óptima calidad organoléptica y sanitaria, libre de olores y sabores extraños, principalmente del típico olor a "corral de cabras".

En el "Paquete Tecnológico" se programa premiar con un buen precio la leche de calidad y castigar con un precio bajo la de mala calidad, considerando que la obtención de leche de buena calidad requiere de inversiones, principalmente en construcciones, para lograr un buen manejo de ordeña, como por ejemplo, mantención de las cabras en el período anterior a ésta en corrales techados, secos, limpios, con buena ventilación y uso de plataforma de ordeña, ubicada también en un lugar techado, con radier y disponibilidad de agua potable, a fin de mantener la limpieza en todo momento.

El precio de la leche recibida en la planta será fijado de acuerdo a los resultados de su análisis. Si éste demuestra que el producto recibido cumple normas de calidad tales como: reductasa con valores mayores a 3 horas, acidez láctica de 0,18 a 0,22%, materia grasa superior a 3,5%, estas condiciones su valor puede bajar a $ 70, e incluso no ser recibida por la planta. Desde el punto de vista demostrativo, esta condición es clave para motivar a las plantas queseras a premiar la leche de calidad, cuyo costo de producción es muy superior al sistema tradicional utilizado en la zona, debido a la incorporación de tecnología de mayor desarrollo.

Con la leche de calidad se propone trabajar en tres líneas de queso de tecnología especial, probadas con gran aceptación en su evaluación organoléptica en la Estación Experimental Agronómica Las Cardas (Chile, Ministerio de Agricultura, FIA; 1993). Éstas son:

- Queso fresco obtenido mediante acidificación de la leche por fermentación láctica y coagulación por medio enzimático. Este tipo de queso se condimenta con diversas especies aromáticas y mezclas de ellas.

- Queso madurado por hongos en la superficie.

- Queso madurado obtenido con leche pasteurizada, fermentos lácticos y coagulación enzimática.

Estas variedades de queso están dirigidas a cambiar por completo las características de la producción actual del queso de cabra, a fin de colocar en el mercado un producto de excelente calidad y presentación. De esta forma se podrán obtener altos precios a nivel nacional e internacional.

Queso maduro mejorado

Se estima que la lechería de 200 cabras tomada como referencia, producirá, en los primeros 5 años, una cantidad menor de leche a la capacidad de la planta, la que es de 500 L/día. Por esta razón, y también con fines demostrativos, se comprará leche corriente, la que probablemente será de baja calidad por falta de incorporación de la tecnología señalada por el "Paquete Tecnológico" propuesto. A ese tipo de leche, comprada a productores de los alrededores de la planta, se le fijará un precio base de $65 más IVA. Se estima que esa leche presentará las siguientes características: malos olores, materia grasa inferior a 3,5%, análisis de reductasa con valor inferior a 3 horas, acidez

TABLA 3. **Ingresos por ventas de animales y leche en una explotación de 200 cabras lecheras (cifras en miles de pesos de agosto de 1993)**

Años	Costos (miles $)	Cabras de desecho	Cabritas	Cabritos	Chivatos	Leche	Total
1	25.476	280	513	513	-	6.000	7.306
2	8.172	361	682	682	-	7.656	9.381
3	8.172	361	682	682	-	9.072	10.797
4	8.172	361	682	682	455	10.282	12.462
5	8.172	938	84	682	-	11.317	13.021
6	8.172	416	332	622	-	14.282	15.652
7	8.172	440	383	673	455	14.652	16.603
8	8.172	440	383	672	-	14.652	16.147
9	8.172	440	383	672	-	14.652	16.147
10	2.247	280	408	672	455	14.652	16.467
Total	93.099	4.317	4.532	6.552	1.365	117.217	133.983

Resultados de la evaluación: TIR= 21,27; VAN (12%)=$8.460.000

[1] Precio de Agosto de 1993

láctica de 0,22 a 0,24% y contaminaciones diversas. Si los productores mejoran la calidad de su leche, la planta podría pagar hasta el mismo monto de la producida en la explotación propia y destinarla a elaborar queso de tecnología especial.

Con leche de mala calidad no es posible producir quesos de buen valor de mercado; sólo se podrá elaborar un queso mejorado de bajo precio, sanitariamente bueno, pero organolépticamente inferior a los quesos fabricados con leche de calidad, debido a la gran dificultad técnica para eliminar el sabor y el olor característicos a corral y a chivato.

ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION CAPRINA Y DE LA PLANTA QUESERA

La evaluación económica y financiera se hace sobre la base de la explotación caprina de 200 cabras, con una producción anual de leche por cabra de 210 kg (1 L/cabra/día) la que se incrementa paulatinamente desde el año uno al seis hasta llegar a 420 kg/cabra/año o más (2 L/cabra/día) (Chile, Ministerio de Agricultura, FIA 1993a y b; Corcy, 1993). El tamaño de la explotación (número de cabras) se eligió considerando las relaciones entre tamaño, producción por cabra año y rentabilidad.

El valor de compra de la leche, $200 más IVA, se basa en su buena calidad organoléptica y sanitaria, lo que significa mayor costo de producción.

En la aplicación del "Paquete Tecnológico" para mejorar la producción y la calidad de la leche de cabra, la alimentación es uno de los insumos más altos tomando como base los precios actuales de mercado, pero el costo de estos insumos puede rebajarse si se produce el forraje

TABLA 4. Ingresos por venta de quesos en una planta con capacidad de procesamiento de 500 L/leche/día (cifras en miles de pesos de agosto de 1993)

Años	Costos	Tipos de productos a vender por la planta			Total
		Leche de calidad		Leche Corriente	
		Queso fresco	Queso maduro	Queso maduro	
1	21.371	3.600	10.404	3.128	17.132
2	15.477	4.594	13.275	4.483	22.352
3	17.753	5.443	15.730	6.055	27.228
4	18.473	6.169	17.829	4.958	28.956
5	19.089	6.790	19.624	4.019	30.433
6	20.853	8.569	24.766	1.331	34.666
7	21.073	8.791	25.407	995	35.193
8	21.073	8.791	25.407	995	35.193
9	21.073	8.791	25.407	995	35.193
10	19.411	8.791	25.407	995	35.193
Total	195.646	70.329	203.256	27.954	301.539

Resultados de la evaluación: TIR= 188,43; VAN(12%)= $50.289.000

TABLA 5. Resultados de la evaluación económica del proyecto (cifras en miles de pesos de agosto de 1993)

Parámetros	Subproyectos		Total Proyecto
	Caprinos	Quesos	
TIR	21,27%	188,43%	29,45%
VAN (Miles de $)	$8.460	$50.289	$27.617
Payback (años)	1	1	6
Relación Beneficio/Costo	1,14	1,46	1,13

y el grano en el mismo predio. En general, el mayor costo por la incorporación de tecnologías, puede compensarse con un mayor precio de venta de la leche o por un aumento de la producción de leche por cabra.

Para el caso de la venta de quesos, los precios de referencia han sido los obtenidos en las actuales transacciones de mercado para los quesos producidos en la Estación Experimental Agronómica Las Cardas, precios que se estiman apropiados para los segmentos de consumidores a los cuales se dirige el producto.

Todas las inversiones se deprecian a 10 años, considerando el valor residual de las mismas como un ingreso no operacional para el proyecto, al final del último período.

Considerando por separado los rubros "producción de leche" y "fabricación de quesos", la rentabilidad privada que ellos arrojan los hace atractivos por sí solos, recomendándose su materialización. Es importante señalar que existe un efecto de alta interdependencia entre ambos rubros, por lo cual, necesariamente deben abordarse unidos para alcanzar éxito. La metodología de efectuar los cálculos por separado nace del carácter "demostrativo" que posee este módulo productivo, de tal modo que se demuestra la posibilidad de que "crianceros" se dediquen sólo a la primera parte, esto es a la explotación caprina y no a la agroindustria del queso para la cual se requiere de alta tecnología.La Tasa Interna de Retorno (TIR) es 21,27% y el Valor Actualizado Neto (VAN) descontado al 12% es $8.460.000 para el rubro explotación caprina (Tabla 3) y la TIR y VAN son 188,43% y $50.289.000, respectivamente, para la planta quesera (Tabla 4).

Ejecutando en conjunto ambos proyectos, se obtiene una TIR de 29,45%; un VAN descontado al 12% de $27.617.000; una relación Beneficio/Costo de 1,13 y un período de recuperación de la inversión ("Payback") al sexto año (Tabla 5). El flujo neto acumulado determina que el proyecto proporciona resultados que permiten pagar todas las inversiones al sexto año ("Payback"), finalizando con un saldo acumulado de $13.813.000 como se constata la Tabla 6. Para los efectos de calcular los resultados parciales de cada subproyecto, se ha omitido el incorporar los costos no operacionales, debido a que estos afectan a ambos, sin poder prorratearse debidamente sin incurrir en errores. De este modo, sólo en la evaluación del proyecto total esos costos son incluidos.

TABLA 6. Evaluación económica del Proyecto (cifras en miles de pesos de agosto de 1993)

USO DE FONDOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Iversiones										
Subproducto Caprino	17.305	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subproducto Queso	8.313	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal Inversiones	25.618	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos Operacionales										
Subproducto Caprino	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172
Subproducto Queso	13.059	15.447	17.753	18.473	19.089	20.853	21.073	21.073	21.073	21.073
Subtotal Costo Operacionales	21.231	23.619	25.925	26.645	27.261	29.025	29.245	29.245	29.245	21.073
Costos No Operacionales		22.416	19.214	16.011	12.809	9.607	6.405	3.202	0	
Costos Financieros (8%)	1.748	3.683	3.611	3.412	3.206	3.091	2.852	2.596	2.340	2.340
Amortización (8%)	0	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202
Subtotal Costo No Operacionales	3.748	6.885	6.813	6.615	6.408	6.293	6.054	5.798	5.542	5.542
Total Uso de Fondos	50.597	30.503	32.738	33.668	35.317	35.299	35.299	35.042	34.786	34.786
FUENTES DE FONDOS										
Ingresos por venta										
Subproducto Caprino	7.306	9.380	10.796	12.462	13.020	15.652	16.149	16.149	16.149	16.468
Subproducto Queso	17.132	22.351	27.228	28956	30.433	34.666	35.194	35.194	35.194	35.194
Subtotal Inversiones por Ventas 51.662	24.438	31.731	38.024	41.418	43.453	50.318	51.798	51.343	51343	51.343
Ingresos No Operacionales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos	24.438	31.731	38.024	41.418	43.453	50.318	51.798	51.343	51343	59.249
Flujo Neto	-26.158	1.228	5.286	8.159	9.785	15.001	16.499	16.301	16.557	24.463
Flujo Acumulado	-26.158	-24.930	-19.644	-11.485	-1.701	13.300	29.799	46.100	62.657	87.119
Aportes de Capital Externo	26.158	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saldo Neto	0	1.228	5.286	8.159	9.785	15.001	16.499	16.301	16.557	24.463
Retiros	-0	-1.228	-5.286	-8.159	-9.785	-15.001	-16.499	-16.301	-16.557	-24.463
Total Fuente de Fondos	50.596	30.503	32.738	33.668	35.317	35.299	35.042	34.786	34.786	34.786
FLUJOS PARCIALES,										
Subproducto Caprino										
Egresos	25.477	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172	8.172
Ingresos	7.306	9.380	10.796	12.462	13.020	15.652	16.604	16.149	16.149	16.468
Flujo Neto	-18.171	1.209	2.625	4.291	4.849	7.481	8.433	7.978	7.978	8.297
Subproducto Queso										
Egresos	21.372	15.447	17.753	18.473	19.089	20.853	21.073	21.073	21.073	21.073
Ingresos	17.132	22.351	27.228	28.956	30.433	34.666	35.194	35.194	35.194	35.194
Flujo Neto	-4.240	6.904	9.475	10.483	11.344	13.813	14.121	14.121	14.121	1 4.121

	Subproducto' Total		
	Caprino	Quesos	Proyecto
TIR	21.27& %	188,43%	29,45%
VAN (12%) en miles de pesos	$8.460	$50.289	$27.617
Payback (años)	1	1	1
Relación Beneficio / Costo	1,14	1,46	1,13

'no incluye costos no operacionales

LITERATURA CITADA

Álvarez, M. E. y Valdés, M.S. 1986.Economía. En: CONICYT-COMITE MAB CHILE,UNESCO MAB.1986. Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida de Chile.I.Estudio de las comunidades agrícolas de Carquidaño y Yerba Loca del secano costero de la Región de Coquimbo(D.Contreras, J.Gastó y F. Cosio (Eds)Montevideo,Uruguay. 475 p/pp. 282-334.

ARCHILI. 1985 a . Levantamiento fitoecológico de la IV Región, Chile. 1. Antecedentes del proyecto. Informe Final. Santiago. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile CEPE/CNRS-FIA/ODEPA.24.p.

ARCHILI. 1985 b. Levantamiento fitoecológico de la IV Región, Chile. 1. Cartografía de la vegetación. Informe Final. Santiago. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de Chile CEPE CNRS-FIA/ODEPA.237 p.20 mapas.

ARCHILI. 1985 c. Levantamiento fitoecológico de la IV Región,Chile.3.Análisis fitoecológico.Informe Final. Santiago. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile CEPE/CNRS-FIA/ODEPA. 72 p. 9 mapas, escala 1:50.000, en colores.

ARCHILI. 1985 d. Levantamiento fitoecológico de la IV Región, Chile.4.Recursos pastorales.Informe Final.Santiago.Convenio Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile CEPE CNRS-FIA/ODEPA. 38 p. 9 mapas.

ARCHILI. 1985 e. Levantamiento fitoecológico de la IV Región,Chile.5.Nivel de desertificación. Informe Final.Santiago. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile CEPE/CNRS FIA/ODEPA. 64 p. 9 mapas.

ARCHILI. 1985 f. Levantamiento fitoecológico de la IV Región,Chile.6.Dinámica de la vegetación.Informe Final. Santiago. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile CEPE/CNR SFIA/ODEPA. 93 p. 9 mapas.

Avendaño, S. ; y Gallardo, H. 1986. Las comunidades agrícolas de la IV Región. Una particular relación hombre-tierra. Ovalle.Comisión Regional para el desarrollo integral de las comunidades agrícolas de la IV Región. 104.p.

Azocar, P. ; D'herbes, J.M. ; Osorio, R. ;Faúndez, L.;Covarrubias, G.; Husson, M. C. ; Contreras, D.; Campbell, J. y Plaza, C. 1984. Estudio de sistemas de pastoreo con caprinos para el secano árido de la IV Región.Santiago.Informe Final del Proyecto 58 / 83 al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 80 pp.

Azocar, P. y Clerc,R.1986. Efecto de tres sistemas de pastoreo sobre el comportamiento reproductivo de cabras criollas.Resúmenes IX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Chillán, 12 al 15 de octubre de 1986. P. 66.

Azócar, P.;D'herbes, J.M. y Díaz, J.1987. Estudio de sistemas de pastoreo con caprinos para el secano árido de la IV Región.Dieta e índices de aceptabilidad relativa de arbustos.Avances en producción Animal.12(1-2): 35-47.

Azócar,P.;Clerc, R.; D'herbes, J.M.; Díaz, J. y Covarrubias,G.1988a. Efecto del sistema de pasto reo con caprinos en la producción de forrajes de incienso (*Flourensia thurifera* (Mol.) D.C.) y estrato herbáceo acompañante.XXXIX Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile.Santiago. Simiente 58(1-2):4.

Azócar, P.; Clerc, R.; y Díaz, J.1988b. Efecto de dos sistemas de pastoreo sobre la producción mediterránea árida de Chile.XIII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Instituto de Investigación Agropecuarias, Estación Experimental Remehue.Osorno,19 al 21 de octubre de 1988.p.27.

Azócar,P.;Rojo, H. y Clerc,R.1990. Utilización de harina de jojoba con bajo contenido de extracto etéreo en la alimentación de cabras y su efecto en la producción de leche 8° Conferencia internacional sobre jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) (Schneider) y sus usos y 1° Conferencia internacional sobre cultivos promisorios para zonas áridas y semiáridas 17 al 22 de junio de 1990, Asunción, Paraguay.

Azócar, P. y Lailhacar, S.1990. Bases ecológicas para el desarrollo agropecuario de la zona de clima mediterráneo árido de Chile. Terra Arida 8:221-301.

Azócar,P.1991. Análisis de la ganadería de zona árida de Chile.Zona mediterránea.Simiente 61(1):7-8.

Azócar, P. y Rojo, H.1991. Uso de cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica)* en la alimentación de cabras en lactancia, en remplazo de heno de alfalfa. Avances en producción animal 16(1-2):173-182.

Azócar, P.1992. Biomasa y biotecnología.Uso de cladodios de tuna (*Opuntia ficus - indica)* en la alimentación de cabras. Actas II Congreso Internacional de la Tuna y Cochinilla.Santiago,Chile, 22 al 25 de septiembre de 1993. 119-125 p.

Azócar,P. y Rojo, H.1992. Suplementación estival de cabras en lactancia con numularia(*Atriplex nummularia* y cladodios de tuna (*Opuntia ficusindica)*.Actas II Congreso Internacional de la Tuna y Cochinilla.Santiago, Chile, 22 al 25 de septiembre de 1993. 71-76 p.

Caviedes, E.; Etienne, M.y Prado,C.1979. Bases ecológicas para el desarrollo de los terrenos agrícolas y de pastoreo de la IV Región.Santiago.Informe de Avance del Programa de Investigación de Zonas Aridas y Semiáridas de la Universidad de Chile 4: 189-190.

Caviedes, E.; Etienne, M.; Faúndez, L. y Prado, C. 1986a. Cartografía de la vegetación. En:CONICYT, COMITE MAB CHILE y UNESCO-MAB.1986. Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida de Chile. I. Estudio de las comunidades agrícolas de Caquindaño y Yerba Loca del secano costero de la región de Coquimbo (D. Contreras, J. Gastó y F. Cosio, Eds.).Montevideo,Uruguay.475 p.pp.3 -27.

Caviedes, E.; Gálvez, J. y Bruna, G. 1986b. Establecimiento de una zona piloto para un programa de manejo racional. Comunidad Agrícola Yerba Loca, IV Región. Santiago.CHILE.Primer informe Final Proyecto CONAF-PNUD-FAO CHI/83/017-7. Act. II 1.2.2.,122 p., 3 mapas.

Caviedes, E. e Infante, R. 1987. Establecimiento de una zona piloto para un programa de manejo racional. Comunidad Agrícola Yerba Loca, IV Región. Santiago. CHILE. Primer informe Final Proyecto CONAF-PNUD-FAO CHI/83/017-7.Act. II 1.2.2., 169 p. más anexos.

CHILE, Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 1976.V Censo nacional Agropecuario 1975 - 1976. Santiago. 207 p.

CHILE, Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IREN-CORFO). 1977. Estudio de las comunidades agrícolas de la IV Región.Vol.10:1-76.

CHILE, Ministerio de Agricultura;Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria (FIA). 1993a. Proyecto 08-90,"Sistemas de producción para el desarrollo integral del secano de las Regiones IV y V" Segundo Informe Técnico de Avance.Coquimbo,Junio 1993. Vol. 1:1-117.

CHILE, Ministerio de Agricultura;Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria (FIA). 1993 b. Proyecto 08-90,"Sistemas de producción para el desarrollo integral del secano de las Regiones IV y V". Segundo Informe Técnico de Avance.Anexo 1. Proyecto Centro Demostrativo de Producción Caprina "Puerto Oscuro".Coquimbo, junio 1993. Vol. 2:1-52.

CHILE, Intendencia IV REGIÓN, SERPLAC, FN DR, Y CIDERE IV Región. 1991. Proyecto Equipamiento de tecnología especial para queso de cabra.Centro de Estudios de Zonas Aridas, CEZA; Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 213 p.

Díaz, J.; Dherbes, J.M. y Azócar, P. 1986. Efecto de tres sistemas de pastoreo con caprinos sobre la pradera mediterránea árida de Chile. XXXVII Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile.Universidad de Chile,Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.Santiago,7 al 10 de octubre de 1987.Simiente 56(1.2):5.

Etienne, M.; Faúndez, L. y Valdés, J.1987. La desertización en la zona árida de Chile.Terra Arida. 6: 1- 44 y 9 cartas.

FAO.Oficina Regional para América Latina y El Caribe.1987. Tecnología de la producción caprina. Santiago, Chile. 242 p.

González, H. 1992. Manejo del ganado caprino. En: Proyecto "Centro demostrativo de transferencia tecnológica y de capacitación de producción caprina". Presentado al 2° concurso de proyección FONDEFF. Centro de Estudios de Zonas Áridas,Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales,Universidad de Chile, Vol. 1, 185 p. (circulación restringida).

Guzmán, V.; Araya, E.; Mondaca, S.O.; Azócar, P. y Clerc, R.1989. Análisis comparativo de dos métodos de higienización de la leche de cabra implementados en una quesería artesanal y rural y su incidencia en la calidad microbiológica del queso. Avances en Producción Animal 14:161-167.

Guzmán, V.;Azócar, P. y Mondaca, S.O. 1990. Calidad higiénica del queso de cabra elaborado a nivel artesanal con ácidos orgánicos como medio de coagulación de la leche. Avances en Producción Animal 15:141-146.

Manterola,H. y Azócar, P. 1990. Recursos y estratégicas para mejorar la alimentación del ganado caprino en zonas áridas. Integración con la agricultura y sistemas silviganaderos.Terra Arida 10:135-169.

Quittet,E. 1982. La cabra, guía práctica para el ganadero.Madrid España,De. Mundi-Prensa. Versión en español M.A. Díaz Yubero. 321 p.

Rojo;H. 1989. Efecto del sistema y de la época de pastoreo sobre la disponibilidad de forraje del incienso (*Flourensia thurifera* (Mol. DC).Memoria para optar al título del Ingeniero Agrónomo.Santiago.Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 108 p.

ACCION DEL BROMURO DE METILO SOBRE EL OZONO ESTRATOSFERICO Y SUS CONSECUENCIAS SOBRE LA AGROINDUSTRIA CHILENA

MARGARITA PRENDEZ B.
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile [1]

BASILIO CARRASCO
Facultad de Ciencias, Universidad de Chile [2]

RESUMEN

Recientes estudios muestran que el bromuro de metilo es una sustancia potencialmente muy destructora de la capa de ozono, pues el radical bromo es 50 veces mas destructivo que el radical cloro. Como producto agroquímico utilizado en Chile en la fumigación de frutas y hortalizas de exportación y en menor grado de bodegas y en la desinfección de suelos, su inclusión en la lista de sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, puede traer graves consecuencias económicas y sociales. Este trabajo, analiza las variables químicas y agronómicas que pueden afectar el uso futuro del compuesto en Chile.

ABSTRACT

BROMIDE METHYL ACTION ON THE ESTRATOSPHERIC OZONE AND ITS CONSEQUENCES TO THE CHILEAN AGROINDUSTRY

Recent studies prove that methyl bromide is a potentially destructive ozone layer substance. The bromine radicals are 50-fold more destructive than clorine radicals. The inclusion of methyl bromide in the Montreal Protocol which substances under surveillance, can bring serious economic and social consequences for Chile because it is an important agrochemical product, widely used in fumigation programs for export fruits and vegetables and to a less extent in the fumigation of storerooms and as a soils fumigant. This study analyze the chemical and agronomic variables that can affect the further use of this compound in Chile.

[1] Casilla 233, Santiago
[2] Casilla 653, Santiago

INTRODUCCION

Hace al menos 5 años que quedó científicamente establecido que los principales compuestos químicos responsables del deterioro de la capa de ozono estratosférico eran los **Hidrocarburos halogenados,** esto es, compuestos que contienen átomos de Cl, F, o Br (WMO 1989 y 1991; Ozone Trends Panel, 1988). Los más estables son totalmente halogenados y se denominan usualmente Cloro Fluor Carbonados (CFC).

Los CFC sólo son producidos por el hombre y sólo se degradan a nivel de la estratosfera, donde la luz solar libera sus átomos de Cl y de Br, los cuales efectúan la destrucción catalítica antropogénica del ozono. El efecto es enorme, pues una molécula de CFC es capaz de destruir decenas de miles de moléculas de ozono.Además, sus largas vidas medias (v 1/2) los hacen permanecer en la atmósfera por decenas a cientos de años, una vez emitidos. Comparados átomo a átomo, los compuestos bromados son potencialmente mucho mas dañinos que los clorados, pues entran en un ciclo que potencia la acción del Cl y del Br.

Algunos de los compuestos no totalmente halogenados, en parte también alcanzan la estratosfera y pueden así ser potenciales destructores de la capa de ozono. Por esta razón ha cundido la preocupación de los científicos por evaluar esta real potencialidad que poseería el bromuro de metilo.

Por otra parte, al ser un producto químico de grande y variada utilización en la agroindustria, su control tiene para Chile y otros países exportadores de productos agrícolas, un valor económico muy significativo.

El problema es entonces que, si el bromuro de metilo demuestra ser un destructor importante del ozono, su producción, venta y uso pueden ser restringidos mediante la inclusión en la lista de sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.

El propósito de este trabajo es analizar las variables químicas que inciden sobre dicha decisión y a partir de ello, las consecuencias eventuales que esto tendría para las exportaciones de productos agrícolas chilenos.

REACCIONES QUÍMICAS RELACIONADAS AL BROMURO DE METILO

El bromuro de metilo es un hidrocarburo con tres átomos de hidrogeno y un átomo de bromo por molécula (fórmula química=CH_3Br). Como tal no es un CFC y además se produce también en forma natural. No obstante, la presencia del átomo del Br en su estructura lo hace potencialmente muy peligroso para la capa de ozono, debido a sus reacciones químicas en la atmósfera.

Las reacciones estudiadas en el laboratorio e *in situ*, para el bromuro de metilo, indican que su remoción de la atmósfera ocurre primeramente en la troposfera, a través de una reacción del tipo (Wofsy *et al*, 1975; Yunge *et al*, 1980):

$$CH_3Br + OH. \longrightarrow CH_2Br. + H_2O \quad (v\ 1/2 = 2.1\ años)$$

Keene *et al*, (1990) han sugerido además que el Cl atómico se puede liberar mediante una reacción heterogénea desde la sal marina (NaCl) en la capa límite océano-aire. En estas condiciones, la reacción con CH_3Br sería de la forma:

$$Cl. + CH_3Br \longrightarrow HCl + CH_2Br.$$

agregando un proceso más a la remoción en la troposfera cuya importancia debiera ser bien evaluada y aún no lo está.

Una vez que alcanza la estratosfera , el bromuro de metilo fotoliza, según la ecuación:

$$CH_3Br + h\nu\ (\partial < 290\ \mu m) \longrightarrow CH_3. + Br.$$

o reacciona rápidamente con los radicales .OH y el O(1D) singulete, siempre presentes en la atmósfera, para liberar átomos de bromo. Reacciones posteriores con otras especies químicas tales como O_3, OH, HO_2, ClO, NO, y NO_2 generan dos conjuntos de compuestos bromados: las formas reactivas en la destrucción de ozono, o sea Br atómico o radical Br (.Br) y óxido de bromo (BrO) y las formas reservorio (que no

reaccionan con ozono directamente), esto es, nitrato de bromo ($BrONO_2$), cloruro de bromo (BrCl), hidróxido de bromo (HOBr) y ácido bromhídico (HBr).

A diferencia del Cl, para el cual sólo una pequeña fracción del total de especies inorgánicas en la estratosfera (excepto en las regiones polares durante el invierno) están en la forma reactiva, en el caso del Br, alrededor de la mitad de las especies inorgánicas en la baja estratosfera están en las formas activas. En consecuencia, el Br resulta más eficiente que el Cl, para la destrucción catalítica del ozono (WMO, 1989 y 1991).

Las razones de mezcla de los diferentes compuestos que afectan al ozono estratosférico varían con la altitud y se ha demostrado que en el caso del Br su contribución es máxima en la baja estratosfera (Avallone *et al*, 1993; García y Solomon, 1994). Los ciclos incluyendo especies bromadas responsables de la destrucción de ozono son, en orden hacia un menor peso relativo:

Ciclo 1

$$ClO + BrO + h\nu \longrightarrow .Br + .Cl + O_2$$
$$.Br + O_3 \longrightarrow BrO. + O_2$$
$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO. + O_2$$

Ciclo 2

$$.BrO + .HO_2 \longrightarrow HOBr + O_2$$
$$BrO + h\nu \longrightarrow .OH + Br.$$
$$.Br + O_3 \longrightarrow .BrO + O_2$$
$$.OH + O_3 \longrightarrow .HO_2 + O_2$$

Ciclo 3

$$BrO. + NO_2 + M \longrightarrow BrONO_2 + M$$
$$BrONO_2 + M \longrightarrow .Br + NO_3$$
$$NO_3 + h\nu \longrightarrow NO + O_2$$
$$.Br + O_3 \longrightarrow BrO. + O_2$$
$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

En las regiones polares domina el ciclo 1. Allí el NO_x no está en grandes cantidades y el ClO. está reforzado por las reacciones heterogéneas que ocurren sobre los aerosoles de sulfatos y las nubes polares estratosféricas. En las latitudes medias y a altitudes de unos 20 km, los ciclos 1 y 2 contribuyen a la pérdida de O_3 aproximadamente en el mismo porcentaje. Cerca de la tropopausa donde el porcentaje de $.HO_2$ es sustancial y la abundancia de ClO. despreciable, el ciclo 2 es el más importante.

Además, el ciclo 1 (BrO + ClO) es responsable de alrededor del 25% de la disminución de ozono en el agujero antártico (Anderson *et al*, 1990; Murphy, 1991).

POTENCIALIDAD DESTRUCTIVA DEL CH_3Br SOBRE EL OZONO

El poder de destrucción de ozono se determina mediante el uso de parámetros que miden de un modo u otro la extensión y magnitud de las reacciones químicas de destrucción de ozono, incluyendo entre otras variables, las velocidades de las reacciones químicas en la atmósfera, sus concentraciones en ella y sus vidas medias (reducción a la mitad de la concentración a partir de un cero arbitrario). Puesto que las vidas medias de los CFC son siempre muy grandes (decenas a cientos de años), los gases permanecerán en la atmósfera muchos años después de ser emitidos.

Uno de los parámetros utilizado es el ODP, "Ozone Depletion Potential" o potencial de disminución del ozono, que se define asignando el valor 1 al CFC-11 ($CFCl_3$).

El ODP da una medida relativa del impacto esperado sobre el ozono por unidad de masa de gas emitido, integrado en el tiempo. En el caso del CH_3Br se ha establecido además un "ODP de equilibrio" (steady state) independiente del tiempo y evaluado como:

$$ODP_{CH_3Br} = BLP \times BEF$$

donde BLP es el potencial de emisión de bromo liberado a la estratosfera por el CH_3Br con respecto al Cl en el CFC-11, por unidad de masa emitida y BEF ("Bromine Efficiency Factor") representa la cantidad de ozono estratosférico removido por unidad de masa de CH_3Br eliminado a al estratósfera.

La sustancia bromada menos dañina será aquélla que se destruya más rápidamente en la troposfera (limitando así sus BLP), pero lentamente en la estratosfera (reduciendo la razón ODP/BLP). El BLP por lo tanto, debe considerar las vidas medias para todos los procesos que afecten la remoción del CH_3Br de la atmósfera ("sumideros"). En este caso los más importantes son: Las concentraciones de radicales OH (.OH) en la troposfera, la estratosfera y los procesos en el océano. De esta forma la vida media promedio calculada para el CH_3Br es de 1,3 años (Mellouki *et al*, 1992; Zhang *et al*, 1992; Poulet, 1993), con un alto grado de incerteza derivado, fundamentalmente, de la incerteza en la velocidad de remoción por el océano.

Sobre dichas bases y considerando una vida media de 50 años para el CFC-11, se puede calcular un BLP de 0,013.

Los laboratorios AER (Atmospheric and Environmental Research, Inc., USA) han calculado un valor de 48 para el BEF utilizando modelos matemáticos que integran la información existente, incluyendo: la observación de la capa de ozono y sus variaciones, el volumen de las emisiones actuales y la previsión de las emisiones futuras de los compuestos implicados.

En esta forma se ha podido calcular un ODP par el CH_3Br de 0,60 con una incerteza que va de 0,2 a 1,0.

Los efectos del impacto en el largo tiempo, deben considerar no sólo el ODP en la situación de equilibrio, sino también para tiempos definidos del futuro. Para ello se ha calculado un ODP semi-empírico dependiente del tiempo que, para el CH_3Br muestra un ODP relativamente pequeño en el largo tiempo (cientos de años), pero bastante grande para escalas cortas de tiempo (decenas de años), como se muestra en la Figura 1 para los valores evaluados en 1991 y en la actualidad.

CONCENTRACIONES DE BROMO EN LA ATMOSFERA

Las mediciones de Br orgánico en la tropopausa indican que las razones de mezcla del Br total en la estratosfera debieran ser del orden de 18 pptv, con CH_3Br aportando un 54% (Schuffer *et al*, 1993), lo cual determina una contribución importante.

Las concentraciones determinadas para el BrO (forma activa) varían entre 4 y 10 pptv, generalmente aumentando con la altitud en la baja

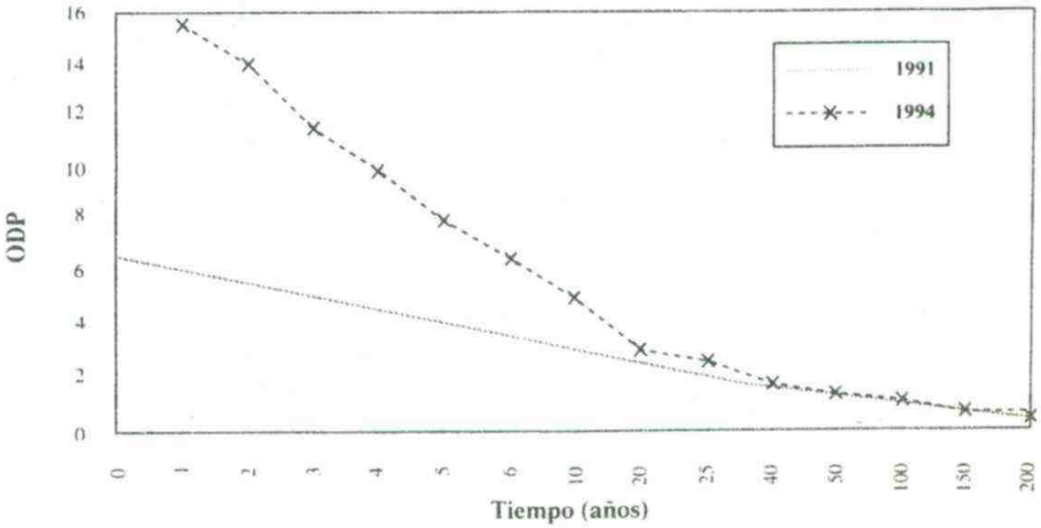


FIGURA 1. Valores para los ODP dependientes del tiempo, de acuerdo a las estimaciones de 1991 y las actuales.

estratosfera (Brune *et al*, 1990; Carrol *et al*, 1990; Toohey *et al*, 1990; Wahner *et al*, 1990; Wahner y Schiller, 1992; Arpag *et al*, 1994), en buen acuerdo con los cálculos del modelo fotoquímico (García y Solomon, 1994) y con un aporte no superior al 2% del Br total en la forma inactiva de HBr.

Para dichas determinaciones existen incertezas debido a la forma necesaria para hacer las determinaciones a estas altitudes.

USOS EN AGRICULTURA Y EMISIONES DE BROMURO DE METILO

La tabla 2 da los volúmenes de CH_3Br usados con propósitos agrícolas, a nivel mundial. Las cifras no incluyen las producciones de Israel, Europa Oriental y países del Lejano Oriente. El informe sostiene además que las cantidades calculadas que, de algún modo, escapan al ambiente en su uso en agricultura varían entre 45 y 53%.

TABLA 1. Emisiones de bromuro de metilo a la atmósfera

Fuente	Cantidad (kton/año)	Emisión de la atmósfera (%)
ANTROPOGENICA[1]		
Fumigación de suelos	20 - 60	50 (20 - 90)
Quema de biomasa	10 - 50	100
Tubo escape vehículos	0,5 - 22	100
NATURAL[2]		
Océano	60 - 100	

[1] Con una vida media estimada de 2,0 años (1,5 - 2,5 años)
[2] Con una vida media estimada de 3,7 años (1,5 - 10 años)

ORÍGENES Y FUENTES

En la troposfera el CH_3Br tiene fuentes antrópicas y naturales.Las emisiones de las fuentes antrópicas mayores se muestran en la Tabla 1 (Sci. Assess., 1994),donde se observa el amplio rango de concentraciones para ambos tipos de fuente.

La evaluación del aporte natural frente al antropogénico, es esencial, para el cálculo del ODP y sobre él quedan aún ciertas incertezas importantes, básicamente representados por los procesos que ocurren en el océano. Con todo, los valores correspondientes al uso agrícola representan entre el 27,6 y 42,9% de la parte antropogénica y entre 5,4 y 18,9% del total. A su vez, la incerteza en la vida media troposférica (mucho más del doble) podría aumentar el impacto del CH_3Br sobre el ozono.

En 1982, Rolston y Glauz compararon los valores medidos en el suelo y los calculados teóricamente para una aplicación, de CH_3Br tapando y sin tapar al momento de la aplicación, concluyendo que el efecto de las acciones era escaso. Las concentraciones (experimentales y teóricas) liberadas a la atmósfera en el largo plazo variaban entre 27 y 67% del CH_3Br aplicado y escapaban entre 1 y 14 días después de la fumigación.

Trabajos recientes (Yagi *et al*, 1993) han mostrado que un 87% se libera a la atmósfera, por lo cual las modificaciones a los tratamientos, como por ejemplo humedecer el suelo o cubrirlo, pueden ser acciones de gran importancia para reducir los volúmenes emitidos de CH_3Br.

TABLA 2. Ventas de CH_3Br, expresadas en miles de toneladas, de compañías de Japón, Europa Occidental y Estados Unidos.

Año	Pre-plantación	Post-cosecha	Estructural[1]	Int. Qcos[1]	Total
1984	30,4	9,0	2,2	4,0	45,6
1985	34,0	7,5	2,3	4,5	48,3
1986	36,1	8,3	2,0	4,0	50,4
1987	41,3	8,7	2,9	2,7	55,6
1988	45,1	8,0	3,6	3,8	60,5
1989	47,5	8,9	3,6	2,5	62,5
1990	51,3	8,4	3,2	3,7	66,6

[1]Se refiere a su empleo en la fumigación de edificios, containers,etc.
[2] Utilizando en la producción de algún otro compuesto y no liberado a la atmósfera.
Fuente: Albritton y Watson, 1993

USO EN CHILE DEL BROMURO DE METILO

Un fumigante debe cumplir un conjunto de condiciones para su adecuado uso en la agricultura y la agroindustria. En el caso del CH_3Br, sus ventajas más evidentes son: el tratamiento efectivo de plagas cuarentenarias (mortalidad de 99,9968%), su bajo costo, su corto tiempo de aplicación (2 h) y para los efectos de exportación de productos desde Chile, el estar aprobado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Otras condiciones muy importantes son que no debe afectar la calidad, composición o características del almacenaje; tampoco debe ser fitotóxico y el CH_3Br es reconocido como el fumigante de menor fitotoxicidad.

La tabla 3 muestra el volumen de frutos fumigados con CH_3Br en la última temporada, separado por especie. Considerando la dosis autorizada, se ve que las cantidades totales utilizadas corresponden a un porcentaje muy bajo del total mundial.

Estudios efectuados en Chile han comprobado que el CH_3Br es fisiológicamente activo, provocando modificaciones en el metabolismo del órgano vegetal (Morales, 1988). Este efecto disminuye la calidad del producto, genera pérdidas de sabor, provoca trastornos en la maduración y desórdenes fisiológicos. Los efectos han sido observados por ejemplo, en manzanas, peras y frutas de carozo, como damasco, nectarinos y ciruelas.

Cuando el tratamiento se efectúa antes del embarque el daño es mayor. Aunque es variable, se ha llegado hasta un 50% en el caso de la fruta redonda (Morales, 1988).

Algunos de los factores principales que contribuyen a los efectos negativos mencionados son (Campos, 1987):

- la especie y variedad (daño en orden decreciente): damasco, ciruela, nectarino, cereza, y durazno;

- el estado de madurez: a mayor madurez mayor es el daño;

- el encerado: la fruta encerada presenta mayor daño;

- la humedad; cosechar con condiciones climáticas más extremas hacen a la fruta más susceptible;

- el daño mecánico;

- la presencia de SO_2 en especies más sensibles a este gas

- la temperatura y dosis, se consideran como dosis y temperaturas apropiadas 32-48 g/m^3 de CH_3Br y 21-10 °C, respectivamente.

ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO

Los problemas mencionados permiten considerar la búsqueda y el uso eventual de compuestos alternativos. Algunos de ellos son:

- El fosfuro de hidrógeno: es de manejo relativamente fácil, pero al tener baja toxicidad requiere de largo tiempo (48-72 h) para que se obtengan buenos resultados.

TABLA 3. Especies fumigadas con CH_3Br, temporada 1993/94

Especie	Numero Cajas	Procedencia	Destino
Tomate y otras sp.	s/i	Arica	Santiago
Tomate	293.373	Chile	Argentina
Uva	9.830.391	Chile	EUA
Ciruela	304.693	Chile	EUA
Durazno	212.256	Chile	EUA
Nectarino	598.572	Chile	EUA
Damasco	7.920	Chile	EUA

s/i : Sin información.
Fuente: Mir, R. y Schudeck, G. SAG. 1994 (Comunicación personal).

- El formiato de etilo: tiene también baja toxicidad, prácticamente no deja residuos pues se degrada en sustancias no tóxicas. Sin embargo, tiene un uso restringido sobre insectos de cuerpo blando, en especial en trips *Frankliniella cestrum* (Estudios de Intec. Comunicación privada).

- El uso de bajas temperaturas: restringido a frutas que toleran temperaturas cercanas o por debajo de 0 °C, por ej.: carozos, pomáceas, kiwi, caquis y naranjas. Resulta de escasa aplicabilidad en Chile, donde las plagas cuarentenarias en general resisten las bajas temperaturas.

- El uso de altas temperaturas: en un tratamiento similar a la pasteurización, no provoca cambios de textura, sabor u otras características, es efectiva para controlar organismos que han penetrado al interior de la fruta y no dejan residuos. Es aplicable a algunas frutas tropicales (papayas y mangos) y para ciertas enfermedades fungosas en cítricos, duraznos y nectarinos. También se puede combinar con dosis más bajas de CH_3Br.

- La irradiación: puede ser un excelente método desde el punto de vista de eliminación de las plagas. No obstante, por falta de información adecuada cuenta con el rechazo por parte del consumidor. El mayor escollo sin embargo, es de tipo logistico pues requiere de instalaciones especiales a cargo de personal entrenado y por ende es de escasísima aplicación en Chile.

Lo anteriormente descrito nos permite inferir que la química de destrucción del ozono inducida por el bromo está actualmente bien establecida. Las determinaciones de laboratorio han confirmado como prioritaria la reacción rápida $BrO + HO_2$ y de poca importancia la que ocurre vía HBr. Ambas reacciones implican pérdidas grandes de ozono derivadas de las emisiones de compuestos que contiene bromo en su estructura.

El mejor valor calculado para el ODP del CH_3Br es 0,6 (pero nunca inferior a 0,3), considerando una vida media de 1,3 años y una razón interhemisférica de 1,3. A su vez, los valores de ODP dependientes del tiempo son muy altos para tiempos cortos (próximas decenas de años), aunque bajan rápidamente para tiempos largos (próximos siglos).

En conclusión, aunque existen aún ciertas incertezas en algunos aspectos vinculados a la química del CH_3Br, sus orígenes y su impacto sobre la capa de ozono, los valores establecidos a la fecha son suficientes para poder recomendar su adaptación en la lista de sustancias restringidas por el Protocolo de Montreal. No obstante que los volúmenes de CH_3Br utilizados en Chile son, comparados a nivel mundial, muy bajos y por ende su contribución a la disminución de la capa de ozono es mínimo, la posición de Chile requiere de un análisis cuidadoso.

El Protocolo de Montreal da una moratoria de 10 años a los países en vías de desarrollo. Esta situación especial puede carecer de sentido en este caso, pues en efecto positivo de la restricción funciona sólo si ella actúa prontamente.

A su vez, Chile esta muy expuesto a los efectos nocivos de la disminución de la capa de ozono y el subsecuente aumento de la radiación ultra violeta (UV-B) y en ese sentido debiera clamar por acciones prontas de parte de la comunidad internacional.

El otro problema es que se produzca unilateralmente, la restricción en el uso por parte de los EUA, Canadá y algunos países europeos, países todos que han hecho restricciones de los CFC aun mas allá de las exigencias del Protocolo de Montreal y de manera mas rápida, con lo cual Chile tendría necesariamente que derivar hacia soluciones alternativas para poder seguir llegando a dichos mercados con sus productos.

LITERATURA CITADA

Albritton, D.L.; and Watson, R.T. 1993. Methyl bromide and ozone layer: a summary of current understanding, in Methyl Bromide:Its Atmospheric Science,Technology and Economics.Montreal Protocol Assessment Supplement.Watson,Albritton,Anderson and Lee - Bapty editors. UNEP, Nairoby, Kenya.

Anderson, J.G., Brune, W.H.; Lloyd, S.A.; Toohey, D.W.; Sander, S.P.; Starr, W.L.; Loewenstein, M. and Podolske, J.R. 1990. Kinetics of O_x destruction by ClO and BrO within the Antarctic vortex:An analysis based on in situ ER-2 data. J. Geophys. Res. 94,11480-11520.

Arpag, K.A., Johnson, P.V.; Miller, H.L.; Sanders R.W.and Solomon, S.1994. Observations of the stratospheric BrO column over Colorado 40 deg N.J. Geophys. Res. in Press.

Avallone, L.M.and Toohey, D.W.1993.ER-2 BrO results from the Airborne Arctic Stratospheric Expedition II, NASA AASEII CD-ROM, to be published in 1994.

Brune, W.H., Anderson, J.G. and Chan, K.R. 1990. In situ observations of BrO over Antarctica: ER2 Aircraft results from 54 deg S to 72 deg S latitude. J. Geophys. Res., 94, 16639-16647.

Campos,L.S.1987. Antumapu año 1(1),p. 8-12.Chile.

Carroll, M. A.; Sanders, R. W.; Solomon S. and Scmeltekopf, A.L. 1990. Visible and near ultraviolet spectroscopy at McMurdo Station Antártica: 6.Observations of BrO.J.Geophys. Res.,94: 16633-16638.

García, R.R. and Solomon, S. 1994.A new numerical model of the middle atmosphere:2.Ozone and related species. J. Geophys. Res., in press.

Keene, W.C.; Pszenny, A. A. P.; Jacob, D.J.; Duce, R.A.;Galloway, J.N.; Schultz - Tokos, J.J.; Sievering H. and Boatman, J.F. 1990. The Geochemiñal cycling of reactive chlorine through the marine troposhere. Global Geocheminal Cycles, 4, 407-430.

Mellouki,A.;Talukdar, R.K.;Scmolter,A.M.;Gierczak, T.; Millis, M.J.; Solomon, S. and Ravishankara, A.R. 1992. Atmospheric lifetimes and ozone depletion potentials of methyl bromide (CH_3Br) and dibromomethane (CH_2Br_2). Geophys. Res. Letts, 19:2059-2062.

Morales,. 1988. Aconex 22 p. 25-28.

Murphy, D.M. 1991. Ozone loss rates calculated along ER-2 Flight Tracks, J Geophys. Res. 96: 5045-5053.

Ozone Trends Panel. 1988. Report of the International Ozone trends Panel.Global Ozone Research Monitoring Project. Report #18. WMO, Geneva.

Poulet, G. 1993. Atmospheric lifetimes of HCFCS and HFCs: Current estimates and uncertainties. NASA NOAA/AFEAS Workshop on Atmospheric Degradation of HCFCs and HFCs,November 1993, Boulder CO, USA.

Rolston, D.E. and Glauz, R.D. 1982. Comparisons of simulated with measured transport and transformation of methyl bromide gas in soils", Pestic. Sci., 13:653- 664.

Schauffer, S.M.; Pollock, W.P.; Heidt, L.E.; Gilpin, T.; Garcia, R.; Granier, C.; Brasseur, G.P.; Lueb, R.A.; Atlas, E.A.; Vedder, J. and Solomon, S.1993. Vertical and latitudinal distributions of halogenated organic compounds in the tropical / sub-tropical región, ESO, 74, 54.

Toohey, D. W.; Anderson, J. D.; Brune, W.H. and Chan, K.R. 1990. In situ measurements of BrO in the Arctic stratosphere" Geophys. Res. Lett.,17: 513.

Wahner,A.and Schiller,C.1992. Twilight variation of vertical column abundances of OCIO and BrO in the north polar region.J.Geophys. Res.,97:8047-8055.

Wahner, A., Callies, J. ; Dorn, H.P. ; Platt, U. and Schiller, C. 1990. Near UV atmospheric absorption measurements of column abundance's during Airborne Arctic Stratospheric Expedition,January-February 1989: 3. BrO Observations" Geophys. Res. Lett. 17: 517.

WMO. 1989. Scientific Assessment of Stratospheric Ozone: 1989. Global Ozone Research Monitoring Project. Report #20. WMO, Geneva.

WMO.1991. ScientificAssessment of Ozone Depletion:1991.Global Ozone Research Monitoring Project. Report # 25. WMO, Geneva.

Wofsy, S.C.; McElroy, M.B.; and Yung, Y.L. 1975. The chemistry of atmospheric bromide" Geophys. Res. Lett., 2,215-218.

Yagi, K., Williams, J.; Wang, N.Y. and Cicerone,

R.J. 1993. Agricultural soil fumigation as a source of atmospheric methyl bromide", Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 90: 8420-8423.

Yung, Y.L.; Pinto, J.P., Watson, R.T. and Sander, S.P. 1980. Atmospheric bromide and O_x perturbations in the lower stratosphere"J. Atmos. Sci. 37: 339-353.

Zhang, Z.; Saini, R.D.; Kurylo, M.J. and Hule, R.E. 1992. A temperature dependent kinetic study of the reaction of the reaction of the hydroxyl radical with CH3Br", Geophys. Res. Letts. 19, 2413-2416.

UNIVERSIDAD DE CHILE
BIBLIOTECA
R. RUY BARBOSA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

INDICE VOLUMEN 65

A. INDICE DE AUTORES

Azócar C., Patricio: 31
Carrasco, Basilio: 46
Faúndez Y., Luis: 3
Gallardo P., Mario: 5
Hewstone O., Nicole: 18
Johnston B., Myrna: 5
Muñoz S., Carlos: 18
Préndez B. Margarita: 46
Saavedra C., Manuel: 31

B. INDICE POR MATERIAS

A
Agroindustria. Bromuro de metilo y agroindustria 46

B
Biotecnología. Técnica biotecnológicas aplicadas en mejoramiento vegetal 18
Bromuro de metilo. Impacto ambiental 46

C
Caprinos. Ganadería caprina en la IV Región 31
Carne. Paquete tecnológico para producción de carne en la IV Región 31

E
Especies mediterráneas. Potencial melífero y polinífero 5

G
Ganadería caprina. Producción de leche y queso 31
Genética. Mejoramiento genético de plantas 16

L
Leche. Paquete tecnológico para producción de leche en la IV Región 31

M
Mejoramiento genético 18
Miel. Estimación del potencial melífero de la vegetación mediterránea 5

O
Ozono. Acción del bromuro de metilo sobre la estratosfera 46

P
Polen. Estimación del potencial polinífero de la vegetación mediterránea 5

NORMAS DE PUBLICACION EN REVISTA SIMIENTE

Los trabajos deben atenerse a las siguientes normas:

Ser originales e inéditos en su texto íntegro. Su resumen pudo ser publicado anteriormente.

Extensión: No superior a 12 páginas tamaño oficio, doble espacio, incluyendo cuadros, referencias bibliográficas e ilustraciones (fotografías, dibujos, gráficos).

Ilustraciones: Gráficos y dibujos, en cartulina blanca, papel diamante o papel mantequilla (no papel milimetrado o cuadriculado), y con tinta negra. No usar lápiz pasta. En los gráficos emplear sólo líneas negras, diferenciándolas por su grosor, segmentación, punteado, etc.

Fotografías: En blanco y negro y en papel brillante. Fotos a color pueden insertarse previo acuerdo con el Director.

Dimensiones: Las ilustraciones no deben exceder de 15 cm en su mayor dimensión.

Resumen - Abstract: Los trabajos de las Secciones "Contribuciones de interés especial" e "Investigaciones", deberán acompañarse de un resumen no superior a 300 palabras y de un abstract en inglés.

Presentación: Deberán enviarse en duplicado a la Dirección de la Revista, salvo los que se presenten en Congresos Agronómicos que se recibirán a través de la Secretaría de la Sociedad.

Importante: Los trabajos presentados a los Congresos Agronómicos que cumplan con los requisitos indicados y que sean aceptados por el Comité Editor, quedan a disposición de "SIMIENTE", a no ser que expresamente y en forma destacada en la primera página, el autor señale que no desea su publicación.

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

(Simiente Vol.65 N” 4 DIC 1995)
/Title
()
/Subject
(D:20140212164757)
/ModDate
()
/Keywords
(PDFCreator Version 0.8.0)
/Creator
(D:20140212164757)
/CreationDate
(Infoaula II)
/Author
-mark-