

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

**KOCHIA: OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE
FORRAJE EN LA COMARCA LAGUNERA**



TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

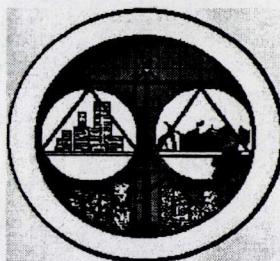
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO
RURAL**

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

JAIME TREJO MANCILLAS



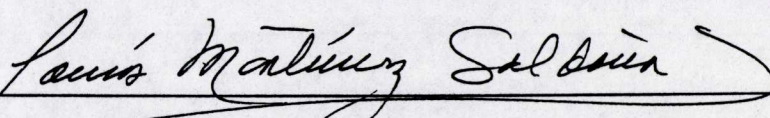
B.1692719

Chapingo, Estado de México, Mayo de 2000

KOCHIA: OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LA COMARCA LAGUNERA

Tesis realizada por **Jaime Trejo Mancillas** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO RURAL

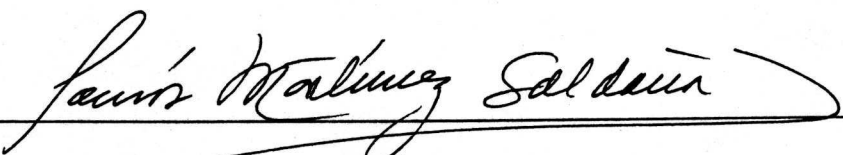
DIRECTOR: 
Dr. Tomás Martínez Saldaña

ASESOR:  A-36375
M.C. Domingo Munante Pérez

ASESOR: 
Dr. Marcos Portillo Vázquez

KOCHIA: OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LA COMARCA LAGUNERA

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Jaime Trejo Mancillas**, autor de la presente tesis de **Maestría en Ciencias en Economía del Desarrollo Rural** estuvo constituido por:

PRESIDENTE: 
Dr. Tomás Martínez Saldaña

ASESOR: 
M.C. Domingo Muñante Pérez

ASESOR: 
Dr. Marcos Portillo Vázquez

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el financiamiento otorgado en mis estudios de posgrado.

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), a la Coordinación General de Posgrado y a la División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), por el apoyo académico que me brindaron.

Al Dr. Tomás Martínez Saldaña por su dedicada enseñanza y la dirección en la presente investigación.

A los miembros del Comité Asesor y Jurado, por la exhaustiva revisión de este trabajo.

A todos los profesores y compañeros de estudio que han colaborado en mi formación profesional.

DATOS BIOGRÁFICOS

Lugar y fecha de nacimiento:

Poanas, Durango. 26 de julio de 1976.

Estudios profesionales

Licenciatura: División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 1994-1998.

Posgrado: Maestría en Economía del Desarrollo Rural. División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 1998-2000.

Desempeño profesional:

Diversas investigaciones en el área de las zonas áridas y semiáridas.

KOCHIA: OPCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN LA COMARCA LAGUNERA¹

Jaime Trejo Mancillas y Tomás Martínez Saldaña²

Resumen

En la Comarca Lagunera la actividad lechera aporta el 42% del valor de la producción pecuaria. Sin embargo, la principal limitante para la expansión de esta actividad es la disponibilidad de agua ya que existen 2,946 pozos que extraen 1,055 millones de m³ de agua al año, propiciando un déficit de 380 millones de m³ en el manto freático. Dentro de los cultivos forrajeros, la alfalfa (*Medicago sativa*), el maíz forrajero (*Zea mays*) y la avena (*Avena sativa*) representan el 89% (38,000 ha), lo cual constituye el patrón típico. Esta secuencia de cultivos implica necesidades de agua de 1,414,000 m³/año, con un gasto de 73.31 l/s; asimismo la producción es de 789 ton MS/año, con 16.58% PC. Para diseñar el patrón alternativo se consideró introducción de la coquia (*Kochia scoparia*) en complemento de la alfalfa. No hubo modificaciones a los cultivos de maíz y avena, pero la superficie con alfalfa se redujo a 20 ha. Las nuevas necesidades de agua fueron de 1,190,000 m³/año, con un gasto de máximo de 57.59 l/s; por su parte, la producción fue de 788.4 ton MS/año con un 15.89% PC. Se diseñó el equipo de bombeo determinándose una reducción en la potencia de la potencia necesaria de 200 HP a 150 HP con la propuesta.

¹ Resumen de la tesis del primer autor para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Economía del Desarrollo Rural en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

² Profesor-Investigador de la División de Ciencias Económico-Administrativas. UACH. México

La evaluación económica se basó en una tasa de actualización de 7.14%, además se consideró adquirir semilla importada de coquia (Opción A) y nacional (Opción B). Los indicadores señalaron niveles de rentabilidad similares entre el patrón típico y la Opción B del patrón alternativo, pero una diferencia significativa a favor de la Opción A. Los valores, en ese orden fueron: Valor Actual Neto = \$ 2,090,307, \$ 2,126,677 y \$ 2,230,647; Relación Beneficio Costo = 1.42, 1.46 y 1.49; y Tasa Interna de Retorno = 32.64%, 33.49%, y 39.47%.

PALABRAS CLAVE: Comarca Lagunera, kochia, agua, economía, forraje.

ABSTRACT

Jaime Trejo Mancillas

KOCHIA: OPTION FOR THE FORAGE PRODUCTION IN COMARCA LAGUNERA (May 2000)

(Under the direction of Tomás Martínez Saldaña)

In the Comarca Lagunera, the milk activity contributes 42% of the value of the cattle production. Nevertheless, the main limitation for the expansion of this activity is the water availability since 2.946 wells exist that extract 1.055 million of m³ of water to the year, causing a deficit of 380 million of m³ in the underground water. Within the forage tillage, the alfalfa (*Medicago sativa*), the forage maize (*Zea mays*) and oats (*Avena sativa*) represent 89% (38.000 ha), which constitutes the typical pattern. This sequence of cultures implies water necessities of 1,414,000 m³/year, with a discharge of 73,31 l/s; also the production is of 789 ton DM/year, with 16,58% CP. In order to design the alternative pattern introduction of coquiá (*Kochia scoparia*) in complement of the alfalfa was considered. There were no modifications to the cultures of maize and oats, but the surface with alfalfa was reduced to 20 has. The new water necessities were of 1.190.000 m³/year, with a maximum discharge of 57,59 l/s; on the other hand, the production was of 788,4 ton DM/year with 15,89% CP. It was designed the pumping equipment determining itself a reduction in the power necessary of 200 HP to 150 HP with the proposal. The economic evaluation was

based on a rate of update of 7,14%, in addition it was considered to acquire imported seed of coquia (Option A) and national (Option B). The indicators indicated to similar levels of yield between the typical pattern and Option B of the alternative pattern, but one differentiates significant in favor of Option A. The values, in that order were: Net Present Value = \$ 2.090.307, \$ 2.126.677 and \$ 2,230,647; Relation Benefit Cost = 1,42, 1,46 and 1.49; and Internal Rate of Return = 32,64%, 33,49%, and 39.47%.

INDEX WORDS: Comarca Lagunera, kochia, water, economy, forage.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes históricos	3
1.2.	Localización geográfica de la Comarca Lagunera	6
1.3.	Planteamiento del problema	8
1.4.	Objetivos de la tesis	10
1.4.1.	General	10
1.4.2.	Particulares	11
1.5.	Hipótesis	12
1.5.1.	General	12
1.5.2.	Particulares	12
1.6.	Metodología	13
II.	MARCO TEÓRICO	17
2.1.	El desarrollo sustentable	17
2.2.	Importancia de los recursos agua y suelo	20
2.3.	Desertificación y producción de alimentos	22
2.4.	La inseguridad alimentaria en el mundo	24

2.5. La actividad ganadera en las zonas áridas y semiáridas en México y su impacto en los procesos de desertificación	26
2.5.1. Situación de los agostaderos	27
2.5.2. Disponibilidad de agua	30
2.5.3. Situación del suelo	33
III. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE	36
3.1. Importancia de la leche en la alimentación humana	36
3.2. Situación mundial de la producción de leche	37
3.3. Marco regulatorio	40
3.4. Situación nacional de la producción de leche	42
3.5. Cuencas lecheras	44
IV. LA ACTIVIDAD LECHERA EN LA COMARCA LAGUNERA	47
4.1. Contexto socio económico	47
4.2. Descripción del sector agropecuario	48
4.3. Aspectos productivos de la actividad lechera	51
4.4. Comercialización de la leche	53
4.5. Financiamiento a la actividad lechera	55

4.6. Fronteras de la producción de leche	56
4.6.1. Producción	56
4.6.2. Tecnología	58
4.6.3. Financiamiento	59
4.6.4. Comercialización	60
4.6.5. Globalización	61
V. EL BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA COMARCA LAGUNERA	65
5.1. Funcionamiento de acuífero	67
5.2. La disponibilidad de agua y la producción de forrajes	72
5.3. El medio ambiente y la producción de forrajes	73
VI LA COQUIA COMO OPCIÓN FORRAJERA EN LA COMARCA LAGUNERA	76
6.1. Características generales de la coquia	76
6.2. Potencial ecológico	77
6.3. Potencial forrajero	80
6.4. Efectos sobre el ganado	81

6.5. Módulos productivos para recuperación de agostaderos	84
6.6. Potencial económico	85
6.7. Experiencias de coquia en la Comarca Lagunera	87
6.8. Factores que inhiben la adopción de la coquia como opción forrajera en la Comarca Lagunera	92
VII. ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE CON MENOR CONSUMO DE AGUA EN LA COMARCA LAGUNERA	101
7.1. Proceso de toma de decisiones para el establecimiento del patrón de cultivos forrajeros	102
7.2. Potencial forrajero de la alfalfa	104
7.3. Límites de la producción de forraje en la Comarca Lagunera	106
7.4. Uso consuntivo y producción de proteína de los principales forrajes en la Comarca Lagunera	110
7.5. Patrón típico de cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera	113
7.6. Patrón alternativo de cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera	116

VIII. ANÁLISIS ECONOMICO DEL PATRÓN TÍPICO Y ALTERNATIVO	121
DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE	
8.1. Cálculo del equipo de bombeo	121
8.1.1. Especificaciones técnicas del motor	121
8.1.2. Especificaciones técnicas del pozo	123
8.1.3. Costo anual del agua de riego	125
8.2. Evaluación Económica	127
8.2.1. Inversión en maquinaria y equipo	127
8.2.2. Depreciación	129
8.2.3. Costos de operación	130
8.2.4. Costos totales de producción y valor de la producción	136
8.2.5. Ingresos	139
8.2.6. Capital incremental de trabajo	140
8.2.7. Indicadores de rentabilidad	141
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
9.1. Conclusiones	143
9.2. Recomendaciones	145
BIBLIOGRAFÍA	148
ANEXOS	156

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Zonas áridas y semiáridas de México. Problemática de los agostaderos.	29
Cuadro 2.	Zonas áridas y semiáridas de México: Superficie en proceso de degradación por tipo de vegetación.	30
Cuadro 3.	Zonas áridas y semiáridas de México: Grados de erosión del suelo.	34
Cuadro 4.	México: Producción lechera en las cuencas más importantes.	46
Cuadro 5.	Comarca Lagunera: Patrón de cultivos.	50
Cuadro 6.	Comarca Lagunera: Principales especies y valor de la producción.	51
Cuadro 7.	Comarca Lagunera: Fronteras de la producción de leche.	63
Cuadro 8.	Comarca Lagunera: Lineamientos generales en la protección al acuífero.	75
Cuadro 9.	México: Desarrollo de la coquia en diferentes condiciones.	78
Cuadro 10.	Zonas áridas y semiáridas de México: Establecimiento de módulos de coquia y su impacto ecológico en la recuperación de agostaderos.	79

Cuadro 11. Comarca Lagunera. Rendimiento de forraje seco por corte y acumulado de coquia. Experimento 1.	89
Cuadro 12. Comarca Lagunera: Proteína cruda (%PC), fibra detergente neutro (%FDN) y digestibilidad in vitro de la materia seca (%DIVMS). Experimento 1.	90
Cuadro 13. Comarca Lagunera. Rendimiento de forraje seco por corte y acumulado de coquia. Experimento 2.	91
Cuadro 14. Comarca Lagunera. Factores que inhiben la adopción de la coquia como opción forrajera y propuestas de acción.	99
Cuadro 15. Alfalfa: Ventajas y desventajas como opción forrajera.	106
Cuadro 16. Comarca Lagunera. Rendimiento, láminas de riego y contenido de proteína cruda de los principales cultivos forrajeros.	111
Cuadro 17. Comarca Lagunera: Índice de eficiencia en el uso del agua de los principales cultivos forrajeros.	112
Cuadro 18. Comarca Lagunera. Patrón típico de producción de forraje.	116
Cuadro 19. Comarca Lagunera. Patrón alternativo de cultivos forrajeros.	119
Cuadro 20. Comarca Lagunera: Especificaciones técnicas del motor para el patrón típico y alternativo.	123

Cuadro 21. Comarca Lagunera. Especificaciones técnicas del pozo para el patrón típico y alternativo.	124
Cuadro 22. Comarca Lagunera: Costo anual del agua de riego según el patrón típico y alternativo.	126
Cuadro 23. Comarca Lagunera: Inversión en maquinaria y equipo según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.	128
Cuadro 24. Comarca Lagunera: Depreciación en maquinaria y equipo según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.	130
Cuadro 25. Comarca Lagunera: Costos anuales de energía eléctrica según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.	133
Cuadro 26. Comarca Lagunera: Resumen de costos de operación según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.	136
Cuadro 27. Comarca Lagunera: Costos totales de producción y valor de la producción según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.	138
Cuadro 28. Comarca Lagunera: Ingresos anuales según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.	140
Cuadro 29. Comarca Lagunera: Capital incremental de trabajo según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.	141

Cuadro 30. Comarca Lagunera: Indicadores de rentabilidad según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Comarca Lagunera: Localización geográfica.	7
Figura 2.	Regiones del mundo: Número de personas subnutridas.	25
Figura 3.	Zonas áridas y semiáridas de México: Precipitación promedio en los estados más afectados por la sequía. 1989-1998.	31
Figura 4.	Zonas áridas y semiáridas de México: Almacenamiento de agua. 1989-1998.	32
Figura 5.	Países del mundo: Principales productores de leche.	38
Figura 6.	Área del Tratado de Libre Comercio de América del Norte: Producción de leche entera.	42
Figura 7.	México: Retrospectiva y perspectiva de la producción de leche fluida. 1994 – 2005.	43
Figura 8.	Comarca Lagunera: Segmentación del mercado regional.	54
Figura 9.	Comarca Lagunera: Superficie sembrada con alfalfa. 1993 –1998.	72
Figura 10.	Comarca Lagunera: Proceso de toma de decisiones para el establecimiento del patrón de cultivos forrajeros.	104
Figura 11.	Comarca Lagunera: Patrón típico de producción de forraje.	113

Figura 12.	Comarca Lagunera: Gasto de noria mensual según el patrón típico de producción de forraje.	115
Figura 13.	Comarca Lagunera: Patrón alternativo de producción de forraje.	117
Figura 14.	Comarca Lagunera: Gasto de noria mensual según el patrón alternativo de producción de forraje.	118

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La leche y sus derivados juegan una papel fundamental en la alimentación humana. El hombre usa la leche de varios animales para su propia alimentación; sin embargo, los bovinos son la principal fuente de obtención de leche, por lo cual el procesamiento de este producto se enfoca a la producción de leche preferente, así como a su transformación en diferentes productos comestibles de larga duración. Por su parte, el incremento en la población humana conlleva al aumento en la demanda de la leche, con lo cual, el número de animales para producirla crece y con ello se requieren cada vez de mayores volúmenes de alimento para el hato ganadero.

La alimentación del ganado es factor clave para mantener una explotación en buenas condiciones, una vaca bien alimentada conservará un adecuado estado de salud y parámetros productivos aceptables, si la alimentación es deficiente, el primer efecto es la pérdida del estado sanitario y las mermas en la productividad de la granja. La fuente principal de alimentos para los rumiantes son los pastos y forrajes. Sin embargo, en muchas partes del mundo la producción ganadera se ha desarrollado bajo condiciones de sobreexplotación de los recursos en aras de aumentar las ganancias en el plazo inmediato.

De esta forma, la actividad ganadera ha tenido mucho que ver en el deterioro de los ecosistemas, dado lugar al surgimiento de problemas relacionados con la desertificación, que atenta contra la disponibilidad de recursos para la producción en el futuro; es decir, contra el desarrollo sustentable. Esta situación se visto recrudecida en las zonas áridas y semiáridas, donde el principal uso del suelo corresponde a la actividad ganadera y dado la fragilidad de los ecosistemas, se prevé falta de alimento con las consecuencias sociales que esto implica.

En este contexto, la presente investigación representa un instrumento de manejo sustentable para la producción de leche en especial, para el caso de una de las cuencas lecheras más importantes de México, la Comarca Lagunera, en los estados de Coahuila y Durango, en el norte de la República Mexicana. En esta región la actividad lechera se realiza bajo sistemas confinados, donde la frontera de la producción está dada principalmente por la escasez de agua. Por esta razón, se plantea un patrón alternativo de producción de forraje mediante la introducción de la coquia en complemento de la alfalfa para aprovechar sus ventajas de bajo uso consuntivo y alta cantidad de proteína cuidando las restricciones que representa para su consumo la acumulación de oxalatos, nitratos y saponinas para no afectar la salud del ganado.

Así esta tesis se enfoca a valorar esta prioridad, además de la protección al acuífero por medio de menores cantidades de agua, por esto se compara el potencial económico del patrón típico de producción de forraje con la nueva propuesta para demostrar la factibilidad de su instrumentación en el corto plazo a nivel de explotación en la región lagunera.

1.1. Antecedentes históricos

El retardo de la colonización de la Comarca Lagunera a mediados del siglo XIX, como en todo el norte del país, se debió a la presencia de continuas hordas de indios comanches y apaches, que fueron empujados a México por la colonización de Texas y de las zonas de la gran pradera norteamericana. Estas tribus empezaron a incursionar en México desde mediados del siglo XVIII, y no dejaron de atacar las zonas colonizadas hasta los años de 1875. El problema de las tribus fue solucionado matándolas poco a poco, hasta su total exterminio. Después empezó una corriente migratoria de campesinos a la zona de los ríos Aguanaval y Nazas; para 1820 había sido fundado en el pueblo de San Juan Nepomuceno de la Carrera (hoy Matamoros, Coah.), además de varios caseríos diseminados a la orilla de los esteros formados por los ríos (Martínez, 1980).

La región inició su desarrollo produciendo algodón y se vio favorecida por el desarrollo de los ferrocarriles. En 1880 llega el primer ferrocarril que permite el crecimiento del mercado del algodón, que para 1907 empieza a venderse en Estados Unidos trayendo consigo la bonanza económica para los laguneros. Los hacendados de La Laguna producían del 50 al 90% del algodón de toda la república, que representaba las divisas más seguras después de la minería (Martínez, 1980).

La expropiación de las haciendas se dio en 1936 y con ello el Estado se convirtió en promotor de la producción de algodón. Por muchos años la economía de la región estuvo expuesta a las altas y bajas en la demanda de este producto, generándose una dependencia del mercado internacional así como la disponibilidad de paquetes tecnológicos de El Paso y San Antonio, Texas, en Estados Unidos. Además, los altos requerimientos de agua del algodón y las recurrentes sequías, originaron caídas en los ingresos de los productores. Cuando el algodón pierde su valor debido a la crisis en Wall Street en los años treintas, el patrón de cultivos inició una nueva vertiente enfocándose a la producción trigo y forrajes. De 1936 hasta 1945 se continuó produciendo algodón pero el trigo ocupó un lugar importante dentro del patrón de cultivos en la región.

Es en esta nueva vertiente de desarrollo regional que la Comarca Lagunera convierte su economía a la producción de leche. En 1949 un grupo de ganaderos organizados fundan la Unión de Crédito de Productores de Leche de Torreón, S.A. de C.V. que les sirviera como palanca para apoyar la compra de insumos, granos y forrajes. Esta organización permitió la instalación de la primera pasteurizadora de la región dando origen a la Empresa Pasteurizadora Laguna, S.A. de C.V.

En 1955 la introducción de los sistemas automáticos de ordeña favorecieron el despegue de la actividad lechera en la región, lo cual la llevó a ser una de las principales cuencas lecheras de México.

En 1967 se construyó una pasteurizadora en el Distrito Federal y se adquirió equipo especializado para transportar la leche, esta acción permitió posesionarse del principal mercado de México, la zona metropolitana. De esta manera, en menos de 20 años, los ganaderos organizados tenían una red productora y deshidratadora de leche moderna que moderó el desarrollo y expansión de la lechería en la Comarca Lagunera.

Actualmente dicha organización cuenta con 250 socios de la Región Lagunera, de otras zonas aledañas y otras partes de la República Mexicana, cuya empresa se llama Grupo Industrial LALA, S.A. de C.V. y tiene 27 empresas que

incluyen asesoría técnica, alimentos balanceados, medicinas para ganado, transportes, almacén y distribución de leche y productos derivados (Villareal, 1999). Existen otros productores que venden su producto a Grupo Lala, pero estos no son considerados en esta investigación.

1.2. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

De acuerdo con datos de INEGI (1998), la Comarca Lagunera se ubica en la parte central de la porción norte de la república mexicana, entre los meridianos 102° 00' y 104° 47' WG longitud oeste y los paralelos 24° 22' y 26° 53' latitud norte. La extensión territorial es de 47,887 km², Está formada por los municipios de Torreón, San Pedro de las Colonias, Matamoros, Francisco I. Madero y Viesca, del estado de Coahuila; y Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí, Nazas, Rodeo, Tlahualilo, Gral. Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo, del estado de Durango (Figura 1).

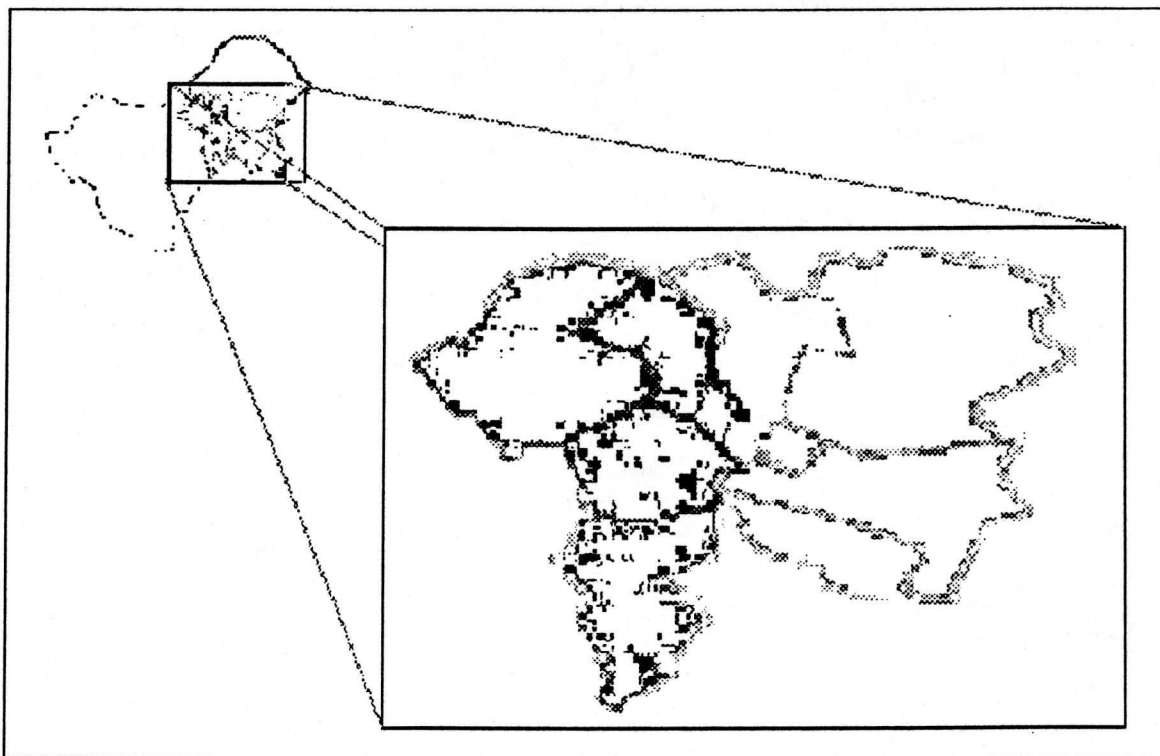


Figura 1. Comarca Lagunera: Localización geográfica.

En esta región, el 80% de la topografía es semiplana. La temperatura media anual es de 23.1°C, siendo su máxima extrema de 41.5°C y su mínima de – 5.5°C. La precipitación promedio anual es de 262 mm, cuyos meses más lluviosos son de junio a septiembre.

1.3. Planteamiento del problema

En los últimos años se ha impuesto una intensa presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales para satisfacer las necesidades de una sociedad que requiere cada vez mayor cantidad de alimentos. En este contexto, destacan los recursos hidrológicos, que hasta hace poco tiempo se consideraban baratos y abundantes, pero hoy, es bien conocido que la demanda de agua va en rápido aumento y esto contribuye a intensificar la competencia entre los usuarios, ya que otorgar el líquido a uno significa negárselo a otro.

En la agricultura, el principal problema al respecto es el riego mal administrado cuyo efecto es la escasez de agua y su contaminación, el empobrecimiento de la tierra y la difusión de enfermedades transmitidas por el agua. El impacto de este fenómeno se presenta con espectacularidad en la Comarca Lagunera, donde la baja precipitación incide directamente en los aportes que requiere la agricultura, la ganadería y el abastecimiento de agua para uso humano e industrial. Aunado a esto, la extracción excesiva de agua ha provocado un acelerado abatimiento del acuífero, lo que conlleva a costos elevados de riego, creciente escasez y deterioro en la calidad del agua.

En la Comarca Lagunera, la agricultura consume el 90.6% del agua disponible, el uso público urbano el 5%, la industria 2.3% y otros el 1.3%. En la actualidad

existen cerca de 2,140 pozos de uso agrícola, de los cuales, el 23% no operaron durante 1997 por problemas de carácter económico, para el año siguiente se puso en marcha el programa para reactivar 70 pozos, principalmente del sector ejidal, para satisfacer la demanda de agua de riego (CNA-Laguna, 1999). El diagnóstico para la agricultura de riego en la región de estudio es alarmante, se desperdicia más de la mitad (51%) del agua de riego por deficiencias en la conducción y aplicación del líquido a nivel parcela, existe deterioro físico de la infraestructura hidráulica por falta de recursos y por mal uso (Fortis, 1998).

Parte importante del uso del agua de riego está representada por los cultivos forrajeros que se utilizan para la alimentación del ganado. Dentro de estos, la alfalfa ocupa 34,499 ha, representando el 15% de la superficie neta regable (SAGAR-Laguna, 1998). Esta situación plantea problemas con relación al uso del agua, ya que su riego requiere una lámina de riego bruta superior a los 3 metros (INIFAP-Laguna, 1999). Cabe señalar que la producción de un litro de leche requiere de la utilización de 1,000 litros de agua en los distintos pasos del proceso, incluyendo el riego de la alfalfa (Fortis, 1998).

Estas circunstancias han provocado que el abatimiento anual de los niveles de los mantos acuíferos sea en algunos lugares como Matamoros, Coahuila de 2 metros. Tal situación impacta a los costos de extracción ya que se tiene que

bombear agua cada vez a mayores profundidades, aumentando los gastos de energía eléctrica, el caballaje de los motores y los gastos de mantenimiento del pozo. El retiro del subsidio para la tarifa 09 de energía eléctrica para zonas agrícolas de bombeo, han contribuido a elevar considerablemente los costos de extracción y por ende los de producción de forraje.

Por lo anterior resulta impostergable implementar medidas para detener la sobre explotación del acuífero en la Comarca Lagunera. Así, esta tesis contribuye a la solución del problema al aportar un patrón alternativo de producción de forraje como un instrumento de planeación en la alimentación del ganado acudiendo a la problemática de la región.

1.4. Objetivos de la tesis

1.4.1. General

- Elaborar y evaluar económicamente un patrón alternativo de producción de forraje con menor uso consuntivo para la Comarca Lagunera, incluyendo el cultivo de la coquia en complemento de la alfalfa; sin afectar la producción de materia seca y el contenido proteico.

1.4.2. Particulares

- Analizar los factores que determinan la frontera de la producción de leche en la Comarca Lagunera.
- Proponer una metodología para la toma de decisiones en la instrumentación del patrón de producción de forraje.
- Determinar el índice de eficiencia en el uso del agua (kg PC/m³ de agua) de los principales cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera.
- Diseñar un patrón alternativo de producción de forraje para la Comarca Lagunera, que contemple el cultivo de la coquia en complemento de la alfalfa, sin afectar el rendimiento de materia seca y el contenido de proteína cruda.
- Comparar los requerimientos de agua y su costo en el patrón típico y alternativo de producción de forraje.
- Calcular las especificaciones técnicas del equipo de bombeo para el patrón típico y alternativo.
- Determinar la rentabilidad económica de ambos patrones de producción de forraje.

1.5. Hipótesis

1.5.1. General

- El patrón alternativo de producción de forraje en la Comarca Lagunera, que considera el cultivo de la coquia en complemento de la alfalfa, favorece la protección al acuífero mediante menores tasas de extracción de agua y niveles de rentabilidad económica superiores respecto al patrón típico.

1.5.2. Particulares

- La sobre explotación del acuífero en la Comarca Lagunera, propiciada por el exceso de extracción de agua para riego de forrajes, representa la principal limitante en la expansión de la actividad lechera.
- La instrumentación del patrón de cultivos forrajeros está basada en prácticas ancestrales, cuyas especies presentan un alto uso consuntivo, atentando contra la disponibilidad de agua.
- Existen cultivos forrajeros de menor uso consuntivo, pero no representan alternativas viables para el uso eficiente del agua, ya que su producción de proteína cruda es baja.
- La introducción de la coquia en complemento de la alfalfa, es factible desde el punto de vista agronómico y económico.

- El patrón alternativo de producción de forraje requiere un menor gasto de energía y menores necesidades de agua con respecto al patrón típico, lo cual demuestra su potencial ecológico y se refleja en menores costos del agua de riego.
- El patrón alternativo implica menor necesidad de potencia del motor del pozo, respecto al patrón tradicional, lo cual tiene un impacto en costos de inversión y mantenimiento.
- La rentabilidad económica es mayor en el patrón alternativo en comparación con el patrón tradicional, esto permite su instrumentación en el corto plazo.

1.6. Metodología

La investigación se inició con la elaboración de la revisión bibliográfica, donde se identificó la importancia actual de la actividad lechera en el mundo, en México y en la Comarca Lagunera en el marco del desarrollo sustentable y los problemas de desertificación que origina el abuso de los recursos naturales. Además, se contextualizó a la región de estudio dentro de las zonas áridas y sus características ecológico ganaderas; de manera enfática se detalló la fragilidad de estos ecosistemas que ilustran la naturaleza del sistema de producción del norte. Además, se realizaron consultas particulares a los

Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura Delegación Laguna (FIRA-Laguna), la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural Delegación Laguna (SAGAR-Laguna) y la Gerencia de Asistencia Técnica del Grupo Lala (LALA), de cuya información se obtuvo el análisis de las fronteras de la producción de leche en la Comarca Lagunera considerando los ámbitos productivos, tecnológicos, financieros y de comercialización

A partir de la información de la Comisión Nacional del Agua, Gerencia Región Lagunera (CNA-Laguna) se analizó el problema de disponibilidad de agua en la región, considerando su evolución histórica, características hidrológicas y el impacto de la actividad agropecuaria en la sobre explotación del acuífero, en particular el cultivo de la alfalfa.

El estudio de las características ecológicas de la coquia se obtuvo a través de la recopilación de varias investigaciones, en las que la planta fue sometida a condiciones particulares de escasez de agua, suelos salinos o temperaturas extremas, entre otras. Los experimentos registrados donde se uso coquia para alimentar ganado con diferentes propósitos explicaron las características del forraje. Con la misma logística se determinó el potencial económico de la planta, para el caso particular de la región de estudio, citándose las experiencias obtenidas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Forestales de la Comarca Lagunera (INIFAP-Laguna) y se pudo detectar

algunas barreras que impiden la utilización de la coquia en La Laguna. También se analizó el patrón típico de producción de forraje y las recomendaciones técnicas para los principales cultivos forrajeros en la región, así como sus características bromatológicas considerado por INIFAP-Laguna.

Con la información anterior se estableció una metodología para evaluar la toma de decisiones en el establecimiento de un patrón de cultivos forrajeros, planteándose la necesidad de reconocer un límite en la expansión de la producción de forrajes en la Comarca Lagunera. A partir de los requerimientos de agua, la eficiencia en los sistemas de riego, producción de materia seca por hectárea (MS) y contenido de proteína cruda (PC), se obtuvo el índice de eficiencia en el uso del agua para la producción de proteína cruda (E) de los principales cultivos forrajeros y la coquia en la región de estudio.

Para el caso del patrón típico de producción de forraje se determinó la producción total de materia seca (ton MS), la producción total de proteína cruda (ton PC) y los requerimientos de agua (m), teniendo como objetivo la producción de materia seca (ton MS) y contenido de proteína cruda (%PC) se elaboró el patrón alternativo de producción de forraje que considera la coquia con sus restricciones en la alimentación del ganado. Para demostrar el impacto ecológico del nuevo patrón se compararon las tasas de bombeo, las

necesidades de agua y superficie necesaria entre ambos patrones de producción de forrajes.

Para la evaluación económica se analizaron las dos alternativas, la primera bajo el patrón típico de producción de forraje y la segunda de acuerdo al patrón alternativo. En ambos casos se calcularon las especificaciones técnicas según los requerimientos de agua y el acuífero de la Comarca Lagunera, la maquinaria y equipo necesarios para el cultivo de los forrajes y los insumos propios de cada cultivo. Las cotizaciones se obtuvieron a precios corrientes en diferentes casas comerciales en los municipios de Torreón, Coahuila; y Ciudad Lerdo y Gómez Palacio, en Durango, todos ellos pertenecientes a la Comarca Lagunera.

Se consideró un periodo de análisis de ocho años, por ser este el tiempo más aproximado a la vida útil de la maquinaria y la factibilidad de establecer dos veces el cultivo de la alfalfa. Para determinar la rentabilidad de los patrones se utilizó el análisis beneficio/costo mediante los indicadores que consideran el valor del dinero en el tiempo (Valor Actual Neto, VAN. Relación Beneficio/Costo, R B/C. Y Tasa Interna de Retorno TIR) con una tasa de actualización del 20% derivada de la correspondiente a la nominal del costo de capital. Finalmente, se hicieron las conclusiones y recomendaciones en relación al problema analizado.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. El desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable se volvió un tema de interés mundial hasta la década de los ochenta y se hizo explícito en el informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo en 1987, en cuyo documento titulado "Nuestro Futuro Común" se plantea lo trascendental del problema de abuso y sobre explotación de los recursos naturales, por lo que es necesario definir tareas comunes que se consolidan con la integración de esfuerzos (Comisión Burtland, 1987).

El documento "Nuestro Futuro Común" incluye la síntesis de dos líneas de pensamiento: Una de ellas basada en la búsqueda y alcance del desarrollo, entendido como un proceso global, que se refiere al desarrollo económico, político, cultural y social. En realidad todos los procesos sociales se correlacionan estructuralmente, aunque se desdoblan en planos dotados de cierta autonomía, el económico, el social en sentido estricto, el cultural y el político, sólo por abstracción es posible concebir cualquiera de esos planos independientemente del proceso global.

La otra línea de pensamiento del documento se ubica en el contexto de la preservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico. Sobre esto, se puede identificar tres categorías que Fernández (1999), llama: a) Capital ambiental, o sea la capacidad de los sistemas naturales para absorber contaminantes sin los efectos secundarios que implican altos costos que se pasan a generaciones futuras, b) La existencia finita de recursos, los cuales se consideran no renovables; y, c) Recursos renovables, que se refieren a aquellos donde el uso humano no los agota; sin embargo, en muchos casos únicamente se pueden renovar si el sistema natural del que dependen o del que se obtienen no es sobre explotado.

De lo anterior se establece que el desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, lo que implica la utilización adecuada de los recursos, de tal forma que asegure una producción significativa de bienes y servicios en el corto y largo plazo. De este concepto se concluye que son tres los principales factores que conducirán al desarrollo sustentable: a) Crecimiento económico, medido en términos monetarios, b) La equidad, medida en parámetros sociales, y c) La sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, medida con parámetros físico-bióticos. Es decir, que la sustentabilidad va más allá de

las fronteras políticas y sectores económicos, por lo que los objetivos del desarrollo económico y social deben evaluarse desde el punto de vista de todos los países involucrados.

En este contexto, un resultado de la Conferencia de Estocolmo en 1972, y en reconocimiento a la necesidad de trabajar continuamente en esta área, fue el establecimiento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 1972). El PNUMA expuso que las barreras que enfrenta el desarrollo sustentable son políticas y no están basados exclusivamente en la limitación de los recursos. Las instituciones necesarias para el logro de las metas de desarrollo, especialmente gobiernos locales competentes y representativos operando dentro de marcos legislativos apropiados, tienen un papel central para contribuir al logro de la sustentabilidad (Dourojeanni, 1991).

Lamentablemente, desde esa fecha la estructura del comercio internacional no permitió cumplir las metas del desarrollo sustentable. Un gobierno que busca resolver una crisis de deuda y cuyas divisas dependen de la exportación de recursos naturales no puede abordar temas de sustentabilidad a largo plazo. También es difícil encontrar bases morales a la exigencia de que a los países más pobres, cuyas economías han tomado muy poco de los recursos finitos o que han contribuido poco a la contaminación, hoy se les niegue el uso de las fuentes de energía más económicas porque el mundo de los ricos ha

presionado y exigido tanto del patrimonio mundial en su proceso de enriquecimiento. Además, se necesita una base más sustentable para el comercio de mercancías naturales que cambie la relación entre los principales mercados de consumo como Europa, Norteamérica y Japón, y las naciones en el Sur, que son las principales productoras de recursos naturales.

La competencia por materias primas no renovables, las tierras o la energía ha creado tensiones. A medida que las formas no sustentables de desarrollo llevan a los países a las fronteras ecológicas, las diferencias de estas entre los países pueden ser causa de conflictos internacionales. La utilización mundial del agua se duplicó entre 1940 y 1980 y esta previsto que vuelva a duplicarse en el año 2000, destinándose dos tercios para tierras agrícolas. No obstante, 80 países que absorben el 40% de la población mundial sufren ya una grave escasez de agua (Falkenmark, 1984).

2.2. Importancia de los recursos agua y suelo

En la declaración de París, generada en la Conferencia Internacional "Agua y Desarrollo Sostenible", celebrada en 1998, se establece que la cuarta parte de la población mundial no tiene acceso al agua potable, más de la mitad de la

humanidad carece de un saneamiento adecuado del agua, su mala calidad y falta de higiene figuran entre las principales causas de enfermedad y muerte, así como la escasez de agua, las crecientes inundaciones y sequías, la pobreza, la contaminación, el tratamiento inadecuado de los desechos y la insuficiencia de infraestructura plantean serias amenazas al desarrollo económico y social, la salud humana, la seguridad alimentaria mundial y el medio ambiente. Si se mantienen los planes actuales de utilización de los recursos naturales, casi las dos terceras partes de la humanidad corren el peligro de sufrir escasez de agua antes del año 2005 (FAO, 1998).

Otro instrumento internacional fue la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, que subrayó el papel fundamental que desempeña la tierra y el agua en la producción de alimentos, la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. Pidió que se atribuyera la máxima prioridad a los programas destinados a resolver los diversos problemas relacionados con la tierra y el agua con que se enfrentan muchas regiones y países y que afectan a la producción de alimentos y a la sostenibilidad de la base de recursos (FAO, 1996). En este documento se examinan las principales cuestiones relacionadas con la calidad de las tierras y el agua y su uso en la agricultura y se presentan las actividades y los programas de la FAO relacionados con la vigilancia respecto de las tierras y el agua. Se subraya también la urgente necesidad de mejorar la evaluación y vigilancia del estado, aprovechamiento y degradación de los recursos de tierras y agua a nivel local, nacional y mundial.

La principal consecuencia de la desertificación es la severa reducción de la productividad de los ecosistemas expresada en la disminución de los rendimientos agrícolas, pecuarios y forestales, así como la pérdida de la diversidad biológica. Desde el punto de vista social, se generan procesos de empobrecimiento y deterioro de la calidad de vida de la población; por lo tanto, las sociedades debe enfrentar de manera integral los problemas de la desertificación, promoviendo modelos de desarrollo sostenible, acorde con la realidad ambiental, económica y social de cada región.

2.3. Desertificación y producción de alimentos

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la desertificación se refiere a la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas inducido por las actividades humanas y reforzadas por los cambios climáticos (PNUMA, 1986).

La superficie arable en el mundo es de 1,400 millones de hectáreas (Ambroggi, 1980). Tolba (1983), estima que 21 millones de hectáreas se degradan cada año con una pérdida anual de 25 millones de ton/año de suelo superficial; el cual presenta los mejores niveles de fertilidad. Se estiman pérdidas anuales de suelo en el mundo mediante varios tipos de degradación

de 5 a 7 millones de hectáreas cultivables; además de poco más de 3 millones de hectáreas perdidas anualmente en uso no agrícola en los países en vías de desarrollo (Kanwar, 1982).

A nivel mundial, el uso del suelo forestal cubre el 30.28%; sin embargo, este va disminuyendo cada vez más. Los pastizales abarcan el 22.48%, y sufren fuertes índices de sobre pastoreo. La agricultura de riego abarca el 1.7% y se define para uso exclusivo de productos comerciales; en la producción de básicos se ubican superficies de temporal, las cuales cubren un 10.13% (FAO, 1997).

Se estima que el 80% de las áreas ganaderas están afectadas por la desertificación, la principal causa es la alta densidad de animales por unidad de superficie, lo cual lleva a la degradación de la cubierta vegetal por el sobrepastoreo con la consecuente erosión que reduce la productividad de la capa superficial del suelo. De igual forma, en América Latina alrededor del 80% de las áreas pecuarias están afectadas por el sobrepastoreo, lo cual indica que es urgente establecer medidas preventivas y de carácter correctivo para resolver el problema de la desertificación (PNUMA, 1994).

Lo anterior implica que de continuar en la tendencia actual en el abuso de los recursos la agricultura caerá en una recesión, lo que significa menor

producción de alimentos. La consecuencia inmediata será la reestructuración de las economías agudizando la polarización de clases por el costo de los alimentos, pero en el mediano y largo plazo los efectos serán mayúsculos.

2.4. La inseguridad alimentaria en el mundo

Según datos de FAO (1999), casi 800 millones de personas de los países en desarrollo carecen de suficientes alimentos. Otros 34 millones de personas de los países industrializados y de los países de economías en transición padecen también de inseguridad alimentaria crónica. El número de personas subnutridas disminuyó en 40 millones entre 1990-1992 y 1995-1997. Sin embargo, el ritmo es lento y el progreso es muy disparejo como para lograr el objetivo trazado en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación. En realidad, de continuar la tendencia actual, si la cantidad de personas subnutridas disminuye aproximadamente 8 millones por año, el total en el año 2015 aún será de 638 millones. (Figura 2).

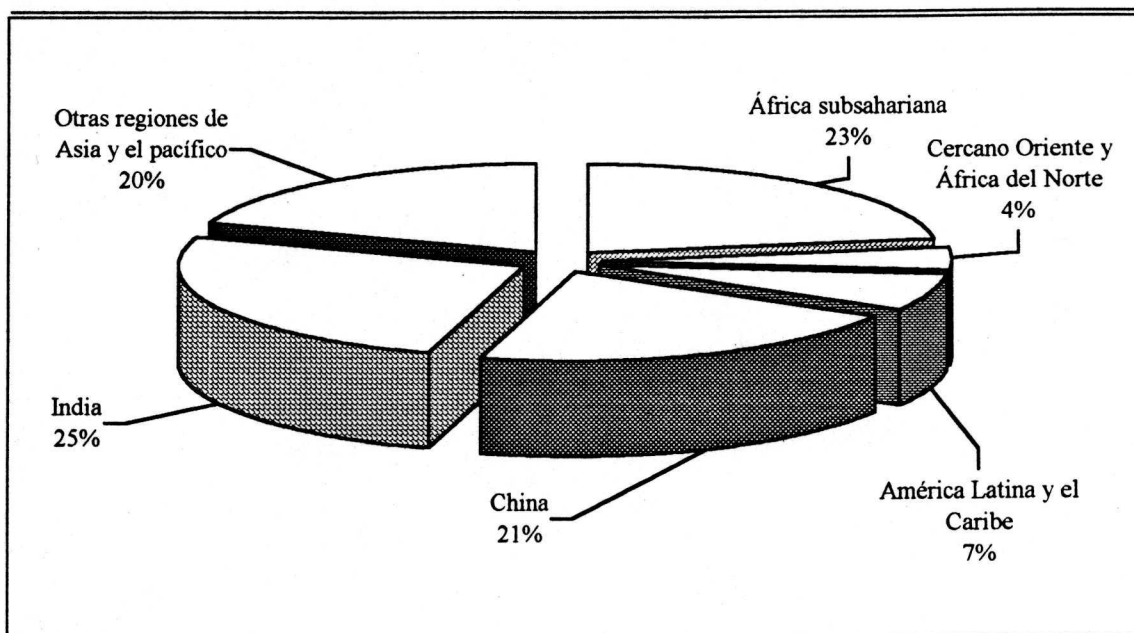


Figura 2. Regiones del mundo: Número de personas subnutridas.

La lucha contra el hambre también ha sido muy dispareja. Entre 1991 y 1996, la proporción de la población afectada por el hambre aumentó en 27 países, entre ellos varios en los que el problema ya era muy grave. En otros 32 países, la proporción permaneció estable o disminuyó tan lentamente que no consiguió contrarrestar el crecimiento de la población total. Sólo 37 países lograron disminuir la proporción con la suficiente rapidez como para reducir la cantidad absoluta (FAO, 1999).

Las zonas áridas y semiáridas son las más afectadas por la desertificación. Las características tan endebles de los ecosistemas repercuten en lentos procesos de recuperación de los recursos por lo que el menor disturbio puede

desembocar en un avance mayúsculo de la degradación de los recursos naturales.

2.5. La actividad ganadera en las zonas áridas y semiáridas en México y su impacto en los procesos de desertificación

Las zonas áridas y semiáridas de México se distinguen por su actividad ganadera, ya que representan el 74% de la superficie ganadera nacional y concentran el 27% del hato nacional. La producción se especializa en la cría de becerros predominando las razas hereford, angus, charoláis y cebuinos en menor escala, eventualmente las vacas de desecho y las vaquillas excedentes de reemplazo se destinan al mercado nacional aportando alrededor del 27% de la producción total de carne en canal (FIRA, 1999).

La producción de forraje es de junio a octubre, lo cual marca un prolongado periodo de falta de alimento, situación que se ve recrudecida por la baja calidad de los agostaderos cuyos índices rondan las 18 ha/UA¹. Lo anterior tiene un impacto directo en los bajos promedios productivos: los porcentajes de destete varían entre el 55 y 65%, con un peso entre 160 y 170 kg, considerándose posible lograr un destete cercano al 75% y un peso variable

¹ El término unidad animal (UA) se refiere a la cantidad de alimento necesaria para mantener una vaca de 450 kg de peso vivo y su cría de 150 kg de peso vivo.

entre los 180 y 200 kg, en los ranchos más tecnificados donde se han introducido praderas de buffel que mejoran los coeficientes de agostadero hasta las 12 ha/UA (CONAZA, 1995).

Algunas especies vegetales de zonas áridas y semiáridas son las especies forrajeras deseables para el ganado y la fauna silvestre que habitan la región, por las modificaciones que han sufrido para adaptarse a la sequía, han perdido valor forrajero, aunque representan una gran importancia ecológica; tal es el caso de las cactáceas. Las condiciones ecológicas de estas zonas han sido gravemente afectadas por la labor destructivo del hombre, han originado la existencia de grandes áreas con suelo desnudo y extensas superficies donde difícilmente se pueden desarrollar árboles ya que por las condiciones de suelo y temperatura, solo crecen pastos y arbustos que es necesario volver a plantar para recuperar la cubierta vegetal; es decir, cada vez existen más y más áreas cuyos procesos de desertificación son irreversibles.

2.5.1. Situación de los agostaderos

Un estudio de la Comisión Nacional de Zonas Áridas, menciona que el 68% de los agostaderos del norte se encuentran en condición de pobre a regular², es

² Los criterios para definir la situación de los agostaderos están basados en la cantidad porcentual de especies deseables respecto a su capacidad productiva, calidad forrajera y respuesta al pastoreo. Así, se considera un pastizal excelente cuando las especies deseables representan del 76 al 100% de la composición botánica, bueno para 51 a 75%, regular para 26 a 50% y pobre para 0 a 25% (CONAZA, 1994).

decir, que tienen en su composición botánica menos de la mitad de especies deseables, además de una baja densidad basal, la otra mitad comprende especies no forrajeras como arbustivas, cactáceas y plantas tóxicas, entre otras (CONAZA, 1995).

El mal manejo de los agostaderos del que han sido objeto en forma continua ha tenido un fuerte impacto en la pérdida de productividad ya que se tienen índices de agostadero de hasta 10 cabezas de ganado (bovino) en estas regiones del país, en contraparte en las regiones del sur de México que no presentan tan remarcado el problema de las regiones áridas y semiáridas, cuentan con índice de agostadero de una cabeza/ha; no teniendo problemas de sobrepastoreo y por tanto un mal manejo de los agostaderos y una mala producción como los tienen las regiones ya mencionadas, lo cual se deja ver en el avance del proceso de sobrepastoreo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Zonas áridas y semiáridas de México. Problemática de los agostaderos.

Problema	Millones de hectáreas	%
Sobrepastoreo	119	85
Erosión leve y avanzada	116.9	83.5
Invasión de arbustivas	69.58	49.7
Plantas tóxicas	54.18	38.7
Roedores	59.5	42.5
Incendios	15.54	11.1
TOTAL NACIONAL	133.33	100.0

Fuente: CONAZA, 1995.

Aunado a lo anterior, el mal manejo de los agostaderos, los cambios climáticos, los incendios y la acción de pequeños roedores y mamíferos han contribuido al deterioro de los agostaderos; lo cual demuestra que la superficie cubierta con pastizales es la más afectada al presentar el 75.47% de la superficie (50.82 millones de hectáreas) en proceso de degradación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Zonas áridas y semiáridas de México: Superficie en proceso de degradación por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Millones de hectáreas	%
Matorral desértico y semidesértico	41.29	58.96
Chaparral	1.65	61.79
Pastizal	50.82	75.47
TOTAL NACIONAL	133.33	100.00

Fuente: CONAZA, 1995.

2.5.2. Disponibilidad de agua

En las zonas áridas y semiáridas de México, la disponibilidad de agua es uno de los factores que más limitan el desarrollo de las actividades primarias. El 80% de la precipitación ocurre en los meses de julio a septiembre, lo cual indica una época seca de ocho a nueve meses que marca un fuerte periodo crítico en el invierno caracterizado por la ausencia de pasto en los agostaderos y la escasez de forraje. Aunado a esto, como se muestra en la Figura 3, las sequías que se prolongaron en los últimos 10 años causaron una fuerte disminución del hato ganadero (CNA, 1997).

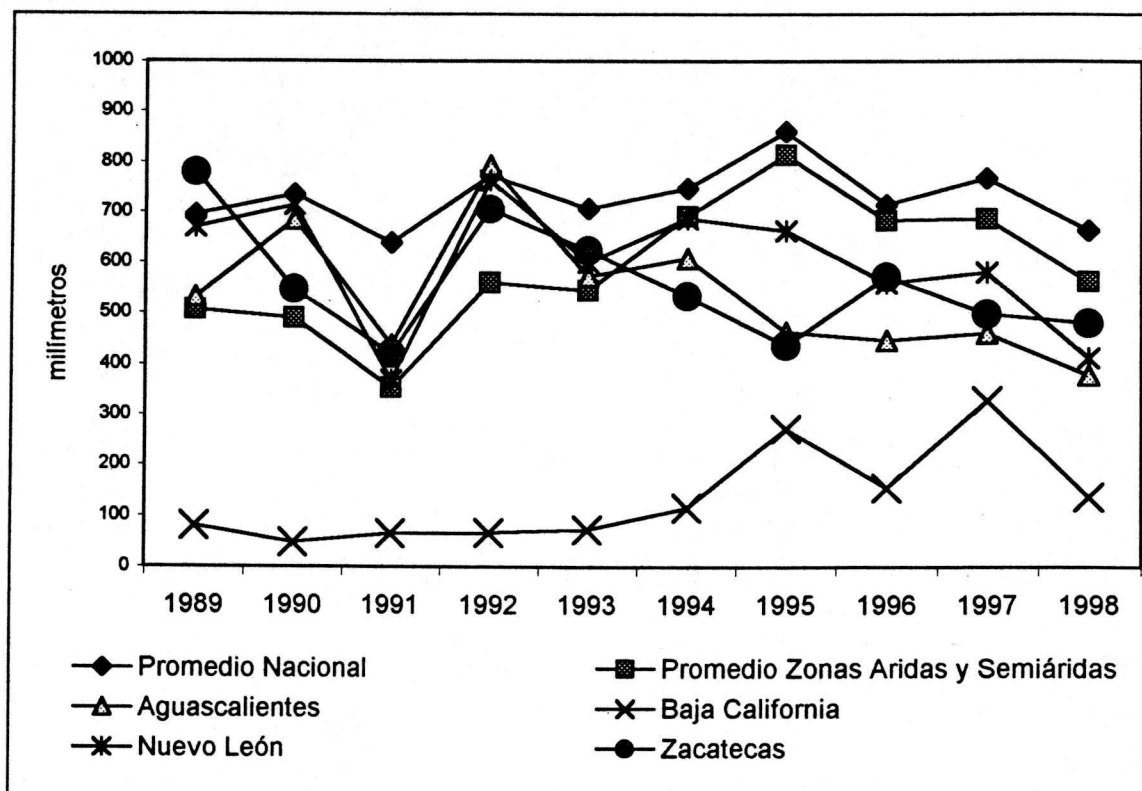


Figura 3. Zonas áridas y semiáridas de México: Precipitación promedio en los estados más afectados por la sequía. 1989-1998.

En muchas regiones, la sobreexplotación de los acuíferos propiciado por el cultivo de plantas con alto consumo de agua y el crecimiento de la población ha causado que el nivel freático haya descendido a tal grado que sea técnicamente imposible extraer el agua, o que económicamente no sea explotable. Según los reportes de CNA (1997), en el periodo de 1987 a 1998 se observa una tendencia hacia la baja en volumen almacenado del líquido, lo que prevé serios problemas para disponibilidad de agua para riego. (Figura 4).

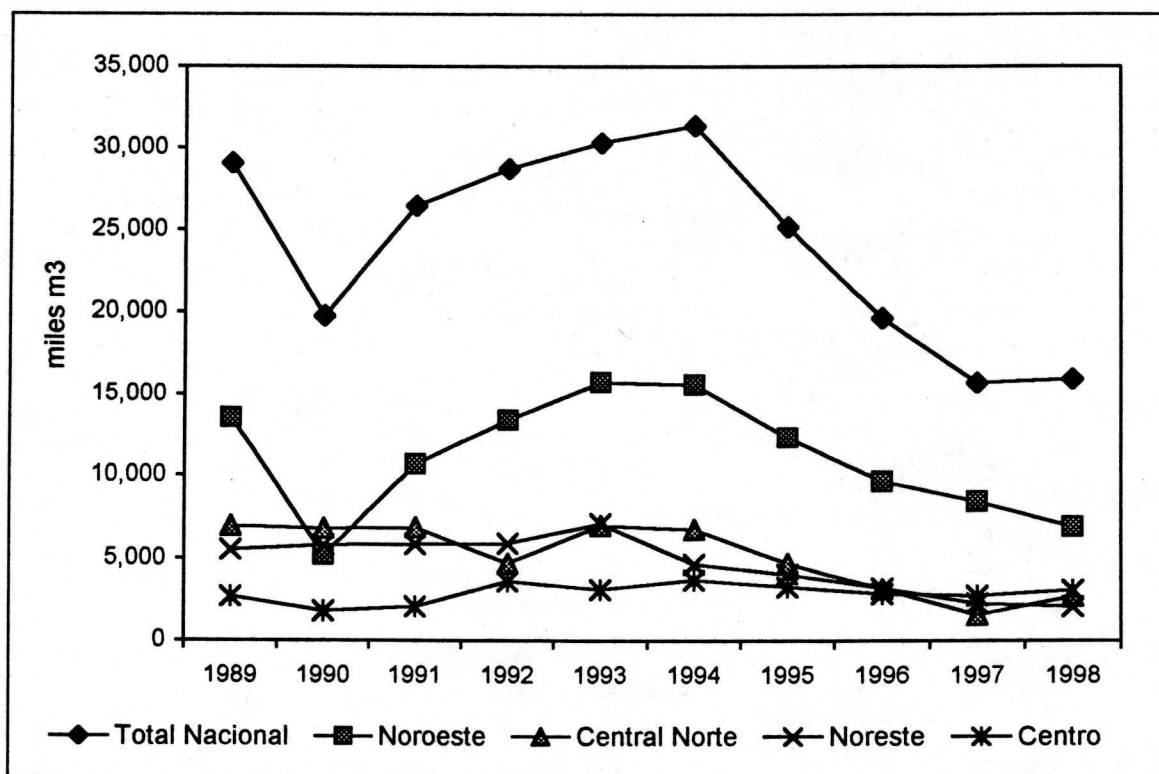


Figura 4. Zonas áridas y semiáridas de México: Almacenamiento de agua. 1989-1998.

La situación anterior se ve recrudecida considerando que alrededor del 96% de la superficie regada se riega por sistemas de riego por gravedad, lo que no favorece el uso eficiente del agua. Las causas de la baja eficiencia pueden ser variables; en general, la que más afecta es la eficiencia en la conducción ya que oscila alrededor del 60%, es decir, que por cada litro de agua sobre el conducto, llegan a su destino final solo 600 ml, el resto se pierde por infiltración y evaporación (Martínez, 1998).

2.5.3. Situación del suelo

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 1994), México y Centroamérica tienen la tasa regional de degradación específica³ más alta del mundo; reporta que en 45 años se han degradado de moderada a extrema 60.9 millones de hectáreas, lo que representa el 24.1% de la superficie con cobertura vegetal. Se estima que la erosión hídrica constituye el 74% del área con suelos degradados, el 7% de erosión eólica, la degradación física 8% y la química el 11%.

Según CONAZA (1994), el origen de los suelos en las zonas áridas y semiáridas de México es volcánico en el 40.3% de la superficie y calcáreo en el 59.7%; la textura predominante es franca o de migajón en el 50%, el 36.8% son arcillosos y el 13.2% arenosos. El 58.2% tiene algún grado de pedregosidad y otro 4% son suelos alcalinos o salinos, limitantes para la producción agrícola y el desarrollo de algunos pastizales. La profundidad es menor a 25 cm en el 34.4% de la superficie, de 25 a 50 cm en el 34.9% y mayor a 50 cm en el 30.7% restante. El pH es ácido (4.5 a 6.5) en el 30.2% de los suelos, neutro (6.6 a 7.6) en el 59.8% y alcalino (menor a 7.6) en el 9%. El 40% de los suelos del país han desaparecido de su lugar original, particularmente el suelo

³ Se refiere al porcentaje del área degradada en relación al área con cobertura vegetal de una región.

superficial que es el más productivo, así se intensifica la reducción de la productividad y su recuperación es costosa (Acosta, 1997).

Además, algún tipo de erosión está presente prácticamente en toda la superficie, siendo los estados de Aguascalientes, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, los que presentan los índices de erosión más alta; lo cual indica la urgente necesidad de implementar programas para la recuperación del suelo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Zonas áridas y semiáridas de México: Grados de erosión del suelo.

%

Estados	Ligera	Moderada	Alta	Severa
Aguascalientes	10.01	9.78	56.04	24.17
Baja California	18.37	72.79	8.77	0.15
Baja California Sur	3.34	81.31	3.16	2.18
Chihuahua	25.67	53.11	15.88	5.32
Coahuila	8.47	25.76	58.68	6.95
Durango	24.18	42.02	21.01	12.78
Nuevo León	18.33	33.93	42.93	4.79
San Luis Potosí	17.77	25.73	32.71	13.77
Sonora	24.27	39.63	27.48	8.64
Tamaulipas	66.36	17.52	11.04	4.22
Zacatecas	16.83	38.49	35.75	12.04

Fuente: CONAZA, 1994.

Lo anterior demuestra la fragilidad de las condiciones del ecosistema y los bajos niveles de vida de la población en las zonas áridas y semiáridas de México, que ha llevado a las familias a una situación precarias, donde no alcanzan a cubrir siquiera sus necesidades alimentarias, por lo tanto es necesario diseñar un plan de desarrollo que considere prioritario la adecuada nutrición de los habitantes bajo la disponibilidad particular de los recursos naturales y humanos dentro del marco de la sustentabilidad ecológica y económica

En conclusión, se puede afirmar que el desarrollo sustentable en las zonas áridas y semiáridas de México implica un crecimiento económico más rápido que debe ir acompañado con un acceso más libre a los mercados, tipos de interés más bajos, mayor transferencia de tecnología y corrientes de capital considerablemente mayores. Además, es importante impulsar la generación y adopción de nuevas tecnologías que respetan las capacidades de producción de los ecosistemas elevando la productividad y considerando los niveles de consumo. Las políticas de conservación de los recursos deben instrumentarse dentro de un sistema institucional acorde a las particularidades de cada región, cuyos planes de desarrollo deben incluir programas de financiamiento que aseguren la rentabilidad de los proyectos, participación de agentes científicos y de desarrollo tecnológico local; además de un programa de difusión capaz de involucrar a la población en todos sus sectores para crear una conciencia de preservación de los recursos naturales.

CAPITULO III. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

3.1. Importancia de la leche en la alimentación humana

La leche es la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas. Se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después del mismo por el contenido de calostro. En la composición de la leche influye: la raza y edad de la vaca, la etapa de lactancia, el método de ordeña, el estado de salud del bovino, el clima y la alimentación (SEP-DGETA, 1999).

Según Maynard (1986), esta secreción esta compuesta principalmente de agua, sales minerales, lactosa, grasa y vitaminas. Las sales y la lactosa se encuentran disueltas en el agua formando una solución verdadera. La grasa es insoluble al agua y por esto se encuentra en la leche en forma de glóbulos grasos formando una emulsión. Después de un cierto tiempo, la grasa se estratifica en forma de nata. Las sustancias proteínicas de la leche se dividen en proteínas y enzimas. Estas sustancias están compuestas de aminoácidos. Las proteínas en la leche son la caseína, la albúmina y la globulina. La caseína de la leche se encuentra combinada con calcio y fosfato en forma coloidal. La caseína es la materia prima para los quesos. Si se acidifica la leche hasta un

p.H. de 4.7, el calcio y el fosfato se separan de la caseína. Las enzimas son, compuestos proteicos que aceleran los procesos biológicos. La acción de las enzimas depende de la temperatura y del pH del medio.

La Comisión Nacional de Alimentación (1980), ha recomendado un consumo per cápita diario de 2,100 kcal y de 60 g de proteína, de las cuales cuando menos una tercera parte (20 g) debe ser de origen animal. Un litro de leche pasteurizada es capaz de proporcionarnos diariamente el 50 % del mínimo indispensable a un precio sumamente accesible.

Se requiere de un consumo diario de por lo menos 0.5 l per cápita; sin embargo, se estima que el 40% de la población total del país nunca consume, y un 15% lo hace rara vez. El consumo per cápita en 1998 en México es de 226 ml/día (FIRA, 1999).

3.2. Situación mundial de la producción de leche

Según datos de USDA (1998), los países industrializados aportan la mayor parte de la producción y exportación a nivel mundial. Exportan sus excedentes una vez que han satisfecho sus necesidades de autoconsumo: solo el 5% de la producción mundial se exporta. Los principales países que destacan en la

producción mundial en orden de importancia son: Estados Unidos, Alemania y Francia, incorporándose la India al club de los principales productores (Figura 5).

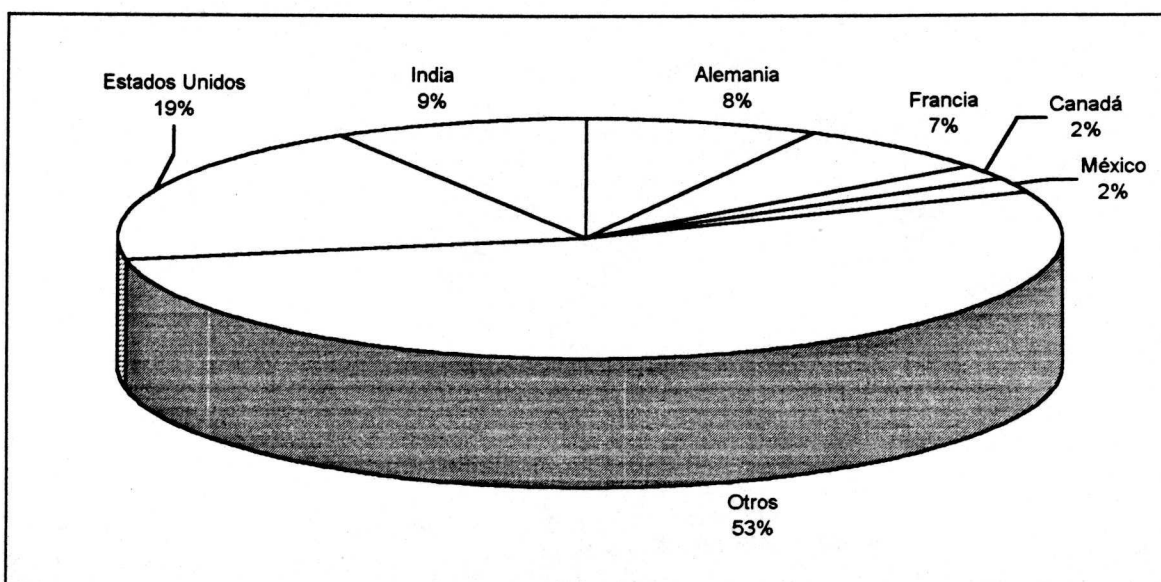


Figura 5. Países del mundo: Principales productores de leche.

En los últimos años, la estrategia asumida por los países exportadores de lácteos provocó que su producción de leche superara significativamente su consumo interno, lo que obligó a procesar estos excedentes para hacerlo más duradero en el mercado. Del acervo estadístico de la FAO (1999), se puede distinguir el siguiente análisis:

En los últimos seis años la producción mundial de leche en polvo se ha incrementado, originándose un superávit en Francia, Nueva Zelanda y Estados Unidos que en conjunto exportaron el 85% de la producción de leche en polvo

que en 1998 fue de 5.7 millones de toneladas. Los principales importadores de leche en polvo descremada fueron México, Brasil, Japón y Argelia, sumando entre ellos el 57% de las importaciones totales. Destaca en particular el caso de Rusia que importa el 15% de la exportación mundial de la leche en polvo para 1998. Los precios internacionales mantuvieron durante 1995 a 1997 una tendencia a la alza; sin embargo, la crisis financiera de Asia provocó una disminución en las exportaciones y en consecuencia un ajuste a la baja de los precios para fines de 1998.

Se nota un fuerte crecimiento en la producción, destinando los principales exportadores dos tercios de su producción nacional al mercado internacional. Los principales proveedores de este producto para México son Estados Unidos (28%), Alemania (22%), Irlanda (15%) y Canadá (15%). La tendencia de importación empieza a disminuir, sobre todo a partir de 1995; para 1997 las importaciones disminuyeron su ritmo de crecimiento ya que por ejemplo, la leche en polvo de las fracciones 0402-1001 y la 0402-2101 en suma alcanzaron la cifra de 172,025 toneladas, es decir solo un 9% en relación con el año anterior.

3.3. Marco regulatorio

El Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLC), modifica varias formas de las condiciones de acceso a los mercados de lácteos entre México, Estados Unidos y Canadá. Este tratado impone en el comercio de lácteos la arancelización de todas las restricciones a las importaciones del otro país. Lo anterior está dispuesto en la sección 22 de cuotas en Estados Unidos y por el rubro de licencias de importación en México.

Según SECOFI (1994), la importación de leche en polvo descremada (LPD), se encuentra en el grupo de productos con un arancel cuota; es decir, solo a partir de cierta cuota de exportación se paga un arancel. La cuota para la leche en polvo es de 40,000 toneladas anuales y arriba de esta cantidad se paga un 139% de impuesto; la tarifa de sobre cuota será eliminada hasta los 15 años a partir de 1993 y la tarifa cuota se incrementará un 3% por año. Con respecto a la importación de otros productos lácteos; la leche fluida tiene una tarifa *ad valorem* del 10% al igual que la mantequilla y el lactosuero.

Los requerimientos mexicanos para licencia de la leche evaporada y los quesos fueron convertidos a tarifas ordinarias del 20% sobre el valor, excepto para queso fresco, sujeto a una tarifa del 40%. Las importaciones de yogurt tienen un arancel del 20%. La desgravación de leche fluida, la mantequilla, el lactosuero y el yogurt, se realizará en 10 años por corresponder al grupo C de

desgravación arancelaria. Todas estas reducciones serán del 10% anual a partir del primero de enero de 1994, hasta el primero de enero de 2002. Cabe mencionar que los siguientes productos no quedaron incluidos en el TLC entre México y Canadá: Leche condensada, evaporada, en polvo o pastillas, caseína, grasa butírica, leche fluida envasada, yogurt, mantequilla, queso fresco y suero y lactosuero.

Para la exportación de productos lácteos hacia Estados Unidos, se aplican las siguientes reglas con cinco canastas de cuotas: Todo el queso, productos líquidos, cuotas de procesos, productos en polvo bajos en grasa y mantequilla.

Las tarifas cuotas iniciales a México se establecieron a un 5% del total actual contemplado en la sección 22 de cuotas que forman la canasta de cuota. Además, se establecen reglas de origen que existirán para evitar que a través de México se introduzcan a Estados Unidos productos de la Unión Europea, Nueva Zelanda o de cualquier otro país que no esté dentro del TLC. Según datos de USDA (1998), México produce el 9% de la leche que se consume en toda América del Norte, consume menos productos lácteos que Estados Unidos y Canadá, e importa grandes volúmenes de leche (Figura 6).

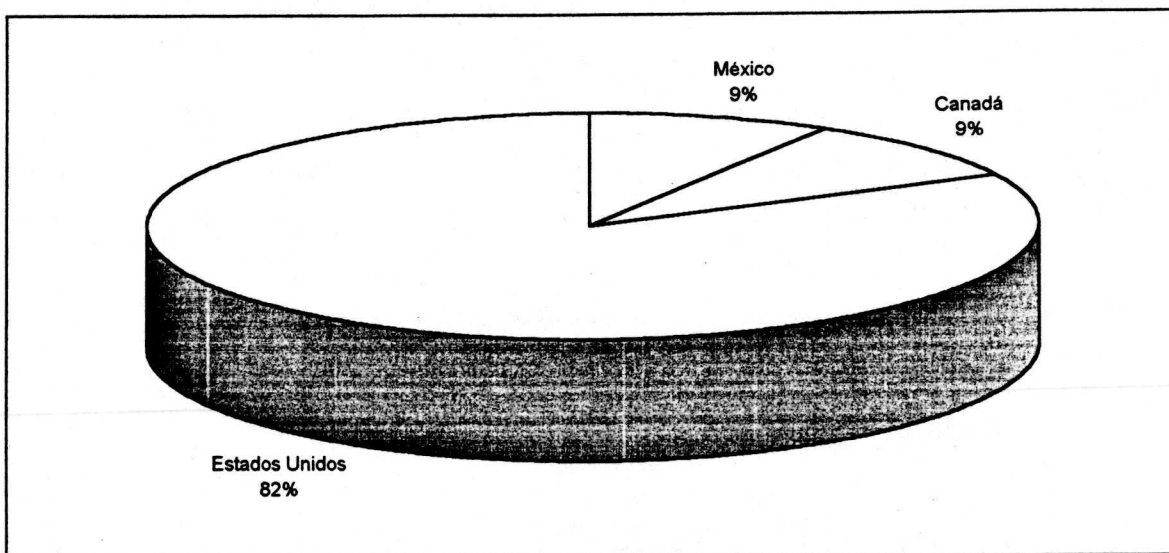


Figura 6. Área del Tratado de Libre Comercio de América del Norte:

Producción de leche entera.

3.4 Situación nacional de la producción de leche

FIRA (1998), señala que en el subsector lechero participan alrededor de 70 mil empresas en las que laboran 360 mil personas para manejar 7.6 millones de vacas, de las cuales 2.5 corresponden a ganado especializado. Para el mantenimiento total del hato se destina en el ámbito nacional seis millones de hectáreas de forraje, encontrándose 1.5 millones en zonas áridas y semiáridas y el resto en regiones tropicales y subtropicales.

El fuerte crecimiento demográfico y la concentración de la población en núcleos urbanos así como la predilección por un patrón de consumo basada en la proteína animal, hace que la leche como producto alimenticio cobre cada vez

más importancia, sin embargo su producción nacional resulta insuficiente. Según la Figura 7, este déficit año con año se va agravando, dado que el acelerado proceso de urbanización nacional originaba fuertes incrementos en la demanda, se prevé que para el año 2005 el déficit en la producción nacional representará el 55% respecto al consumo ideal (SAGAR-CEA, 1998).

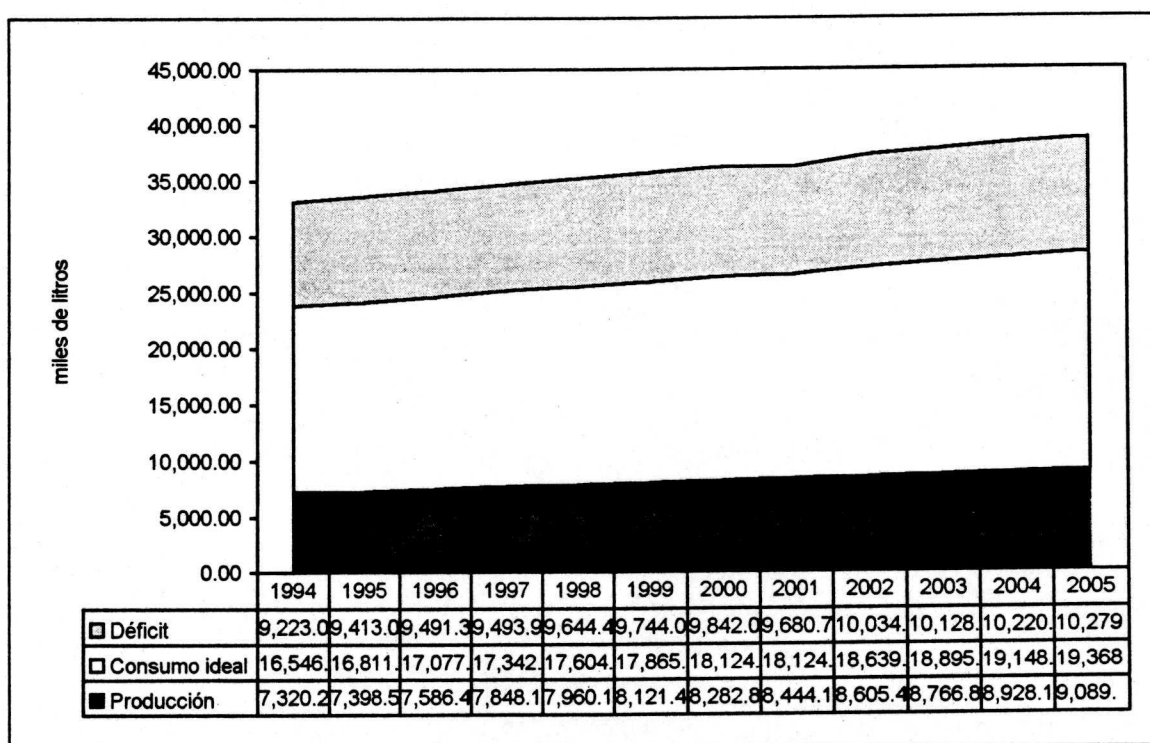


Figura 7. México: Retrospectiva y perspectiva de la producción de leche fluida. 1994 – 2005.

Lo anterior se refleja evidentemente en la Balanza Comercial de productos Lácteos que para 1997 fue de 197,467 millones de dólares, en tanto que para 1998 tuvo un saldo negativo de 192,217 millones de dólares, lo que de entrada

significa una importante fuga de divisas para nuestro país (CEA-SAGAR, 1998).

Por otra parte, el destino de la producción de leche en México es: economía informal (leche bronca, queserías y artesanías) 41.3 %, elaboración de quesos 26.8%, leche pasteurizada y ultra pasteurizada 20.1%, leches industriales 7.2%, yogurt 1.1% y otros derivados lácteos 3.5% (FIRA, 1998). Resulta importante destacar el hecho de que en un país como México, dentro de las negociaciones internacionales de comercio, hoy en día su población consume el 30% de la leche bronca, en tanto que un fuerte sector de consumidores adquiera leche subsidiada por el Estado. En otras palabras el 52% del consumo total de leche se realiza prácticamente fuera del circuito de las pasteurizadoras. El primer caso representa un fuerte problema sanitario, en tanto que el segundo implica una fuerte fuga de divisas y desestimula a los productores lecheros nacionales. Esto indica la verdadera relevancia del problema de autosuficiencia en la producción de leche, la solución implica reestructuraciones a fondo, que deben sustentarse en un sistema financiero acorde al sistema mundial y regional según sus particularidades.

3.5. Cuencas lecheras

Para 1998, se identifican claramente las siguientes tres regiones lecheras: a) árida y semiárida, b) templada; y, c) trópico seco y húmedo. En la primera de

ellas (donde se incluye La Laguna), se localiza el 29.5 % de la producción obtenida bajo régimen especializado y se aportó el 34.66 % de la producción total de leche, con sólo el 23.7 % del ganado lechero. En la región templada (donde se incluyen los estados de Querétaro, el Estado de México, Aguascalientes y Jalisco, entre otros) se localiza el 64.9 % de la producción obtenida en forma especializada, y aportó el 52.9 % de la suma total de producción de ese año con solo el 33.0 % del total del ganado. La región del trópico seco y húmedo representa sólo el 5.6 % de la producción obtenida con ganado especializado y aporta el 12.37 % de la producción global con el 43.3 % del total del ganado lechero (FIRA, 1999).

A nivel de micro regiones, Coahuila y Durango, de la región árida y semiárida, aportaron en forma conjunta 1,460,981.9 miles de litros, superando estos dos estados a Jalisco. Según el Cuadro 4, para Junio de 1998, La Laguna presentó una variación positiva en su producción de leche del 13.2 % y 12.9 % con relación a 1997, mientras que el estado de Jalisco reportó una variación negativa para estos mismos años de -0.3 %. Veracruz tuvo una variación de -30.2 %.

Cuadro 4. México: Producción lechera en las cuencas más importantes.

Miles de litros

Región	Junio 1997	Junio 1998
Jalisco	571,208	569,749
Comarca Lagunera	700,429	791,975
Veracruz	212,480	210,101
Chihuahua	284,220	319,808
Guanajuato	318,441	311,304
Estado de México	172,693	160,685
Puebla	143,895	171,802
Hidalgo	153,647	167,908
Aguascalientes	170,650	90,991
Total nacional	3,595,135	3,854,010

Fuente: CEA-SAGAR, 1998.

Lo anterior refleja que la Comarca Lagunera es la cuenca que más leche aporta ya que representó el 19.48% y 20.55% del total nacional en el periodo de análisis. Por otra parte, la actividad lechera repercute de manera importante en la generación de empleos, SAGAR (1998), menciona que la actividad industrial derivada del procesamiento de la leche ocupa 28,715 personas.

CAPÍTULO IV. LA ACTIVIDAD LECHERA EN

LA COMARCA LAGUNERA

4.1. Contexto socio económico

En la Comarca Lagunera, la población es de 1,249,009 habitantes; 754,511 (60.41%) en la Laguna de Coahuila y 494,498 (39.59 %) en la Laguna de Durango. La población económicamente activa es de 374,703 habitantes; 226,353 (60.41 %) viven en la Laguna de Coahuila y 148,345 (39.59 %) en la Laguna de Durango. La población empleada en el sector agrícola representa el 20.7 %, el sector industrial el 29 %, los servicios el 47.2 % y otros el 3% (ENADID, 1997).

Existen 300 maquiladoras, 135 (45%) en Gómez Palacio, 36 (12%) en Durango y 105 (35%) en Torreón, en Coahuila. 75 oficinas bancarias, 9 parques industriales, 1 aeropuerto con 32 vuelos diarios a diferentes partes de México y el mundo. Además de 13 universidades y 20 instituciones técnicas (WEBLAGUNA, 2000).

El Producto Interno Bruto de la región es de 12 millones de dólares, se distribuye de la siguiente manera: 1.13 millones de dólares (9.4%) del sector agropecuario, 4.17 millones de dólares (34.8%) del sector industrial, y 6.69 millones de dólares (55.8 %) del sector servicios (WEBLAGUNA, 2000).

4.2. Descripción del sector agropecuario

Existen tres regiones, mismas que corresponden a los Distritos de Desarrollo Rural (DDR): a) DDR 125 (Durango-Laguna), b) DDR 126 (Durango-Coahuila); y, c) DDR 127 (Coahuila-Laguna). La superficie total cosechada en la región correspondiente a los ciclos Primavera-Verano 1998, Otoño-Invierno 1997/98 y a los cultivos perennes, ascendió a 170,549 ha. El distrito 126 posee el 83% de la superficie bajo cultivo y coincide en su mayor parte con el distrito de riego 017 que opera la Comisión Nacional del Agua. En los ciclos Primavera-Verano se han sembrado una superficie 9.3 veces mayor que la de Otoño-Invierno (SAGAR-Laguna, 1999).

Existen alrededor de 80,000 ha (85%) de riego, se cuenta con la presa Lázaro Cárdenas cuyas aguas son derivadas a través del río Nazas, presas reguladoras y derivadoras, además de la red de canales. La fuente principal corresponde a las aguas subterráneas extraídas por 2,140 pozos de uso agrícola (SAGAR-Laguna, 1998).

Entre 1970 y 1980, el sector agrícola presentó una tasa de crecimiento anual de 2%, mientras que la ganadería creció 7.8%. Para la década de los ochenta y noventa la ganadería sigue registrando un crecimiento de 5.1% y la agricultura -0.3%, en la última década la ganadería creció 17% y la agricultura 4.72% (Fortis, 1998). El crecimiento desigual deriva de la recomposición en estructura productiva del agro lagunero ya que en 1998 el sector pecuario aportó el 59% del valor de la producción agropecuaria, y el restante 41% correspondió al agrícola (SAGAR-Laguna, 1999).

Lo anterior se refleja en el patrón de cultivos de la región. Los cultivos forrajeros cubren el 41.4%, le siguen los básicos con 25.5, los cultivos industriales con 23.6%, hortalizas con 5.6% y frutales con 3.2%. De los cultivos forrajeros, la alfalfa, el maíz forrajero y la avena forrajera cubren 89%. En los básicos el frijol y el maíz representan el 88%. En los cultivos industriales el algodón cubre 48%. En el grupo de las hortalizas el melón, la sandía, el tomate rojo y el chile representan 96%. Finalmente, dentro de los frutales, la vid y el nogal abarcan casi la totalidad de la superficie (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comarca Lagunera: Patrón de cultivos.

Grupo	Hectáreas
Forrajes	70,628
Frutales	5,609
Básicos	43,452
Industriales	40,240
Hortalizas	9,595
Otros	1,025
TOTAL	170,549

Fuente: SAGAR-Laguna, 1999

Dentro del sector pecuario, la especie más importante es la bovina de leche, participando con el 42 % del valor de la producción. Las aves productoras de carne proporcionaron el 28.7 % del valor de la producción. Las aves de postura participaron con el 16.7 % y la carne de res con el 9.38 %. Las especies de menor importancia dentro del sector son los caprinos, porcinos y equinos, que generaron menos del 5% del valor de la producción (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comarca Lagunera: Principales especies y valor de la producción.

Especie	Cabezas	Valor de la producción (Millones de pesos)
Bovinos de leche	327,906	2,907,571.9
Bovinos de carne	107,846	684,647.0
Caprinos	419,975	79,738.0
Porcinos	49,323	48,006.0
Ovinos	563	211.8
Aves de huevo	7,592,342	1,164,880.5
Aves de carne	17,835,340	1,992,024.5
Equinos	25,970	101,441.8
TOTAL		6,942,521.5

Fuente: SAGAR-Laguna, 1999.

4.3. Aspectos productivos de la actividad lechera

En la región de estudio se identifican dos sistemas de producción en la actividad lechera en la región: a) familiar; y, b) especializado. El sistema familiar se caracteriza con un nivel tecnológico tradicional, con menos de 30 vientres en explotación, un sistema de ordeña manual o portátil, con instalaciones rústicas; los productores emplean forrajes de regular calidad y tienen una capacidad empresarial baja. La lechería especializada cuenta con un nivel tecnológico avanzado, con mas de 200 vientres en explotación,

sistemas de ordeña mecanizados, instalaciones modernas; existe una organización vertical y horizontal⁴ y alta capacidad empresarial (FIRA, 1999).

El sistema familiar cuenta con 609 productores y aporta apenas el 5% del producción de leche en la región con el 7% del hato; en tanto que el sistema especializado tiene 965 productores lecheros y aporta el 95% de la producción con el 93% del hato lechero; lo cual refleja una alta polarización en la actividad lechera, por lo que los programas deben orientarse de acuerdo al tipo de productor en cuestión (FIRA-Laguna, 1999).

La tendencia del hato de la cuenca lechera en los últimos cuatro años refleja un porcentaje de crecimiento del inventario de 3.6%, en tanto que los vientres en explotación han tenido una tasa promedio de crecimiento de 5.6% y un aumento en éste periodo de 10.21% en la producción de leche (SAGAR-Laguna, 1998). Para diciembre de 1999 el inventario ganadero reportado fue de 363,000 cabezas de bovinos de leche de los cuales 193,000 vientres están en producción. Por esto, las demandas de forraje para la alimentación son de 950,000 ton MS (65 %) para los vientres en producción y 500,000 ton MS (35%) para alimentación de vaquillas y becerras en desarrollo (Unión Ganadera Regional de la Laguna, 2000). Esto implica una demanda anual de

⁴ La integración vertical conduce a la empresa a desarrollar todas las etapas de la producción, comercialización y distribución del producto. Por su parte, el proceso de integración horizontal implica la producción de los diversos insumos de un producto dentro de una misma organización.

1,450,000 ton MS de forraje, a lo que habría que agregar los requerimientos para otras especies como los bovinos de carne y caprinos, motivo por el cual la tercera parte del consumo total del hato lechero debe importarse de otras regiones del país (Baja California, Chihuahua, Durango, Tamaulipas), que tienen un impacto directo en los costos de producción debido al alto costo que alcanzan los forrajes.

4.4. Comercialización de la leche

Las empresas de La Laguna participaron con el 30% del mercado de leche pasteurizada y ultra pasteurizada a nivel nacional. El mercado más importante para el sistema leche de la región lo constituye el centro del país, ya que ahí se destinó el 32.2% de la leche pasteurizada en 1998. El 79% de la producción se comercializa en forma de leche pasteurizada y en cuanto a los puntos de venta, el 75% lo constituyen detallistas y el resto por medio de cadenas de autoservicio y comercializadoras regionales (FIRA-Laguna, 1998).

La segmentación del mercado regional se aprecia de acuerdo a lo que se señala en la Figura 8, donde se nota que la participación del Grupo LALA abarca el 77% de la producción total en la región (LALA, 1998).

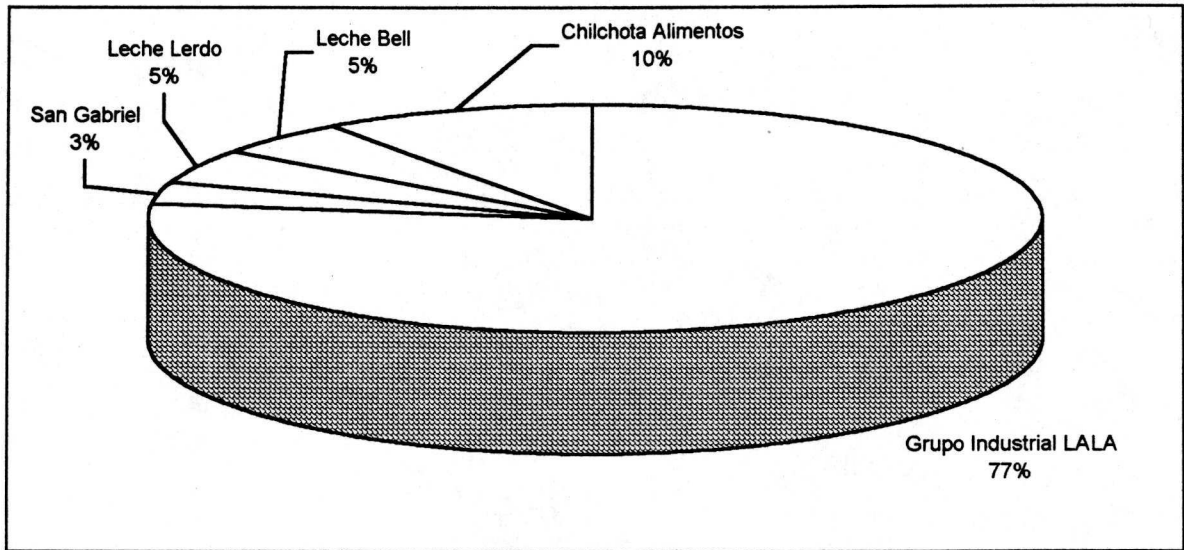


Figura 8. Comarca Lagunera: Segmentación del mercado regional.

Los mercados geográficos de la leche fluida y otros derivados como el yogurt, leche maternizada y dulces se distribuyen en diferentes regiones de la República Mexicana y el extranjero. Para el caso del país, el mercado para todos los casos se concentran en el centro y el volumen principal que se comercializa es el de la leche fluida con 1,043 millones de litros (FIRA, 1998). La exportación de productos de la cuenca lechera lagunera la constituyen leche ultra pasteurizada premium ligth y semidescremada. Para 1998 las exportaciones se incrementaron en un 24.3% con relación a 1997 (LALA, 1999).

4.5. Financiamiento a la actividad lechera

Los apoyos crediticios de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), en apoyo a la cadena productiva de leche desde inicios de la década a 1998, ascienden a \$ 4,397 millones dentro de los cuales destacan \$ 2,124 millones de crédito refaccionario a la actividad primaria (ganado, construcciones, maquinaria y equipo), monto que equivale al valor de 163,000 vaquillas al costo actual y que representan el 96% de los vientres lecheros en producción en la Comarca Lagunera. Dentro de la actividad primaria, el 78% de las operaciones han sido destinadas a la capitalización de las empresas ganaderas y el restante 22% como financiamiento de avío en apoyo al capital de trabajo en los establos, básicamente en la producción y compra de los forrajes. Complementariamente se promueven los apoyos financieros a la fase agroindustrial de la cadena leche, los cuales han tenido particular importancia por su contribución al desarrollo del transporte, procesamiento, envase, distribución y comercialización del producto, así como alimento balanceado que demandan los establos (FIRA, 1999)⁵.

⁵ Cabe mencionar que la lechería en los ejidos representa un caso particular, tanto por las características de su sistema de producción como por el papel que desempeña en la ganadería de la región. Muchos de estos productores desarrollan paralelamente a la lechería con otras especies y en ocasiones otras actividades. Venden el producto sin pertenecer al Grupo LALA y por lo tanto, no participan en las decisiones de la empresa. Sin embargo, el problema planteado por esta tesis no se enfoca directamente a dicha cuestión, por lo que el estudio pertinente corresponde a otra investigación.

Es importante señalar que el FIRA ha compaginado sus recursos con labores de fomento y servicios de apoyo colaterales al crédito, garantía, capacitación, reembolsos por concepto de asistencia técnica y transferencia de tecnología, especialmente a pequeñas explotaciones de productores con menor grado de desarrollo, mediante la figura de UCATI (Unidades con Crédito y Asistencia Técnica Integral) y Clubes de Productores.

4.6. Fronteras de la producción de leche

De acuerdo al medio ambiente en que se desarrolla la cuenca lechera regional, y con base a la información aportada por FIRA (1998); en el marco del modelo de desarrollo sustentable se puede considerar que la actividad de la cuenca lechera se encuentra limitada por los siguientes factores: a) Producción, b) Tecnología, c) Financiamiento, d) Comercialización; y e) Globalización.

4.6.1. Producción

Con relación a la problemática en producción y como consecuencia de los altos costos de extracción de agua del subsuelo, la disponibilidad de alfalfa disminuye con relación a la tendencia de crecimiento que se observa en el hato

ganadero, por lo que su sostenimiento se vuelve difícil. Esta situación se torna más crítica en invierno y se ve agudizada para los ganaderos que no cuentan con silos. Existen productores de leche que no producen sus forrajes, por consiguiente los costos de producción se elevan por la compra de forraje y en consecuencia su rentabilidad disminuye. Además del costo que implica la importación de los insumos de otras zonas, la recría de ganado representa una fuerte competencia por las necesidades de forraje.

SAGAR-Laguna (1999), menciona que el 70% de las empresas lecheras no son autosuficientes en la producción de forrajes, razón por la cual es conveniente considerar el desarrollo de ganado de reemplazo en áreas de riego fuera de la Comarca Lagunera que tengan costos de producción de forrajes menores que en la región. Con los actuales sistemas de operación, uso y disponibilidad de agua superficial y subterránea y con los métodos utilizados para el cultivo de alfalfa, la producción de este alimento tiende a llegar a su límite y por lo tanto se necesitan nuevas estrategias para sostener el desarrollo de la ganadería lechera regional.

4.6.2. Tecnología

La alimentación del ganado es pieza angular del sistema lechero y su disponibilidad regional no puede crecer más con el actual modelo de uso de los recursos hídricos. La reactivación de su producción no se puede dar a través de un aumento en la extracción mayor del agua subterránea, ya que ésta también tiene un límite definido por la capacidad de almacenamiento del acuífero y su volumen de recarga, a una mayor extracción solo lograría aumentar la velocidad de deterioro del manto freático, acortando así finalmente la disponibilidad de producción de forrajes necesarios para la actividad ganadera.

Aunado a lo anterior, la desvinculación entre la investigación y las necesidades de los productores repercute en la falta de aplicación de tecnologías alternativas, diseñadas para proteger los recursos naturales y que sean económicamente rentables.

En particular, la investigación en manejo y producción de forraje ha sido poco desarrollada a pesar de la existencia del amplio expediente que existe en las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico de la región, el sistema de producción es básicamente el mismo de hace mucho tiempo, con las persistentes deficiencias que este ha tenido en el uso ineficiente del agua.

4.6.3. Financiamiento

Los altos niveles de apalancamiento de algunas empresas las ponen a expensas de las crisis provocadas por las variables macroeconómicas, por lo cual, muchos productores afrontan recurrentemente pérdidas económicas en la producción de leche.

Lo anterior se complica con la incertidumbre cíclica que se tiene con la tasa de cambio. Aparentemente se pudiera considerar que ésta situación hace competitivos los productos lácteos mexicanos; sin embargo, debido a que un importante porcentaje de los insumos e incluso el mismo ganado, tiene cotización en dólares, los costos de producción se elevan anulando el efecto positivo de la exportación de los productos nacionales.

Por otra parte, algunas políticas de la banca para el apoyo de nuevas inversiones ha provocado que muchos ganaderos no tengan acceso al crédito, ya que no cubren los requisitos pertinentes, lo que les hace difícil modernizar sus ranchos. Algunos recurren a la usura o prestamos informales pero caen en la necesidad de pagar el dinero con altas tasas de interés.

4.6.4. Comercialización

La anterior situación, se agudiza por la política de precios e importaciones que mantienen el Gobierno Federal, lo cual aunado al problema de los forrajes ha provocado la quiebra de numerosos establos en la región, sobre todo de aquellos que no han desarrollado prácticas de integración vertical, enfrentándose a problemas de alimentación del ganado, producción y reemplazo de vaquillas. Sin embargo, estas estrategias deben, resistir el nuevo reto que plantea la apertura comercial, sobre todo tomando en consideración que mientras en Estados Unidos y Canadá se ha casi logrado una plena satisfacción de la demanda, en México el déficit sigue siendo muy amplio.

La cuenca presenta un alto grado de dinamismo en el mercado que se ha hecho posible por el grado de organización de los productores en el sistema. Dentro de esta, la Unión de Crédito Industrial y Agropecuario de la Laguna S.A. de C.V. juega un papel fundamental al proporcionar créditos a los socios para la operación de los establos y la compra de insumos, así como para la adquisición de toda la infraestructura y tecnología necesarias para construir empresas lecheras (LALA, 1999).

Es importante considerar los factores externos en la problemática de la ganadería lechera de la región como elementos que afectan positiva o negativamente el desarrollo de la cuenca lechera regional, su influencia determina los flexibles o rígidos que pueden ser los límites del sistema y su interacción determina el grado de impacto.

Los ajustes y reestructuraciones que a nivel externo del sistema están ocurriendo deben ser tomados en consideración en el momento de definir el rumbo que se desea para la actividad lechera

4.6.5. Globalización

A nivel mundial, en los próximos años la agroindustria en México contara con una mayor disponibilidad de materias primas, tales como leche en polvo entera o descremada, para su comercialización y/o reconstitución en leche fluida. Los consumidores estarán en la posibilidad de comprar productos lácteos importados, lo que afectará a las procesadoras lácteas de México; es decir, que se demandarán mayores niveles de calidad en el producto y en el servicio ofrecido por los productores de leche.

La eliminación de subsidios en el ámbito internacional es lenta y a veces desleal, debido a la presión de los productores en los países exportadores. Dentro de las relaciones entre México y Estados Unidos en el ámbito de la globalización económica, si las circunstancias inflacionarias se equilibran, el ingreso de materias primas (leche entera o descremada en polvo) y productos lácteos elaborados puede ser acelerado debido a la sobreproducción norteamericana y a la apertura comercial mexicana.

En virtud del crecimiento potencial del mercado mexicano se ha pronosticado una mayor inversión norteamericana en México, en primer término para la distribución de productos lácteos y después para la elaboración. Además, habrá una mayor disponibilidad de insumos y tecnología para la producción de leche.

El análisis de las fronteras de la producción de leche en la Comarca Lagunera demuestra que su expansión se encuentra acotada no solamente por factores productivos sino que coexisten factores ajenos a los sistemas de producción, pero que actúan correlacionados y tienen un efecto determinante para la producción ganadera, lo cual sugiere la necesidad de una política integral para incentivar la producción lechera en la Comarca Lagunera (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comarca Lagunera: Fronteras de la producción de leche.

PRODUCCIÓN
• Sobre explotación del acuífero • Patrón de cultivos forrajeros de alto uso consuntivo • Producción insuficiente de forraje
TECNOLOGÍA
• Falta de impulso a la transferencia tecnológica • Insuficiente investigación en forrajes y uso del agua • Escasa difusión de los resultados experimentales • Labor insuficiente de extensionismo • Idiosincrasia del productor adverso a cambios en el sistema de producción • No existe planeación hacia el desarrollo sustentable
FINANCIERA
• Altos niveles de apalancamiento • Crédito insuficiente • Dependencia de insumos importados de Estados Unidos
COMERCIALIZACIÓN
• Falta de integración vertical • Elevados márgenes de comercialización
GLOBALIZACIÓN
• Impacto de las variables macroeconómicas en las empresas • Competencia desleal en el comercio internacional • Inestabilidad de los mercados

Fuente: Elaboración propia.

Es innegable que el principal elemento que determina la producción de leche en la región es la disponibilidad de agua. En este sentido, debe tomarse en cuenta que el líquido es reclamado por todos los sectores, el industrial, el

doméstico y el agrícola, por lo que su asignación es motivo de un profundo análisis por parte de los gobiernos locales, estatales y nacionales.

Empero, como el problema planteado es de naturaleza agrícola, dentro del sector la producción de alfalfa para la alimentación del ganado tiene una importancia fundamental en la utilización del agua de riego, por lo que la investigación se limita a este aspecto.

CAPITULO V. EL BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA COMARCA LAGUNERA

El distrito de riego No. 017 "Región Lagunera", se ha enfrentado a una compleja problemática derivada del agotamiento gradual del recurso hidráulico subterráneo. Se han implementado algunas medidas correctivas para el aprovechamiento de este recurso, compatibles con la magnitud de su volumen renovable; sin embargo, la sobreexplotación del acuífero persiste. Con la actualización del balance de agua subterránea realizado por la Comisión Nacional del Agua, en la Gerencia Región Lagunera, se fijan las bases necesarias para llevar a cabo la futura administración racional de este recurso.

Originalmente el acuífero recibía una recarga natural estimada en $100 \text{ Mm}^3/\text{año}$, siendo el río Nazas la principal fuente de alimentación. Durante la década de los cuarenta se inicio la explotación intensiva del acuífero, alcanzándose en 1958 un volumen de extracción de $1,500 \text{ Mm}^3$; desde hace algunos años las extracción se mantuvieron en unos $1,100 \text{ Mm}^3$, dando origen al agotamiento del manto freático, ya que desde entonces el volumen extraído superó la del volumen de recarga que proporcionaban la infiltración del agua en canales no revestidos y retornos de riego, pues esto apenas significaba una alimentación al acuífero de 400 a $500 \text{ Mm}^3/\text{año}$. Actualmente, se explotan 1,667 pozos

agrícolas en la Laguna de Durango y 1,279 en la zona correspondiente a Coahuila, dando un total de 2,946 pozos de activo, con un volumen de extracción para 1998 de 1,055 Mm³ (CNA-Laguna, 1997).

Ante esta problemática el Lic. Villarreal⁶, durante el IX Encuentro Nacional de Ganaderos Lecheros (ENGALEC), celebrado en Torreón, Coahuila en octubre de 1999, destaca " por lo que se refiere a la extracción de agua del subsuelo, (la cual es controlada de acuerdo al decreto respectivo de octubre de 1991), en donde se obliga a colocar medidores en las norias, teniéndose por lo tanto, un límite máximo de extracción, de tal manera que con una determinada cantidad de agua y con apoyo de técnicas y métodos adecuados de irrigación, se podrá regar un número limitado de hectáreas de alfalfa o de cualquier otro cultivo. Con esta medida, lo que se requiere es aceptar el reto de cultivar con el mejor índice de eficiencia, evitando los consumos irracionales e innecesarios del vital liquido".

A pesar de que no se cuenta con la estadística, durante el recorrido por la región de estudio se observó que un buen porcentaje de la superficie sembrada con alfalfa se riega con agua rodada, esto es así porque al productor le resulta mucho más barato comprar el riego proveniente de la presa que pagar el consumo de electricidad de su pozo. El productor paga una cantidad anual por el uso de esta agua, dicho monto se destina a la conservación de la

⁶ Lic. Jesús Raúl Villarreal Gonzáles. Presidente del Consejo de Administración de Grupo Lala. S.A. de C.V. Comunicación personal.

infraestructura de riego. La Ley Federal de Aguas establece que el usuario pague solo el 60% del costo de este insumo. Para 1998 la cuota fija era de \$ 35/ha por riego completo y de \$ 7 a \$ 12/ha por medio riego del aguanaval. Así, en el ciclo agrícola 1995-95 en el cultivo de maíz forrajero, el costo de agua para el riego por gravedad representaba el 12% del costo total, para el riego por bombeo fue de 27% (Fortis, 1998).

5.1. Funcionamiento de acuífero

En la región de estudio el acuífero está constituido por materiales aluviales y lacustres, cuyo espesor actual no sobrepasa los 450 m. Funciona como acuífero libre, cuya superficie freática se encuentra sujeta a la presión atmosférica (CNA-Laguna, 1999).

En condiciones naturales, el río Nazas era la principal fuente de recarga, esporádicamente el río Aguanaval también aportaba al subsuelo cantidades considerables de agua. Otras formas de recarga natural del acuífero están constituidas por el flujo subterráneo procedente de las calles fluviales que desembocan en la llanura y por la infiltración de los escurrimientos efímeros que llegan de las montañas durante la temporada de lluvias.

Por su parte, la descarga natural del acuífero tiene lugar por la evaporación en las porciones de la llanura, donde los niveles freáticos afloraban en varias

lagunas, como las de Viesca, Seca, Mayran y Tlahualilo; así como por el flujo subterráneo hacia áreas adyacentes del distrito de riego.

El aprovechamiento de los recursos hidráulicos afectó el funcionamiento del acuífero. Por una parte, la alimentación que éste recibía a lo largo del cauce del río Nazas fue desapareciendo gradualmente, conforme se fueron regulando y derivando sus escurrimientos; por otra parte, la red de distribución y el riego mismo, poco tecnificado al inicio, constituyeron nuevas fuentes de recarga.

Con el revestimiento de más de 2,400 km de canales en 1998 y el avance logrado hasta hoy en la tecnificación del riego, se redujeron considerablemente las pérdidas por conducción y los retornos de riego, como consecuencia la recarga del acuífero se redujo sustancialmente y los niveles de agua subterránea descendieron más rápidamente hasta encontrar una nueva fuente de recarga generada por la misma sobreexplotación (CNA-Laguna, 1998).

Según los estudios geológicos se sabe que el acuífero de la región está interconectado con el acuífero calizo que le subyace a gran profundidad y es posible que con los fuertes abatimientos provocados por la sobreexplotación, la superficie piezométrica de los acuíferos calizos se encuentra por arriba de la superficie freática del acuífero aluvial y lacustre explotado directamente en la Comarca Lagunera, dando lugar con este fenómeno a una probable aportación vertical descendente desde el calizo. Esta aportación constituye también una nueva fuente de recarga vertical al acuífero aluvial y lacustre (Cortés y Ugarte,

1992). Por lo anteriormente expuesto, se considera que la recarga que recibe el acuífero tiene lugar de la siguiente forma:

A. Recarga natural

- Por flujo subterráneo proveniente de los valles fluviales que desembocan en la llanura.
- Por la infiltración de los escurrimientos efímeros que bajan de las montañas durante la temporada de lluvias.
- Por infiltración de la lluvia sobre la superficie de la llanura.

B. Recarga Inducida

- Por infiltración del volumen de riego en canales no revestidos.
- Por la infiltración de láminas excesivas de riego, tanto con agua superficial como subterránea (retornos de riego).
- Por aportaciones verticales ascendentes del acuífero calizo.
- Por la infiltración en las obras de recarga artificial.
- Por la entrada de flujo subterráneo en la periferia de la llanura (drenado del almacenamiento subterráneo).

Las salidas por flujo subterráneo han sido totalmente interceptadas por la explotación del acuífero, propiciándose la inversión del gradiente hidráulico natural de salida y en consecuencia el vaciado gradual del almacenamiento

subterráneo del acuífero. Además, técnicamente se sabe que la profundidad al nivel estático superior a los 30 m impide alguna descarga por evapotranspiración (Cortés y Ugarte, 1992).

En estos años se incorporó el "Proyecto de Recarga Artificial" sobre el lecho seco del río Nazas para recuperar los niveles estáticos. Sin embargo, esta alternativa está condicionada para años con lluvias extraordinarias, la cuales se presentan con periodicidad en unos 20 años ya que solo cuando se disponga de grandes volúmenes de agua en la presa o cuando la seguridad de la misma esta en peligro se destinara agua para esta obra.

Haciendo un análisis comparativo con los volúmenes destinados a la recarga artificial en el lecho del río Nazas con los resultados obtenidos del balance de agua subterránea, existe un déficit anual de 380 Mm^3 de agua en el acuífero. Suponiendo que el volumen programado para recarga artificial de 100 Mm^3 en 1999 recargará efectivamente el acuífero en un 20%, el volumen susceptible de recarga por este medio sería de 20 Mm^3 cada 20 años, aproximadamente. Por lo tanto, esta no se considera una alternativa suficiente; sin embargo, es importante provocar la infiltración de este volumen excedente, para que gran parte de éste no se pierda por evaporación.

Lo más importante respecto a la recarga artificial es tomar en cuenta la existencia de abanicos aluviales como puntos claves de la recarga. El más importante de estos depósitos es el denominado "Fahnestock Dam Site",

localizado 40 Km al sureste de la ciudad de Torreón, con una superficie estimada en 106 Km², en el cual se estima podría obtenerse una recarga anual de 8 Mm³ con la construcción de un dique para detener el escurrimiento principal. Existen además depósitos de talud más pequeños en los que sería importante realizar estudios para su aprovechamiento (CNA-Laguna, 1998).

Otra forma de recarga artificial podrían ser los pozos de absorción. Sin embargo, el favorecer la infiltración de volúmenes que pueden perderse por evaporación es una tarea que se debe emprender lo antes posible. La utilización del depósito "La Burbuja" para fines agrícolas queda vedada, ya que por la calidad del agua, está queda resguardada para uso doméstico exclusivamente.

Por lo anterior, los gobiernos de ambos estados deben considerar acciones para propiciar la reducción en las extracciones mediante el uso de técnicas adecuadas del manejo del agua, así como actualizar y obtener mayor detalle de las características del acuífero y su comportamiento, que permitan utilizar modelos matemáticos de simulación para la definición de políticas de explotación del acuífero.

5.2. La disponibilidad de agua y la producción de forrajes

En la Comarca Lagunera la superficie regable se destina a la ganadería y agricultura local, actividades que dentro de la economía de la región mantienen un lugar importante y tradicional. Aunque el recorrido de campo deja ver posibles discrepancias en el destino del agua de riego, SAGAR-Laguna (1998), menciona que el cultivo de la alfalfa ocupa 5,378 ha bajo riego de gravedad y 29,848 ha de riego de bombeo; el área temporelear es mínima (Figura 9).

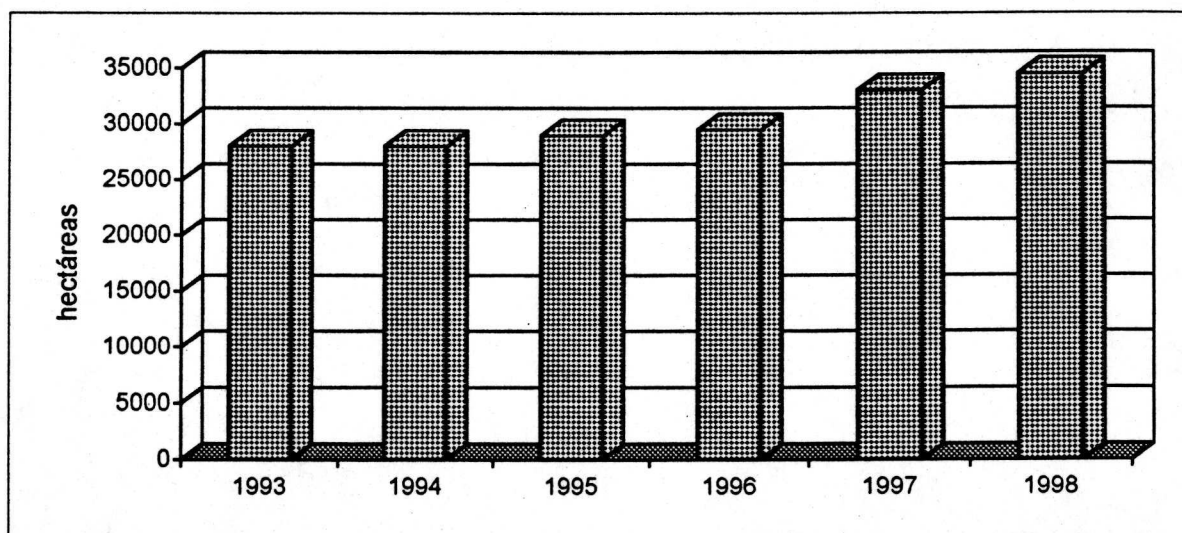


Figura 9. Comarca Lagunera: Superficie sembrada con alfalfa. 1993 –1998.

En los meses de mayo a junio se encuentran con el agua liberada de las presas. Sin embargo, esto representa una solución parcial para la alfalfa y otros cultivos que favorecen a la economía regional. El porcentaje promedio de la

superficie de alfalfa regada con el agua del subsuelo en la Comarca Lagunera es cercano al 22.5 %, lo que significa que habrá que modificar los programas de riego por gravedad y administrar con mayor eficiencia el riego por bombeo (LALA, 1999).

5.3. El medio ambiente y la producción de forrajes

La alfalfa es uno de los cultivos que más impacto tiene en el volumen de extracción de agua, por la superficie sembrada y por las altas láminas aplicadas. La lámina media regional aplicada es de 2.6 m con una eficiencia de aplicación del 55 al 60% (CNA-Laguna, 1999). Los principales problemas a que obedecen estas bajas eficiencias son: a) ineficiente preparación del terreno, b) trazo y dirección del riego inadecuados, c) longitud y ancho de las melgas no acorde con la pendiente, tipo de suelo y dimensiones de la maquinaria agrícola, d) láminas de sobre riego, e) falta de dispositivos para un mejor control del agua de riego (sifones, tubería de compuertas, etc); y, e) falta de un programa adecuado de riego por parte de los productores.

Con la implementación de la nivelación de tierras con el sistema de rayo láser y la utilización del sistema de riego presurizado en los cultivos este gasto se ha reducido hasta 1.4 y 1.6 metros. Estas prácticas permiten obtener ahorros considerables en el agua de riego y en los costos de la energía eléctrica, sin reducir los rendimientos que tienen en sus cultivos forrajeros especialmente en

la alfalfa. El problema es la fuerte inversión que se debe hacer para adquirir el equipo y el conocimiento que debe proporcionarse a los operarios del sistema de riego, por lo que la modernización del sistema de riego solo pueden hacerlo los productores de mayores recursos económicos.

Por otra parte, no debe perderse de vista que el descenso del nivel freático involucra muy diversos elementos, algunos de ellos ajenos al productor lechero, lo que queda claro es que esta circunstancia debe encontrar una solución compartida entre el gobierno, productores y sociedad civil; por lo que en los planes de aprovechamiento de agua deben tomarse en cuenta las medidas que muestra el Cuadro 8.

Cuadro 8. Comarca Lagunera: Lineamientos generales en la protección al acuífero.

• Impulsar un programa masivo de eficiencia en el uso del agua en parcela.
• Establecer parcelas demostrativas de fijación de humedad con cubiertas de árboles.
• Difundir los sistemas de captación de agua de lluvia para fines agrícolas, domésticos e industriales.
• Inculcar las prácticas de riego y cosecha de forraje durante la noche.
• Concertar las cuotas de explotación del acuífero.
• Implementar obras de recarga artificial e inducir una mayor recarga natural cambiando la política de operación de la presa, además una de las alternativas será la de adaptar de la mejor manera posible el calendario de riego de las presas a las necesidades agrícolas.
• Realizar un uso combinado y alterno de aguas para la producción de forrajes, etc.
• Apoyar y promover la investigación tecnológica para lograr vacas de alta respuesta productiva a los alimentos.

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, es evidente que la utilización de agua para producción de forraje tiene un impacto considerable en el descenso progresivo del nivel freático, cuya tendencia es hacia la aproximación a un punto de insuficiencia, aún para las actividades más básicas. Así, esta investigación contribuye a resolver la parte sustancial de la utilización de agua en agricultura al proponer la utilización de la coquia en la alimentación del ganado, aprovechando su alto contenido proteico y su bajo uso consuntivo, cuyo impacto se notará en el corto plazo en la disminución de los costos de producción.

CAPITULO VI. LA COQUIA COMO OPCIÓN FORRAJERA EN LA COMARCA LAGUNERA

6.1. Características generales de la coquia

La coquia pertenece a la familia de las chenopodiaceas, igual que el romerito y el quelite. Es originaria de la depresión salina de Barabinskaya, cerca de Novosibirsk, en la región centro sur de Asia. Se estableció en América a principios de este siglo. En México, se utiliza como forraje desde hace más de 20 años (Anaya⁷, 1996).

Es una planta anual. Según Franco (1985), la coquia produce una amplia corona, la cual tiene una secuencia de ramas cuyo tamaño está determinando por la edad. La relación de la cantidad acumulativa de follaje y el área seccional a través del tallo principal, es una sigmoide.

La raíz absorbe el agua de acuerdo a la demanda evapotranspirativa del follaje. Phillips y Launchbaug (1985; Citados por Anaya, 1996) determinaron que las raíces pueden alcanzar un diámetro de 2.5 cm y una profundidad de 5 m, con lo cual se deduce que la planta es resistente a la sequía.

⁷ El Dr. Manuel Anaya Garduño, Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados, es el pionero en investigación en coquia en México; además, es el único productor de semilla que desarrolla dicha actividad de manera empresarial dentro del país. Sus investigaciones proporcionan gran parte de los datos que se citan en este capítulo.

6.2. Potencial ecológico

La coquia se puede sembrar en el 70% del territorio nacional, debido a su excepcional resistencia a la sequía, su sistema radical profundo y su capacidad de germinación a temperaturas bajas; razones que la hacen particularmente atractiva desde el punto de vista ecológico (Cano, 1984).

Hoechst (1992), evaluó la eficiencia en el uso del agua por la coquia, considerando seis fechas de siembra, encontrando valores desde 309.6 hasta 653.2 Kg/ha/cm de lámina de riego con la última y primeras fechas, respectivamente. Estos rendimientos de materia seca, indican la alta eficiencia en el consumo de agua por la coquia.

La coquia es una planta resistente a la salinidad, capaz de desarrollarse como forraje en suelos alcalinos con pH menor a 8.3 y bastante pedregosidad. En terrenos de Montecillo, México; se encontró que la relación del ión sodio con respecto a los cationes intercambiables calcio, magnesio y potasio alcanzó valores superiores al 15%, donde el valor mínimo fue del 24% y el máximo 32%, con una sodicidad media al 27%. Bajo estas condiciones, la producción de forraje verde por año fue de 120 ton (Anaya, 1996).

Una de las características de la coquia es su rusticidad, esto le permite adaptarse a gran variedad de climas y suelos degradados o salinos. Se le puede encontrar desde las zonas costeras, como es el caso de Bahía Blanca,

Argentina; zona costera de Inglaterra; Hermosillo, Sonora; Cuernavaca, Morelos, México. Hasta altitudes de 4,000 msnm, como lo demuestran las experiencias del Altiplano Peruano-Boliviano. En el Cuadro 9 se describen las diversas condiciones climáticas de diferentes localidades de México en las que se desarrolla la coquia. Los rangos de clima varían de secos a subhúmedos, con precipitaciones que fluctúan entre 176 y 418 mm anuales y variaciones en temperatura promedio anual entre 12.7 y 25.2 °C.

Cuadro 9. México: Desarrollo de la coquia en diferentes condiciones.

Localidad	Clima	Temperatura media	Precipitación
Hermosillo, Son.	BW(h ₁)hw(e')	25.2	244.9
Ojinaga, Chih.	BW(hw(x')(e')	21.3	175.5
Torreón, Coah.	Bw(h ₁)hw(e)	22.6	217.1
Sayula, Jal.	(A)C(w ₁)(w)a(e)(g)	21.2	929.9
Uruapan, Mich.	(A)C(w'' ₂)(w)b(i')	19.0	1,330.6
Tehuacan, Pue.	BS ₁ hw''(w)(i')g	18.6	479.6
Perote, Ver.	Bs ₁ k ₁ w''(i')g	12.7	525.2
Taxco, Gro.	A(c)w ₂ (w)ig	1.6	1,417.6
Tuxtla Gutiérrez, Chis.	Aw'' ₀ (w)(i')g	24.7	948.2

Fuente: Anaya, 1996.

La relación hoja : tallo es un promedio de 1.145:0.225 (Mazorca, 1957). En trabajos experimentales y parcelas productivas se han tenido hasta 9 t/ha de materia seca al primer corte a 100 cm de altura, por lo que en una hectárea se tienen hasta 5 t de hojas realizando la función fotosintética durante 13 horas al día en promedio, utilizando bióxido de carbono (CO₂) y liberando oxígeno (O₂) a

la atmósfera. Esta materia seca tiene en promedio 3,420.94 cal/g lo que representa 3.0788×10^{10} cal/ha (Anaya, 1996).

Con lo anterior se demuestra el alto potencial ecológico de la coquia. Recientemente, se han establecido módulos demostrativos de 20 a 40 ha para la recuperación de agostaderos y el aumento de la producción de forrajes en los estados de Durango, Coahuila, Chihuahua e Hidalgo. De dichas experiencias se han observado los siguientes aspectos en el mejoramiento ecológico que se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Zonas áridas y semiáridas de México: Establecimiento de módulos de coquia y su impacto ecológico en la recuperación de agostaderos.

➤ Reintegración de la cubierta vegetal de los agostaderos.
➤ Freno a la degradación ambiental al controlar la erosión y el sobrepastoreo.
➤ Recuperación de la fertilidad de los suelos, principalmente al incrementar la deposición de la materia orgánica.
➤ Regreso paulatino a la vegetación forrajera original.
➤ Nuevo equilibrio en el balance hídrico del suelo.
➤ Modificación del albedo, por la absorción de la energía solar.
➤ Fijación de bióxido de carbono con plantas de alto potencial productivo.
➤ Mayor ingreso de energía al ecosistema.

Fuente: Elaboración propia.

6.3. Potencial forrajero

La coquia se presenta como una opción forrajera de alto rendimiento y contenido proteico similar a la de la alfalfa. En la actualidad se cuenta con diversas investigaciones desarrolladas en México y en otras partes del mundo, que sirven como testimonio de lo anterior.

Díaz (1992, Citado por Anaya, 1996) sembró coquia el 20 de febrero y alcanzó un rendimiento promedio de 124 ton/ha, en cinco cortes consecutivos de 43, 20, 23, 19 y 19 ton/ha, los cuales se distribuyeron en un ciclo vegetativo de 216 días, realizándose los cortes al inicio de la floración cuyo calendario entre cosechas fue de 88, 39, 12, 36 y 41 días. Además, se determinó que la producción de forraje verde por hectárea fue de 0.57 ton/ha/día, por radiación solar de 0.0118 ton/ha/cal/cm²/día.

Durante las primeras etapas de crecimiento la calidad del forraje es mayor. La proteína cruda de la planta completa es del 25% en el primer corte y disminuye hacia la madurez. El más alto contenido de fibra cruda se incrementa con la madurez de la planta y los tallos generalmente tienen tres veces más fibra que las hojas (Sherrod, 1973).

La palatabilidad de la coquia es más alta que la de otros pastos, sobretodo durante las primeras etapas de desarrollo. Lo cual indica que el ganado no

requiere de periodos largos o de dietas especiales para adaptarse al consumo de la coquia (Durham y Durham, 1979).

6.4. Efectos sobre el ganado

La ganancia de peso entre distintas dietas de coquia y alfalfa son estadísticamente semejantes, pero con una reducción del 40% en los costos de producción con la utilización de la coquia (Rodríguez, 1988). Lo cual concuerda con Martínez y Anaya (1994), quienes utilizaron tres tratamientos: alfalfa 40% del total de la dieta, coquia 20% - alfalfa 20% del total de la dieta, y coquia 40% del total de la dieta. En sus resultados se observan incrementos diarios de peso de 290 a 300 g.

Trejo (1998), experimentó la engorda de borregas sulfolk, merino y rambulliet, con una dieta a base de tamo de coquia al 70%. El porcentaje restante de la dieta estuvo compuesto por 20% de maíz quebrado, 8% de harina de soya, 1% de harina de carne y 1 % de minerales. El experimento duró 70 días. Los resultados obtenidos superaron los parámetros convencionales de la región: La ganancia de peso diaria fue más alta para la raza merino con 0.58 kg, le siguió la raza rambulliet con 0.35 kg y finalmente la raza sulfolk con 0.29 kg. La conversión alimenticia fue de 4.95 kg de alimento / kg de carne en pie para la raza merino, de 4.85 kg de alimento / kg de carne en pie para la raza sulfolk y de 4.29 kg de alimento / kg de carne en pie para la raza rambulliet.

En raciones compuestas por alfalfa y coquia para alimento de conejos criollos en fase de desarrollo y engorda, los resultados señalan que no existe diferencia entre los tratamientos para el consumo de alimento total (de 308 a 432 kg), incremento de peso (7 a 10 Kg) y conversión alimenticia (de 3.70 a 4.74 kg de alimento/kg de carne) (Santana, 1991).

La eficiencia en la producción y calidad de leche de cabras criollas en la coquia como sustituto de la alfalfa en la Región Lagunera de Coahuila y Durango indican que la coquia puede ser considerada como ingrediente en las raciones, hasta un 40% del total de la dieta (Flores, 1992).

Durante la alimentación de becerras al destete para leche con una ración de mantenimiento de base de alfalfa comparada con coquia se han obtenido ganancias de peso diaria de 535 g y 431 g, para alfalfa y coquia, respectivamente (Hutchinson, 1983).

Algunos autores atribuyen propiedades tóxicas a la coquia por el contenido de oxalatos y saponinas, compuestos que pueden causar intoxicación al ganado. Sin embargo, esto depende de las condiciones del suelo, así como de las características de la flora ruminal o el estómago de los monogástricos, la concentración de los compuestos en el rumen o estómago y la capacidad que los animales desarrollen para su aprovechamiento.

García (1992), evaluó la producción de cinco especies forrajeras (coquia, avena, cebada, veza y ballico), en la Delegación Tláhuac, D.F., en terrenos de conductividad eléctrica de 11.058 ds/m, pH 7.8 y textura franco y migajón arcilloso. En sus resultados, la coquia mostró un mayor rendimiento de materia seca, con una producción acumulada al quinto muestreo de 5.4 ton/ha, el ballico manifestó un rendimiento superior al de la veza, avena y cebada. También determinó que el tratamiento coquia-veza-avena produjo 5.9 ton/ha, aunque la veza no prosperó. El único compuesto químico potencialmente tóxico que apareció en algunas especies en estudio que pueden considerarse tóxicos es el oxalato, ante el cual, la coquia presentó concentraciones menores al 5%, nivel al que se considera sin riesgos la utilización del forraje en el ganado.

El mismo autor menciona que es difícil establecer la dosis tóxica para los rumiantes ya que la flora ruminal es capaz de adaptarse al consumo de dietas gradualmente mayores y llegar a ingerir cantidades considerables sin manifestar signos de intoxicación. Es pertinente considerar la edad de la planta al llevar a cabo su aprovechamiento dado que algunas plantas reducen su contenido de oxalatos conforme avanza la madurez, incluso los oxalatos de los rebrotes jóvenes que son esencialmente insolubles en agua, lo cual evita los riesgos de intoxicación.

Esto indica la necesidad de realizar pruebas que determinen la capacidad de algunas especies animal para adaptarse al aumento paulatino en el contenido de compuestos tóxicos en las plantas así como el contenido de éstos a través

de su desarrollo. La alternativa que elimina todo riesgo es la utilización de la coquia en proporciones conservadoras.

6.5. Módulos productivos para recuperación de agostaderos

La versatilidad de la coquia le permite ser pastoreada directamente por el ganado, esto hace posible su utilización en la recuperación de agostaderos, o para el establecimiento de praderas de uso intensivo.

Estudios conducidos en Nuevo México, indicaron que una pradera de coquia con tres riegos y fertilizada con 280 kg de nitrógeno/ha produjo un total de 26 ton/ha de materia seca en cuatro cortes durante la estación de crecimiento del cultivo, pudiéndose incrementar hasta 40.9 ton/ha si se aplican más fertilizaciones y riegos (Anaya, 1996).

Durham y Durham (1978; citados por Anaya, 1996), en Simers, Texas, utilizaron un sistema de pastoreo alta densidad-baja frecuencia, con coquia utilizando 180 vacas en pastas de 1.62 ha por periodos de dos días en un área de 52.63 ha, durante los meses de abril a septiembre obteniendo un equivalente a 45 cabezas por un año en toda el área o de 1.17 ha/animal/año, donde para esa misma área se tiene una capacidad de carga animal en pastos nativos de 10 a 12 ha/animal/año.

En el estado de Texas, se mantuvo a 70 cabezas de ganado en 28.3 ha durante un mes y reporta que la coquia soporto una carga animal de 5 a 6 vacas adultas por hectárea bajo condiciones de temporal, cuando las plantas tenían un buen desarrollo. Además, mantuvo 99 cabezas de 320 kg de peso en 13.36 ha, obteniendo buenas ganancias de peso. Comenta que la mejor época de pastoreo es de abril a agosto (Carlson 1980; citado por Martínez y Anaya, 1994).

En Hidalgo, México, las condiciones de aridez y semiaridez llevaron a la instalación de módulos productivos con coquia bajo un enfoque integral. La población ganadera beneficiada está compuesta por un total de 1,057 bovinos, 7,650 ovinos y 5,100 caprinos. Con la implementación del proyecto, el índice de agostadero se incrementa en 1.66% al pasar de 0.06 U.A./ha a 1 UA/ha con la introducción de coquia y vegetación diferente a pastizal; y en 3.33% al pasar de 0.03 UA/ha a 1 UA/ha con la introducción de vegetación especial para caprinos.

6.6. Potencial económico

Debido a su alta eficiencia en el uso del agua, permite obtener altos rendimientos de forraje bajo el sistema de temporal, o con láminas de riego bajas; sin hacer menoscabo de la calidad del forraje, lo cual permite obtener incrementos adecuados en la producción de leche, huevo y carne.

Según Anaya (1996), la coquia como monocultivo puede producir 65.5 ton/ha a los 66 días, lo cual indica un potencial de producción de 1 ton/día/ha. Por su parte Reyna (1994), consideró un precio de \$ 650 /ton de forraje verde y un costo de producción de \$ 1.605 /ha con lo cual determinó un valor de la producción de 16,500.

En el municipio de Poanas, Durango, México, bajo el sistema de punta de riego se obtuvieron dos cortes con una producción total de 5,200 kg de materia seca. El análisis bromatológico en base seca reveló un contenido de proteína cruda de 14.4%; es decir, similar a la alfalfa, por esto se realizó un análisis económico con un precio similar. Se consideró un precio de \$ 1.50 / kg de materia seca de coquia, con lo cual el valor de la producción fue de \$ 7,800; comparándolo contra un costo de producción \$ 2,500 / ha, la ganancia es de \$ 5,300 / ha. Realizando la proyección del proyecto a cinco años con una tasa de descuento del 20% se determinó una relación beneficio costo de 8.60 y la tasa interna de retorno resultó del 33%. Lo anterior indica el gran potencial económico de la coquia para producción de forraje, y por lo tanto, para la elaboración de alimentos balanceados (Trejo, 1998).

En la engorda de borregos sulfolk, merino y rambulliet en Estado de México, México, se consideró un costo por kg de alimento de \$ 2.33, con lo cual el costo de producción por kg de peso vivo fue de \$ 11.15 para la raza merino, \$ 15.68 para la raza sulfolk y \$ 16.27 para la raza rambulliet. Con lo cual, dados los precios en el mercado local de borrego en pie de \$ 17, \$ 19 y \$ 17; se obtuvo

una relación beneficio / costo de 2.46, 2.06 y 2.04, para la raza merino, sulfolk y rambulliet, respectivamente (Trejo, 1998).

6.7. Experiencias de coquia en la Comarca Lagunera

A pesar del extenso acervo científico técnico que existe sobre la coquia como opción forrajera en las zonas áridas y semiáridas de México y de otras partes del mundo, la presencia de esta planta en la Comarca Lagunera no es significativa. Los productores lecheros continúan produciendo con un sistema tradicional que está basado en la alfalfa, maíz forrajero, avena forrajera, ballico anual y sorgo forrajero, principalmente.

Algunos productores se han preocupado por diversificar su producción de forraje con el objeto de disminuir costos y ahorrar agua y dentro de sus opciones han considerado la coquia; pero por causa de factores negativos el efecto de la divulgación no ha sido el deseado. Las instituciones de investigación y transferencia tecnológica de la región no han dado la importancia suficiente a las plantas forrajeras no convencionales; de tal manera que ha tratado de eficientizar el uso del agua en función de mejoras en los sistemas de riego y aunque eventualmente han explorado nuevos modelos de producción de forraje, las variables modificadas han sido mínimas.

Existen algunos antecedentes científicos de forrajes de bajo uso consuntivo en La Laguna realizados por la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED), la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-Laguna) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de La Laguna (INIFAP-Laguna). Pero solo el último, es quien recientemente se ha enfocado a la evaluación de la coquia, cuyos resultados se tomaron como base para el análisis realizado en esta investigación.

En dicho campo experimental, Contreras, et al (1999), establecieron dos experimentos con coquia. La siembra se realizó el 30 de marzo, en seco con el método al voleo a una densidad de 8 kg/ha. La semilla tenía 48% de germinación. La fertilización se realizó al establecimiento con 80 unidades de nitrógeno y 60 de fósforo por hectárea. En el experimento 1 (E1) se estudiaron dos tratamientos de riego que consistieron en aplicar uno o dos riegos de auxilios entre cortes, con riegos similares durante el establecimiento, y el experimento 2 (E2) donde se estudiaron tres tratamientos de riego durante la etapa de establecimientos y posteriormente el manejo fue similar entre tratamiento (fase de cortes).

Los tratamientos a estudiar en E1 fueron: a) A1, aplicar un riego de auxilio entre cortes (lámina de 0.20 m); y, b) A2, aplicar dos riegos de auxilio entre cortes (lámina de 0.40 m). En E2 los tratamientos fueron: a) T1, aniego más sobrieriego (lamina de 0.60 m), b) T2, aniego más sobrieriego de auxilio (lámina

de 0.80 m), c) aniego más sobreriego más riego de auxilio más riego de auxilio (lámina de 1.00 m).

Los resultados de E1 indican que no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos de riego entre cortes (Cuadro 11); así mismo, no hubo diferencia en el contenido de Proteína Cruda (%PC) y digestibilidad (%DIVMS) (Cuadro 12), lo cual indica que con aplicar un riego entre cortes se tiene la misma respuesta en la planta que con dos riegos.

Cuadro 11. Comarca Lagunera. Rendimiento de forraje seco por corte y acumulado de coquia. Experimento 1.

ton MS/ha⁸

Tratamiento	Cortes						Rendimiento Acumulado
	1	2	3	4	5	6	
A1	5.80	8.57	1.52	2.20	0.62	0.39	19.09
A2	6.65	7.99	1.31	2.19	0.59	0.36	19.01

⁸ Los rendimientos de forraje generalmente se expresan en toneladas de materia seca por hectárea (ton MS/ha), con lo cual se evita la distorsión que causaría el contenido de agua. Para la cantidad de materia seca en el forraje, se utiliza una estufa donde se someten las muestras de la planta a la circulación de aire caliente que provoca la pérdida de agua hasta alcanzar un peso constante (Mc Donald, 1979).

Cuadro 12. Comarca Lagunera: Proteína cruda (%PC), fibra detergente neutro (%FDN) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DIVMS)⁹.

Experimento 1.

Tratamiento	%PC	%FDN	%DIVMS
A1	16.38	45.84	70.00
A2	14.46	47.29	67.93

En el caso de E2, no hubo diferencias en producción de forraje seco por corte y acumulado entre número de riegos al establecimiento (Cuadro 13), lo cual indica que con el riego de siembra más un riego de auxilio es suficiente para obtener un rendimiento de 5.0 toneladas de forraje seco al primer corte. Por otro lado, al igual que en E1, se observó que los rendimientos más altos se obtuvieron en los dos primeros cortes de la coquia, los cuales representaron alrededor de 70% del rendimiento del total en el ciclo.

⁹ La digestibilidad de un alimento se define como la proporción de un alimento que no es excretado con las heces y que supone por lo tanto, que es absorbida por el aparato digestivo del animal. Generalmente se expresa como porcentaje del nutriente, proteína cruda (%PC), fibra detergente neutro (%FDN) y materia seca (%DIVMS).

El método *in vitro* se realiza en laboratorio utilizando líquido ruminal que se extrae de un animal fistulado para simular la función del rumen. (Mc Donald, 1979).

Cuadro 13. Comarca Lagunera. Rendimiento de forraje seco por corte y acumulado de coquia. Experimento 2.

ton/ha

Tratamiento	Cortes				Rendimiento Acumulado
	1	2	3	4	
T1	5.07	4.09	2.19	1.77	13.20
T2	5.06	3.67	2.17	1.84	12.74
T3	5.45	4.42	2.36	2.05	14.28

En ambos experimentos se observó que los dos primeros cortes producen entre el 50 al 60% del rendimiento total en el ciclo (8.57 ton MS). Por su parte, el valor nutritivo (16.38% PC) y digestibilidad de la coquia (70% DIVMS) no fue afectado por los tratamientos de diferente número de riego. Esto indica que la coquia se puede establecer en la Comarca Lagunera con dos a tres riegos y que solo es necesario aplicar un riego entre cortes para la producción de forraje (lámina de 0.40 m).

En resumen, se demostró que la Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes del país y por lo tanto, requiere de grandes volúmenes de forraje; sin embargo, padece de escasez de agua cada vez más aguda. Además, se expuso como la coquia presenta un perfil ecológico y nutricional excelente para las necesidades de la región. Esto plantea la interrogante acerca de los factores que inhiben la adopción de coquia como opción forrajera en la Comarca Lagunera.

6.8. Factores que inhiben la adopción de la coquia como opción forrajera en la Comarca Lagunera

La poca aceptación que la coquia ha tenido en la Comarca Lagunera es un problema complejo, cuyo análisis abarca dos tipos de factores: a) Productivos; y, b) Socio económicos.

Dentro de los factores productivos, el principal obstáculo para el cultivo de la coquia es siendo una planta anual trata de compararse con plantas semi perennes como la alfalfa. Aunque la experiencia de la región Texana, en Estados Unidos, resulta interesante ya que la coquia quedó establecida debido a que después del corte o pastoreo los rebrotes se dejan desarrollar hasta completar su ciclo, con lo cual la semilla cae al suelo y con la lluvia da origen a una nueva generación. Esto sugiere la opción de establecer la coquia para pastoreo o corte permitiendo que segundos o terceros cortes sean para producción de semilla.

Se ha observado que la pérdida de viabilidad de la semilla durante el almacenamiento es significativo si el almacén carece de condiciones de temperatura y humedad adecuadas, lo cual perjudica a los productores que compran semilla para varios ciclos.

Otra de las barreras es el sistema de producción, aún no se ha determinado el mejor método para establecer el cultivo. La semilla tiene un diámetro que

representa el 50% del diámetro de la semilla de alfalfa y las dosis de siembra son tres o cuatro veces menos, lo que hace particularmente difícil la siembra al voleo por la cantidad de semilla que se tiene que distribuir por hectárea. Por lo tanto, la siembra requiere de la utilización de sembradoras especializadas. A pesar de que en la Comarca Lagunera los productores están acostumbrados a las siembras mecanizadas, generalmente existen fallas en el tapado de la semilla, la recomendación de Anaya (1999), es no tapar la semilla con más de tres milímetros, pero en la práctica esto es difícil de lograr; además, en riegos rodados la velocidad y cantidad de agua en excesos pueden arrastrar la semilla, perjudicando seriamente el establecimiento de la coquia.

No se ha investigado el comportamiento de la coquia en sistemas de praderas múltiples. Además, la presencia de malezas y los periodos de heladas limitan el lapso de tiempo disponible para su cultivo. A pesar de que la planta alcanza la floración en 70 a 80 días, las malezas de rápido crecimiento pueden afectar considerablemente el cultivo; debido a que no existen herbicidas que se puedan aplicar sin perjudicar la coquia, el control cultural es la única opción. Algunos productores suelen aplicar un riego para propiciar al emergencia de malezas y luego preparar el terreno para la siembra de la coquia, pero en la mayoría de los casos existen varias generaciones de malas hierbas. Por su parte, las bajas temperaturas limitan el crecimiento de la coquia hasta detenerlo y si las heladas son de consideración el cultivo perece.

La coquia es un cultivo de bajo uso consuntivo, pero cuando los intervalos entre riegos son pronunciados o la disponibilidad de humedad cesa, la planta responde interrumpiendo la fase vegetativa y pasando a la etapa reproductiva, cuyo efecto se nota en una merma considerable en el rendimiento del forraje. Un fenómeno similar se presenta cuando la humedad es demasiada. La recomendación más adecuada es cultivar la coquia en el sistema de surcos o camas meloneras, ya que así se facilitaría la siembra mateada por medio de saleros y la humedad necesaria llegaría a la semilla sin arrastrarla ni provocaría inundaciones; además, el espacio entre surcos facilitaría el control de malezas con utilizando el tractor o con azadón.

No solo el sistema de producción frena la utilización de la coquia, sino que el forraje puede presentar características adversas a la producción de leche. El principal elemento negativo es la acumulación de sustancias tóxicas en la planta, tales son los oxalatos, los nitratos y saponinas; estas pueden causar acumulaciones de ácido láctico en el ganado que en exceso pueden causar intoxicaciones hasta la muerte o ceguera, si el consumo de la coquia se realiza por periodos prolongados. Se ha notado que el porcentaje de sustancias tóxicas en la planta varía considerablemente en cada caso; así mismo, el nivel que el ganado puede soportar no tiene límites precisos. En algunos experimentos que se citan en los capítulos anteriores, las vacas han logrado generar mecanismos para la eliminación de las sustancias dañinas sin que causen problemas a la salud. La alternativa es realizar las pruebas pertinentes en cada establo o

acudir a la recomendación técnica de no exceder el nivel máximo de inclusión de la coquia en el 40% del total del forraje (Anaya, 1999).

Considerando el alto volumen de producción de forraje en tan poco tiempo, es difícil consumirlo en fresco, a menos de que se trate de un establo grande, lo que obliga a recurrir a prácticas de conservación de forraje, a las cuales muchos ganaderos están poco acostumbrados. La coquia se puede empacar, acicalar, henificar y ensilar. Aunque no se han observado problemas con la palatabilidad del forraje, cuando la cosecha no se da a tiempo el tallo tiende a lignificarse en exceso, dificultando su ingestión por el ganado, en estos casos se opta por moler la planta.

Por otra parte, los factores socio económicos son los que más han dificultado la utilización de la coquia. El origen de estos está relacionado con los usos y costumbres, por lo que el introducir la coquia significa romper con un sistema de producción que se ha practicado desde hace varias generaciones y que ha dado resultados convincentes para los ganaderos.

El aspecto que limita gravemente la difusión del cultivo de la coquia en la Comarca Lagunera es la comercialización de la semilla. De principio, la disponibilidad de la semilla no es conocida por la mayoría de los productores, actualmente solo existen dos empresas formalmente dedicadas a la producción de semilla de coquia, una en el Estado de México, México y la otra en Texas,

Estados Unidos¹⁰. La primera es una organización pequeña, por lo que su fuerza de venta es mínima y promueve la planta apoyándose en las universidades y centros de investigación. Por esto, para que el proyecto coquia siga funcionando se ha tenido que mantener la tendencia a la alza del precio de la semilla. Actualmente el costo de la semilla es de \$ 120.00 con una recomendación técnica de 10 kg/ha (Anaya, 2000). Esto significa que el costo de semilla por hectárea es de \$ 1,200.00, monto equivalente al de establecer siembras de cultivos convencionales, por lo que el ganadero no se siente atraído a utilizar la coquia.

La segunda empresa se dedica a la producción de diversas semillas, aunque distribuye semilla de coquia en los estados del norte de México, no cuenta con una campaña publicitaria que le permita dar a conocer la disponibilidad de semilla, únicamente se puede consultar una página en Internet (www.kochia.com) y eventualmente tener acceso a folletos que se envían a las uniones ganaderas. En números redondos, esta empresa presenta un costo de semilla de \$ 360.00 / ha, aunque recomienda 4 kg/ha (Nieto, 2000). No se conoce cual es la viabilidad de la semilla en cada una de las empresas, pero los datos anteriores indican que la semilla de la empresa del Estado de México cuesta \$ 120.00 kg y la de la empresa Texana cuesta \$ 90.00 kg, por lo que se

¹⁰ La empresa mexicana es propiedad del Dr. Manuel Anaya Garduño. El titular de la empresa texana es Adan Nieto Jr. De ambas se obtuvieron cotizaciones y paquete tecnológico que se consideran en adelante para la evaluación económica del patrón alternativo de producción de forraje.

sugiere realizar pruebas de germinación y determinar cual es la siembra que resulta más económica.

Por otra parte, los apoyos de la Alianza para el Campo no pueden destinarse al subsidio para la adquisición de la semilla de coquia debido a que no está validada, por lo que urge trabajar con el INIFAP y otras universidades en investigación sobre coquia.

En el aspecto nutricional, la utilización de la coquia en la alimentación del ganado no ha mostrado cambios significativos en la cantidad y contenido de grasa de la leche; sin embargo, al ser un nuevo cultivo los ganaderos tienen la impresión de que el producto tendrá características diferentes que pueden causar problemas en su comercialización o industrialización. Aunado a esto, las limitantes en el uso del forraje requieren de análisis de laboratorio en la planta para determinar su calidad y presencia de sustancias tóxicas en cada establo, acto al que el ganadero se rehúsa por considerarlo un costo extraordinario y sobretodo una alteración en su patrón de cultivos forrajeros.

Estas deficiencias no se han logrado resarcir por la falta de investigación y difusión de la coquia como alternativa forrajera en la Comarca Lagunera. El escaso acervo experimental que existe en el INIFAP se limita al análisis de eficiencia en el uso del agua y producción y calidad del forraje; pero no se ha experimentado la acumulación de oxalatos, nitratos y saponinas y su impacto en el ganado de la región ni el impacto en la producción de leche. De igual

forma falta abordar el aspecto climático para determinar la mejor época para producción de coquia y analizar escenarios más particulares como potencial económico de la coquia como forraje.

Por lo antes expuesto, se concluye que para impulsar la adopción de la coquia para la producción de leche en la Comarca Lagunera, además de obtener la validación de la semilla para que los ganaderos puedan obtener los apoyos oficiales, debe considerarse el establecimiento de un sistema de distribución de la semilla y sobre todo una campaña de difusión que sirva de capacitación a los productores para que adopten la nueva tecnología convencidos de que la utilización del forraje de coquia tendrá efectos positivos en la producción de leche (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comarca Lagunera. Factores que inhiben la adopción de la coquia como opción forrajera y propuestas de acción.

Factores adversos	Propuestas de acción
Técnicos	
Es una planta anual	➤ Permitir la conclusión del periodo reproductivo en segundos o terceros cortes para obtener una nueva generación
Pérdida de viabilidad de la semilla	➤ Construcción de almacenes con condiciones adecuadas ➤ Adquirir únicamente la semilla para un ciclo
Sistema de producción con problemas de distribución de la semilla, arrastre por el riego, distribución del agua y malezas	➤ Utilizar sistemas de siembra con saleros en camas meloneras o surcos con apego estricto al calendario de riegos
Acumulación de oxalatos, los nitratos y saponinas	➤ Análisis del forraje para determinar la cantidad precisa de forraje que puede ofrecerse al ganado ➤ No exceder del 40% del total del forraje
Alta producción de forraje en poco tiempo	➤ Prácticas de conservación de forraje como son: henificado, achicalado, empacado, ensilado y molido
Socio económicos	
Sistema de producción tradicional	➤ Establecimiento de parcelas demostrativas de coquia como forraje para la producción de leche
Falta de información sobre disponibilidad de la semilla	➤ Divulgación en los centros de investigación en la región
Alto costo de la semilla	➤ Buscar nuevos productores ➤ Establecer semilleros
Falta de apoyos del gobierno para adquirir la semilla	➤ Validación de la semilla
Escaso acervo científico y técnico de coquia en la Comarca Lagunera en los diversos aspectos de la producción de leche	➤ Impulsar trabajos en INIFAP Laguna, UAAAN Unidad Laguna, FAZ-UJED y LALA

Fuente: Elaboración propia.

El caso de la coquia demuestra la falta de orientación e investigación para resolver los problemas de la falta de agua y aumento de los costos de producción. No significa que la coquia sea la única alternativa, ciertamente es necesario efectuar una evaluación y planeación de cultivos forrajeros. Ecológicamente, el punto de partida es el levantamiento poblacional para conocer la existencia de pastos nativos y su potencial forrajero. De igual forma, las formas ancestrales de producción provocan alzas en los costos de producción por el incremento en el precio del agua bombeada; esto sugiere la instrumentación de prácticas como la retención de humedad mediante cortinas de árboles para la captura del agua y su fijación al suelo, el riego y corte de los forrajes durante la noche, entre otros.

Lo anterior demuestra la clara necesidad de aumentar la eficiencia en el uso del agua de riego en la Comarca Lagunera, lo que implica el diseño de una estrategia de producción de forraje basada en modificaciones a patrón regional actual, de tal forma que se reduzca la superficie cultivada de alfalfa y se sustituya con secuencias de cultivos anuales de menor uso consuntivo procurando mantener las características de rendimiento y calidad, para evitar perjuicios a la producción lechera de la región; esto constituye el eje del próximo capítulo.

CAPITULO VII. ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE CON MENOR CONSUMO DE AGUA EN LA COMARCA LAGUNERA

De acuerdo con las características climatológicas de la Comarca Lagunera se concluye que la eficiencia en el uso del agua no puede ser aumentada más allá de lo que permita la inclusión de los cultivos anuales para combinarlos con los anuales de verano y asegurar la producción y disponibilidad de forraje a través del año.

Existe un patrón tradicional de producción de forrajes donde la mayor parte del área se siembra con alfalfa y el resto corresponde a una secuencia de cultivos anuales, que por lo general incluye maíz durante el verano y avena durante el invierno. Esta secuencia de cultivos provee altos rendimientos de forraje con calidad óptima, pero requiere grandes volúmenes de agua, situación que de no encontrar alternativas, en el futuro causará severas restricciones en la disponibilidad de este recurso, mismas que repercutirán en la disminución de la superficie irrigable.

Una de las opciones es disminuir la superficie dedicada a alfalfa, sustituyéndola con secuencias de cultivo más eficientes en el uso de la agua, y que no afecten la dieta del hato.

7.1. Proceso de toma de decisiones para el establecimiento del patrón de cultivos forrajeros

La limitante en la utilización de algunas secuencias en cultivos forrajeros está en el tiempo que cada una ocupa en el terreno por año, los días libres así como los días disponibles para laboreo en cada una de las rotaciones. En algunas de las secuencias de cultivos el número de días disponibles es más que suficiente; sin embargo, en otras combinaciones queda muy limitado. La gravedad de este problema está relacionada con la cantidad de terreno disponible en la explotación para hacer las rotaciones; es decir, si hay terreno cultivable que no se aprovecha debido a limitaciones de agua o de otra índole, esto permitirá que los componentes de las secuencias se realicen en terrenos diferentes, permitiendo así realizar la preparación del terreno cuando el cultivo anterior dentro de la secuencia no se haya cosechado.

Si se explota todo el terreno y por lo tanto las secuencias tienen que hacerse obligatoriamente en el mismo terreno y la decisión de cuales secuencias combinar, dependerá de la disponibilidad y eficiencia de la maquinaria con que se cuente. Una vez determinada la secuencia a utilizar en base a eficiencia en el uso de la agua, producción y calidad del forraje, así como su distribución en el tiempo, será necesario asegurar su factibilidad en base a la posibilidad de su implementación con los recursos de maquinaria disponibles en la explotación. Además, es necesario considerar la necesidad de aumentar la eficiencia en el

uso del agua de riego a nivel explotación sin perjudicar los objetivos de producción del establo al que se está proveyendo de forraje. Es decir, que los cambios que se realicen estén dirigidos a obtener las máximas producciones por unidad de agua de riego, sin olvidar el objetivo del productor y para esto la producción que en el rancho se tenga, deberá suplir los requerimientos del hato de la explotación.

El método para lograr lo anterior es mediante combinaciones de secuencias de cultivos partiendo de la disponibilidad de agua en el predio y observando que las producciones obtenidas llenen los requerimientos del hato a alimentar. Esta estrategia considerará como fuente de alimentación las reservas de forraje almacenado que en rancho se tengan y también contemplará la posibilidad de obtener forraje de otras fuentes cuando las producciones totales del predio sean insuficientes.

De esta manera, el proceso de toma de decisiones para determinar el patrón de cultivos forrajero considera dos dimensiones básicas: a) El volumen de agua disponible; y, b) El número de animales a alimentar. El volumen de agua disponible determina el tipo de cultivo a establecer en función del número de animales a alimentar (Figura 10).

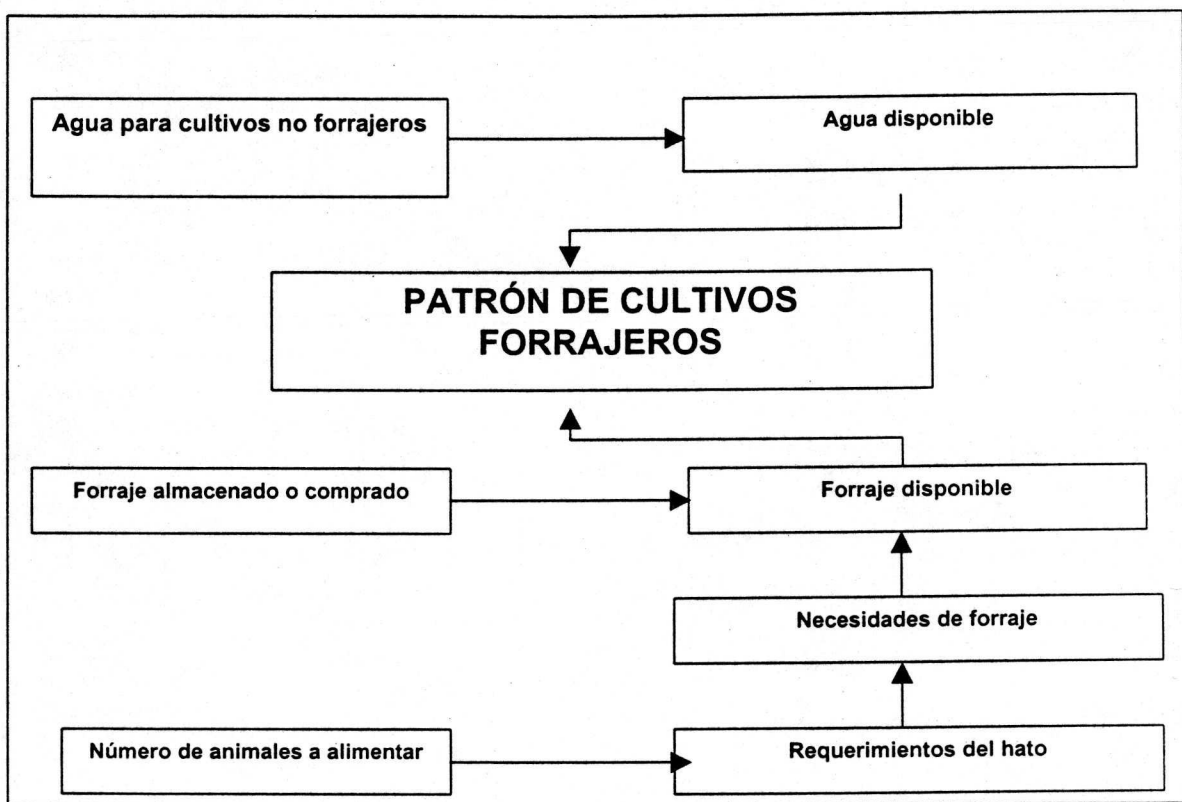


Figura 10. Comarca Lagunera: Proceso de toma de decisiones para el establecimiento del patrón de cultivos forrajeros.

7.2. Potencial forrajero de la alfalfa

La alfalfa es una planta herbácea, leguminosa de excelente adaptabilidad a los climas desérticos y semidesérticos debido a un profundo sistema radicular, tiene un antiguo origen en medio oriente y conserva hasta nuestros días su prestigio ante los ganaderos de distintos puntos del planeta, acorde a su etimología árabe que significa " el mejor forraje". En Norteamérica mantiene una importancia continua como la principal leguminosa en la dieta del ganado y en

la Comarca Lagunera ocupa los primeros lugares en cuanto a superficie sembrada con forrajes.

La alfalfa es el forraje preferido y el más conveniente para la alimentación de este tipo de ganado y el principal constituyente de su ración alimenticia debido a su excepcional calidad como forraje. Aunque sus rendimientos regionales pueden ser mejorados, son aceptables y como cultivo presentan beneficios, como el de no requerir de fertilizante nitrogenado por ser una leguminosa, ni presentar acumulaciones tóxicas de nitratos, además es ideal para rotaciones de cultivos, tanto por aportar cierta cantidad de nitrógeno residual como por contribuir al desarrollo del suelo por sus cualidades radicales.

Esta planta presenta características deseables que los demás forrajes no tienen, lo cual explica la importancia del cultivo en la región; sin embargo, su cultivo como forraje presenta algunas desventajas, lo que obliga a los ganaderos a diversificar su patrón de cultivos forrajeros para contrarrestar el efecto adverso de algunos factores (Cuadro 15).

Cuadro 15. Alfalfa: Ventajas y desventajas como opción forrajera.

Ventajas	Desventajas
• Excelente palatabilidad. • Es una planta semi perenne, que produce forraje aceptable de tres a cinco años. • Alto rendimiento y puede usarse en seco, lo que permite su almacenamiento para disponer de ella todo el año. • Su contenido de proteínas es muy alto con promedio 20.6 en base seca. • Es una planta con alto consumo de calcio, potasio, grasas, vitaminas A y B, que pasan a la leche y dan un agradable sabor. • Es una planta mejorada de la ecología por ser una leguminosa muy evolucionada, por medio de sus bacterias de la raíz toma nitrógeno de aire. • Es una planta mejoradora de suelos, tanto a nivel químico como mecánico. • Aporta al suelo cuando termina su ciclo hasta 200 kg / ha de nitrógeno. • El estiércol que produce el bovino por la ingestión de alfalfa es de buena calidad orgánica y mejoradora de las propiedades físico - químicas del suelo	• Es una planta de alto uso consuntivo, por lo que su cultivo en la región lagunera solo puede llevarse a cabo mediante riego. • La afecta la pudrición texana de la raíz en los suelos infectados • Produce timpanismo por su corte fuera de tiempo y mal manejo • Presenta cierta dificultad su ensilado que se controla por medio de expulsantes. • Sensible a las bajas temperaturas, lo que requiere de sustituirla en invierno o almacenarla. • Produce timpanismo por su corte fuera de tiempo y mal manejo.

Fuente: Elaboración propia.

7.3. Límites de la producción de forraje en la Comarca Lagunera

Se observa que los cultivos en general consumen mucha agua, pero no es notable porque los ciclos vegetativos de los cultivos comparados son más cortos que la alfalfa.

Al agricultor ganadero de la Comarca Lagunera no le es rentable producir granos por el bajo rendimiento y el alto costo en su producción; de hecho se pueden conseguir más baratos y de mejor calidad en el mercado internacional, situación que no es posible en el caso de algunos forrajes.

Con las condiciones ecológicas de la región y el seguimiento del paquete tecnológico propuesto por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de la Comarca Lagunera, el cultivo de la alfalfa posee el potencial de producir de 14 a 15 toneladas por hectárea de forraje seco al año. Arriba del promedio de producción regional que es de 9 a 12 toneladas por hectárea. Las elevadas aplicaciones de agua en un promedio de hasta 2.7 m al año encuentran entre sus múltiples causas: a) la falta de información y costumbres, b) el índice en que se basa la aplicación de riegos, c) criterios para el corte, definidos en base a necesidades de forrajes más que al estado del cultivo, d) fuertes pérdidas de agua en su manejo por conducción, evaporación y precolación; y, e) la predominancia de sistemas de muy alto consumo de agua como lo es el sistema de melgas (INIFAP-Laguna, 1998).

Estos inconvenientes conducen a una muy baja eficiencia de transformación de agua a materia seca según estimaciones potenciales para este cultivo. Junto con lo anterior, se agregan reducciones en rendimiento y reducción de costos por una vida útil máxima de tres años, altos costos de cultivo, compactación por paso de maquinaria y riegos frecuentes además de condiciones prolongadas de

anaerobiosis, es decir la falta de oxígeno por deficiente aireación del suelo, debido a la aplicación de láminas de agua de 20 cm mayores a lo recomendado.

Además del notable incremento potencial en cuanto a la producción de materia seca ya mencionado, existen trabajos de investigación en la Comarca Lagunera que indican rendimientos medios de 123 ton/ha de forraje verde al año con lámina anual de 1.6 m, mientras que el productor aplica 2.7 m para obtener 70 ton/ha de forraje verde anual. Aquí se indica una eficiencia en el uso del agua de 7.7 kg/m (a nivel investigación) frente a 2.6 kg/m de lo que obtienen los productores regionales (INIFAP-Laguna, 1998). Estas deficiencias en las técnicas de manejo de agua de riego no solo demuestra un potencial productivo no utilizado si no un fuerte aumento en los costos.

Si se considera el gasto óptimo evapotranspirativo¹¹ para el mayor rendimiento del forraje verde, el régimen de humedad es de solo 175 cm. Los riegos con aspersión frecuentemente obtienen mejores rendimientos. La mayor eficiencia en el uso de agua durante el año de establecimiento se obtiene cuando se aplican entre 6 y 9 riegos de auxilio con una lamina total de 510 mm y se aconseja aplicar el riego conforme a la evaporación y no sobre la base de un calendario fijo, esto es de suma importancia porque en la etapa de establecimiento se define la mayor parte del sistema radicular de la planta. El grado de proliferación y de las raíces determinan la respuesta del cultivo en

¹¹ Se refiere al agua que se pierde por evaporación y gasto de cultivo.

cortes sucesivos en los que el crecimiento de la planta depende de la demanda atmosférica de agua y la facilidad con que ésta llega desde el suelo hasta las hojas.

La alfalfa es sensible a la inundación prolongada o condiciones de mal drenaje del suelo y requiere que el agua aprovechable no sea menor de un 30% para su buen desarrollo radicular. En la Laguna predominan los suelos de migajón arcilloso que son semipesados, con alta capacidad de almacenamiento de agua, pero con humedad aprovechable relativamente reducida. Bajo estas condiciones el crecimiento radicular de la alfalfa es afectado por el nivel de humedad aprovechable del suelo. Existen experimentos que recomiendan para sistemas de riego por melga y corrugaciones, un caudal de 1.5 lt/s/100 m² para antes del primer corte de la alfalfa. Un caudal de 3 lt/s/100 m² para después del primer corte resulta más eficiente (INIFAP-Laguna, 1998).

Una de las recomendaciones importantes para eficientar el riego por melgas es la determinación del largo de las mismas sobre la base de la textura del suelo, para optimizar velocidad de riego y patrón de mojado. Para beneficio de los usuarios de sistemas de riego por gravedad, en la actualidad se pueden contar con técnicas que mejoran la eficiencia de los mismos y ya en uso; como la nivelación con rayo láser y el revestimiento de regaderas con materiales como PVC.

7.4. Uso consuntivo y producción de proteína de los principales forrajes en la Comarca Lagunera

Los cultivos forrajeros más usuales en La Laguna están representados por la alfalfa, la avena forrajera, el sorgo, el maíz y el zacate ballico. A pesar de que la alfalfa requiere de mayor cantidad de agua, también presenta una producción de materia seca mayor (17.20 ton MS/año) y el máximo contenido de proteína cruda (19.55% PC); además, de acuerdo al perfil de la planta, la hacen un forraje insustituible.

El sorgo y el maíz presentan rendimientos similares y gastan la misma cantidad de agua, pero el maíz presenta un mayor contenido de proteína y el sorgo es un forraje que debe administrarse correctamente por los problemas de intoxicación que provoca el ácido prúsico (cianhídrico).

El zacate ballico y la avena forrajera son cultivos de invierno, por lo que son necesarios aunque poco eficientes en el uso del agua; sin embargo, la calidad y rendimiento del ballico es similar a la de la alfalfa, no ocurre lo mismo con la avena, que produce la menor cantidad de materia seca y poca cantidad de proteína cruda.

El rendimiento de la coquia en la Comarca Lagunera en dos cortes es de 8.57 ton MS/año; superior al del sorgo, maíz y avena. Además, su contenido de proteína presenta características similares a las de la alfalfa y el ballico, pero su

lámina de riego es apenas de 0.40 m, lo cual la hace una planta con potencial extraordinario desde el punto de vista de eficientización en el uso del agua (Cuadro 16).

Cuadro 16. Comarca Lagunera. Rendimiento, láminas de riego y contenido de proteína cruda de los principales cultivos forrajeros.

Cultivo	Rendimiento anual Ton MS/ha	Lámina de riego m	Contenido de proteína cruda % PC
Sorgo	8.40	0.75	7.37
Maíz	8.40	0.75	12.21
Zacate ballico	12.00	1.32	17.72
Avena forrajera	5.25	0.70	9.00
Alfalfa	17.20	2.40	19.55
Coquia	8.57	0.40	16.38

Fuente: INIFAP-Laguna, 1998 y Contreras, et al, 1999.

Sin embargo, no existe una relación proporcional entre rendimiento y calidad del forraje. A fin de cuentas lo que interesa es producir la mayor cantidad de proteína cruda con la menor cantidad de agua. De los datos del Cuadro 16 se puede determinar la producción de proteína cruda por hectárea (PC/ha) y el volumen de agua requerida (miles de m³/ha), de cuyo cociente resulta el índice de eficiencia en el uso del agua (Kg PC/m³ agua).

De esta manera, el Cuadro 17 demuestra que la mayor producción de proteína cruda está en el cultivo de la alfalfa (3,363 kg PC/ha), le siguen el zacate ballico (2,126 kg PC/ha), la coquia (1,399 kg PC/ha), el maíz (1.026 kg PC/ha). Finalmente se encuentran el sorgo y la avena (0.619 y 0.473 kg PC/ha, respectivamente).

Al determinar la cantidad de kilogramos de proteína cruda que se producen por cada litro de agua, se nota que la coquia es el cultivo más eficiente en el uso del agua, ya que produce 0.349 kg PC/m³. La alfalfa a pesar de presentar el mayor uso consuntivo produce 0.140 kg PC/m³. El ballico tiene una tendencia similar ya que produce 0.161 kg PC/m³, casi igual produce el maíz (0.137 kg PC/m³). Por último, los forrajes con menor índice de eficiencia son el sorgo con 0.083 kg PC/m³ de agua y la avena con 0.068 kg PC/m³ de agua.

Cuadro 17. Comarca Lagunera: Índice de eficiencia en el uso del agua de los principales cultivos forrajeros.

Cultivo	Producción de Proteína Cruda kg/ha	Volumen de agua miles m³/ha	Índice de eficiencia kg PC/m³ agua
Sorgo	619	7.5	0.083
Maíz	1,026	7.5	0.137
Zacate ballico	2,123	13.2	0.161
Avena forrajera	473	7.0	0.068
Alfalfa	3,363	24.0	0.140
Coquia	2,086	4.0	0.349

Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro 16.

Los resultados del análisis revelan que la alfalfa no es el cultivo más ineficiente en el uso del agua. El maíz y el sorgo presentan características muy parecidas, pero el maíz es más eficiente en el uso del agua, lo que sugiere aumentar la superficie de este cultivo. La avena forrajera presenta el menor índice de todos los forrajes de la región, aunque por ser un cultivo de invierno deben utilizarse cultivos que resistan el frío para sustituirla, el mismo ballico presenta un excelente índice en relación con la avena.

7.5. Patrón típico de cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera

El patrón típico de producción de forraje está basado en la alfalfa, que generalmente se complementa con cultivos anuales. El cultivo de la alfalfa generalmente ocupa la mayor parte de la superficie destinada a cultivos forrajeros. INIFAP-Laguna (1998), determinó el patrón más usual donde en una superficie dedicada a forrajes de 50 ha, la alfalfa ocupa 30 ha, el complemento está dado por maíz y avena. El maíz se siembra en las 20 ha restantes en marzo y se cosecha en junio. La superficie queda ociosa hasta octubre, cuando se siembra la avena, que se corta por segunda vez a mediados de enero (Figura 11).

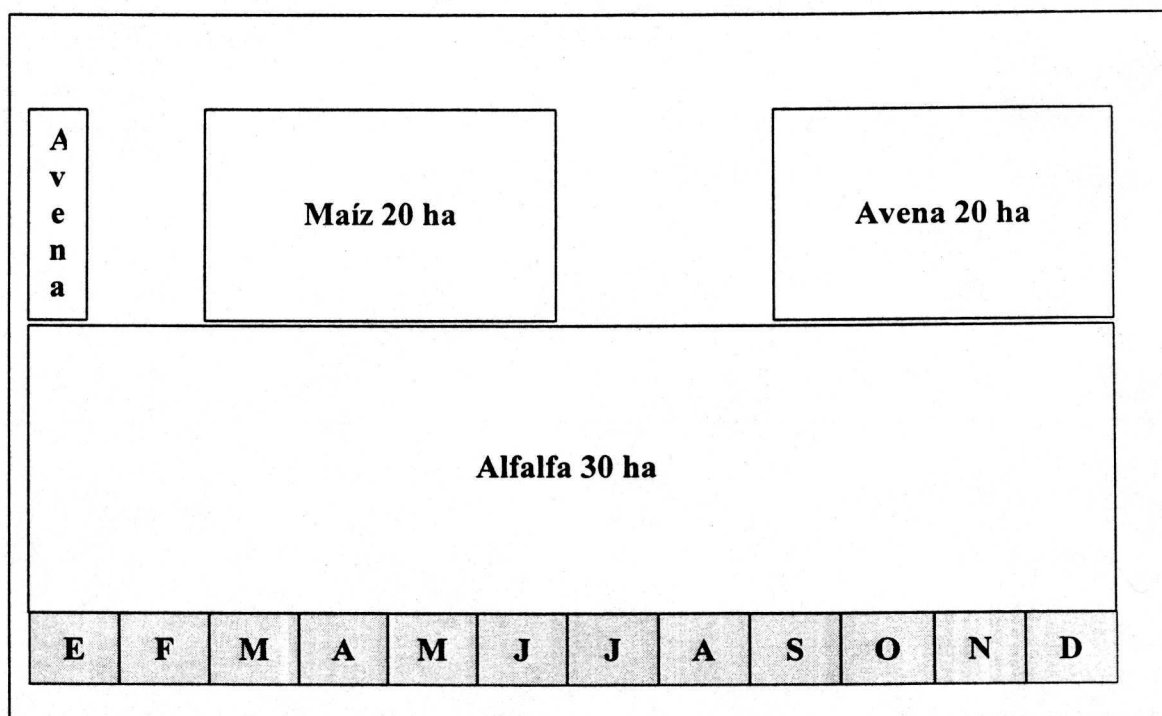


Figura 11. Comarca Lagunera: Patrón típico de producción de forraje.

Tomando en cuenta una eficiencia del 60% en el riego, la lámina de riego de la alfalfa y la superficie sembrada, se obtiene que los requerimientos de agua para este cultivo son de 1,008,000 m³; según el calendario de aplicación de riegos, se obtiene un gasto máximo en los meses de mayo a julio, cuya tasa asciende a 46.3 l/s. En el caso del maíz, los niveles de bombeo son de 27.01 l/s que se deben bombear de marzo a mayo para lograr extraer los requerimientos de agua totales (210,000 m³). La avena requiere riegos de octubre a noviembre; las necesidades de agua son de 196,000 m³, según el calendario de riegos, la tasa de bombeo es de 25.2 l/s. El efecto combinado de los tres cultivos determina el gasto mensual máximo que ocurre en el mes de mayo, cuando los riegos para alfalfa y maíz implican necesidades de bombeo de 73.31 l/s. Esta secuencia de cultivos implica un volumen de extracción total de agua de 1,414,000 m³ (Figura 12).

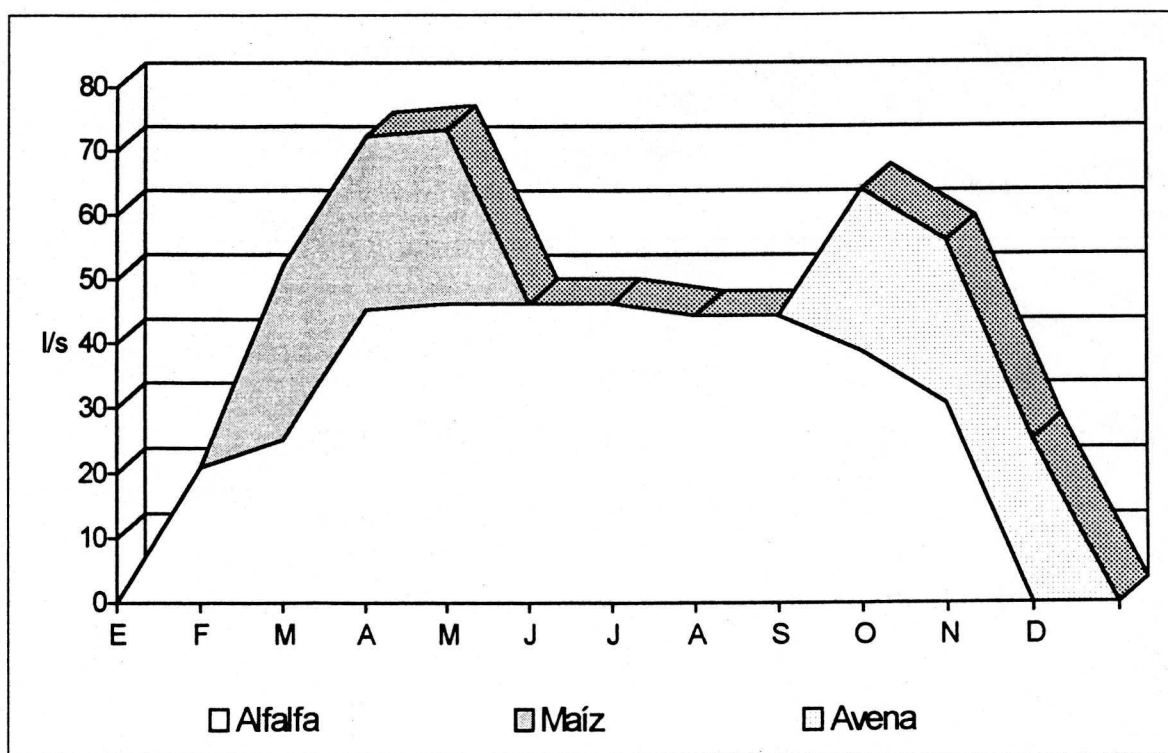


Figura 12. Comarca Lagunera: Gasto de noria mensual según el patrón típico de producción de forraje.

Con el patrón alfalfa:avena:maíz 30:20:20, los rendimientos totales son de 789 ton MS/año y la producción de proteína cruda es de 130.84 ton, lo que significa 16.58% PC (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comarca Lagunera. Patrón típico de producción de forraje.

Cultivo	Superficie sembrada ha	Rendimiento anual de Materia Seca ton	Rendimiento de Proteína Cruda ton
Alfalfa	30	516	100.88
Avena forrajera	20	105	9.45
Maíz	20	168	20.51
Total	50	789	130.84
		% PC	16.58
		m ³ de agua	1,414,000

Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro 16, Figura 12 e INIFAP-Laguna, 1998.

7.6. Patrón alternativo de cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera

Para introducir la coquia como complemento de la alfalfa se debe considerar el nivel de oxalatos, nitratos y saponinas que la planta acumule según los suelos de la Comarca Lagunera. Debido a que esta razón no se ha determinado, para establecer el nivel máximo de coquia en el total del forraje se consideró la recomendación técnica de limitarse al 40% de coquia en el total del forraje para garantizar la sanidad del ganado (Anaya, 2000).

Si se cultiva la coquia durante el tiempo ocioso en las 20 ha donde se cultiva maíz y avena según el patrón tradicional, el establecimiento del cultivo puede hacerse en junio y cosechar la segunda vez a mediados de septiembre, lo cual

permite tener 10 días de holgura antes y después de cultivar coquia, así se evita aglomeraciones con el tiempo disponible para realizar las labores.

En este patrón se obtendrán 171.4 Ton MS en dos cortes de coquia; las cuales representan el 21.72% del total del forraje, este porcentaje es considerablemente menor al límite en el uso de la coquia. Agregando la producción de maíz (168 ton MS) y avena (105 ton MS) al nuevo forraje suman 444.44 ton MS; lo que significa que para mantener la producción del patrón típico (789 ton MS) hacen falta 344.6 ton MS; estas se pueden obtener de 20.03 ha de alfalfa. En términos prácticos se recomienda establecer solo 20 ha de alfalfa, configurando así el patrón alternativo de producción de forraje (Figura 13).

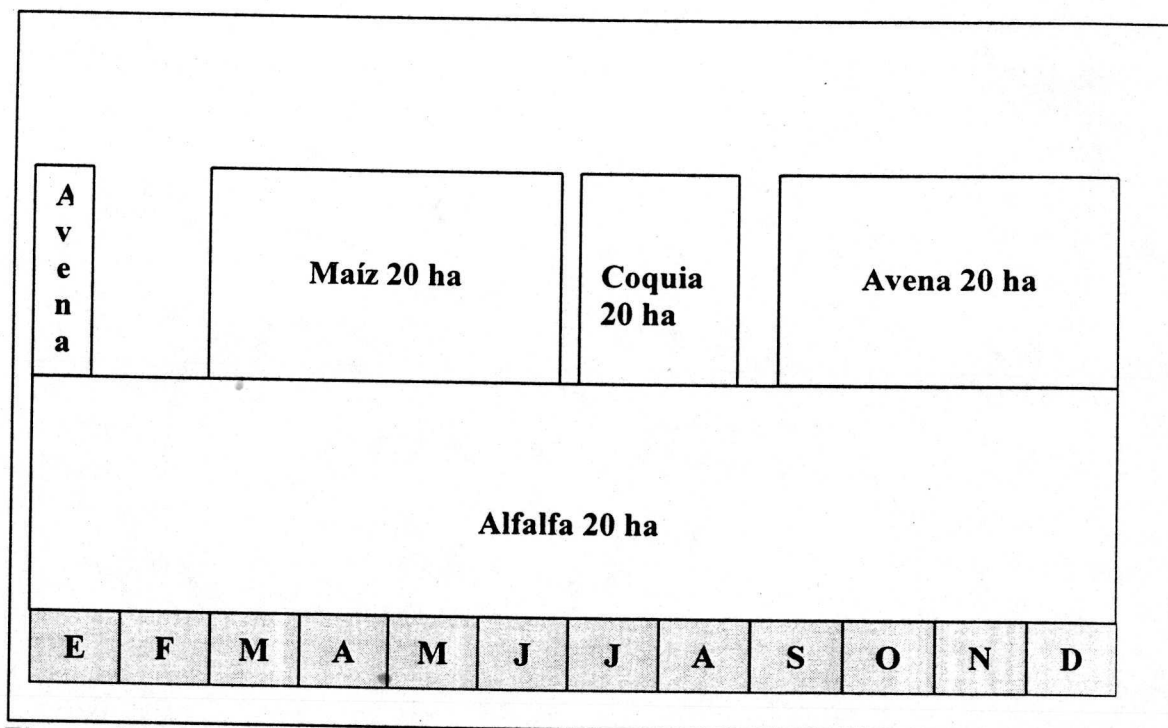


Figura 13. Comarca Lagunera: Patrón alternativo de producción de forraje.

El efecto de disminuir la superficie sembrada con alfalfa de 30 a 20 ha conlleva a requerimientos menores de gasto de bombeo. En los meses de mayo a julio se requiere bombear 30.5 l/s, que corresponden al gasto máximo para este cultivo; así, el volumen de agua total es de 672,000 m³ al año. Las condiciones para maíz y avena se conservan puesto que no hay alteraciones en la superficie cultivada. La coquia requiere un total de 112,000 m³ de agua, lo que significa un gasto de 18.8 l/s. En este patrón, el gasto máximo ocurre en el mes de mayo, cuando el riego de alfalfa y maíz requieren una tasa de 57.59 l/s. Por su parte, las necesidades totales de agua ascienden a 1,190,000 m³ (Figura 14).

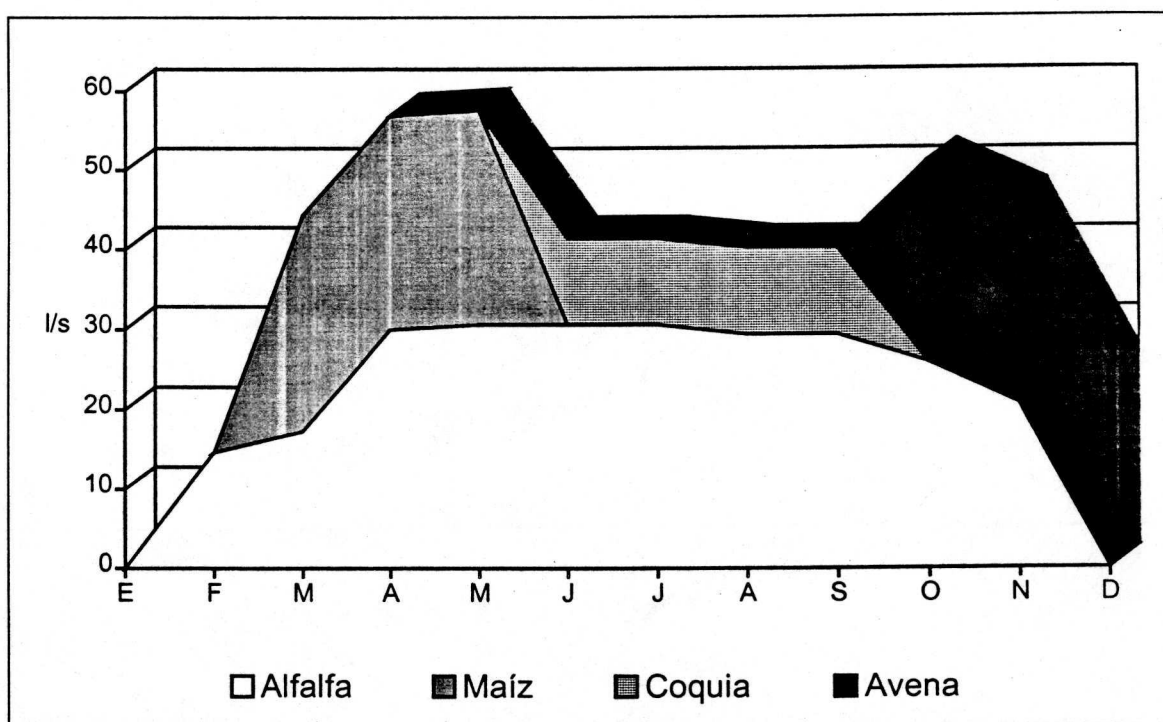


Figura 14. Comarca Lagunera: Gasto de noria mensual según el patrón alternativo de producción de forraje.

El nuevo patrón de cultivos forrajeros alfalfa:maíz:coquia:avena 20:20:20:20 arroja una producción anual de 788.4 Ton MS y 125.29 Ton PC, es decir que el porcentaje de proteína cruda es del 15.89 %, lo cual protege el nivel mínimo del 14% PC recomendado por NRC (1996) para producción de vacas lecheras (Cuadro 19).

Cuadro 19.Comarca Lagunera. Patrón alternativo de cultivos forrajeros.

Cultivo	Superficie sembrada	Rendimiento anual de Materia Seca	Rendimiento de Proteína Cruda
	ha	ton	ton
Alfalfa	20	344	67.25
Coquia	20	171.4	28.07
Avena forrajera	20	105	9.45
Maíz	20	168	20.51
Total	40	788.4	125.29
		% PC	15.89
		m ³ de agua	1,190,000

Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro 16, Figura 14 e INIFAP-Laguna, 1998.

Lo anterior demuestra que introducir la coquia como alternativa forrajera para la producción de leche en la Comarca Lagunera es factible desde el punto de vista ecológico. El implementar el patrón alternativo de producción de forrajes conlleva a la disminución de las necesidades de agua, cuyo efecto se reflejará en protección al acuífero. Además, las variaciones en la producción de materia seca y proteína cruda no son significativas, pero sobre todo la superficie

requerida es menor, lo cual permite la posibilidad de aumentar la producción de leche sin abusar de los recursos agua y suelo.

Sin embargo, para que la adopción del nuevo patrón pueda darse en el corto plazo a nivel de explotación, es necesario demostrar que el modelo es económicamente competitivo, de tal manera que su instrumentación no represente costos superiores respecto al patrón típico.

CAPÍTULO VIII. ANÁLISIS ECONOMICO DEL PATRÓN TÍPICO Y ALTERNATIVO DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE

8.1. Cálculo del equipo de bombeo

A partir del gasto de noria máximo se procede a diseñar y calcular el equipo de bombeo para cada uno de los patrones de cultivos forrajeros. De acuerdo a los requerimientos de potencia que se determinen, se establece el consumo de energía eléctrica y considerando el costo de la misma, se obtendrá el costo de bombeo por m³ de agua de riego.

8.1.1. Especificaciones técnicas del motor

Para la región lagunera los pozos tienen una columna de extracción de 100 m, que ajustándose por los coeficientes de fricción, arroja una carga dinámica total de 110 m; el peso específico del agua es 1 y la eficiencia en los tazones es de 80%. Así, si el gasto hidráulico máximo para el patrón típico es de 73.31 l/s y para el patrón alternativo es de 57.58 l/s. La potencia necesaria se determina de la siguiente manera:

$$HP = ((Q \times CDT \times Pe)/(76 \times E))$$

(Martínez, 1990).

donde:

HP = Caballos de potencia

Q = Gasto hidráulico, en l/s

CDT = Carga dinámica total, en m

Pe = Peso específico del agua

76 = Constante

E = Eficiencia del sistema de tazonos

A. Patrón típico de producción de forraje

$$HP = ((73.31 \text{ l/s} \times 110 \text{ m} \times 1)/(76 \times .80)) = 132.63 \text{ HP}$$

B. Patrón alternativo de producción de forraje

$$HP = ((57.58 \text{ l/s} \times 110 \text{ m} \times 1)/(76 \times .80)) = 104.17 \text{ HP}$$

Sin embargo, al considerar una pérdida de eficiencia en la bomba del 20%, causada por la turbulencia, la fricción y por choques del agua: la potencia necesaria será de 159.16 HP para el patrón típico y de 125 HP para el patrón alternativo. Lo conveniente es considerar un margen mayor para evitar

problemas con posibles movimientos del nivel freático y de acuerdo a las especificaciones de los motores en el mercado, se puede recomendar motores con las especificaciones técnicas que señala el Cuadro 20.

Cuadro 20. Comarca Lagunera: Especificaciones técnicas del motor para el patrón típico y alternativo.

Concepto	Patrón Típico	Patrón Alternativo
Tensión	220 volts	220 volts
Frecuencia	60 Hertz por segundo	60 Hertz por segundo
Polos	4, para 1,800 rpm	4, para 1,800 rpm.
Potencia	200 HP	150 HP

Fuente: Elaboración propia con datos de IMTA, 2000.

Lo anterior demuestra que el efecto de disminuir el gasto necesario conlleva a una disminución en la potencia necesaria de 50 HP (25%), lo cual tendrá un impacto directo en los costos de inversión y mantenimiento del motor.

8.1.2. Especificaciones técnicas del pozo

De acuerdo con las especificaciones técnicas de los motores, el consumo de energía se determina por la siguiente ecuación:

$$Kwh = HP \times 0.746 \times \text{horas} \quad (\text{Martínez, 1990}).$$

Donde:

Kwh	=	Kilowatt hora consumidos
HP	=	Caballos de potencia
0.746	=	Constante de conversión
horas	=	horas de bombeo

Así, se obtiene que por cada hora trabajada el motor del patrón típico consumirá 149.2 Kw, mientras que el motor del patrón alternativo consumirá 111.9 Kw; es decir, 20% menos energía. Las especificaciones técnicas del pozo para cada uno de los patrones se muestran en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Comarca Lagunera. Especificaciones técnicas del pozo para el patrón típico y alternativo.

Concepto	Patrón Típico	Patrón Alternativo
Gasto hidráulico	73.31 l/s	57.58 l/s
Carga dinámica total	110 m	110 m
Eficiencia total por bombeo	60 %	60 %
Potencia del motor eléctrico	200 HP	150 HP
Consumo de energía	149.2 Kwh	111.9 Kwh
Tiempo de bombeo al año	5,357.89 horas	5,741.1 horas
Bombeo promedio por mes	446.49 horas	478.42 horas

Fuente: Elaboración propia.

8.1.3. Costo anual del agua de riego

Según datos de la Secretaría de Energía (2000), el precio promedio del Kwh para marzo del 2000 es de \$ 0.25 en la tarifa 9 y 9M (Riego agrícola). El costo de bombeo esta por una relación proporcional entre la carga dinámica total, el costo del kilowatt hora y la eficiencia del sistema de bombeo, por lo cual, no existe diferencia entre el costo de bombeo por m³ de agua entre pozos que mantienen las mismas características anteriores. Es de esperarse que un pozo con un gasto mayor bombea cierta cantidad de agua en menos tiempo que otro pozo con gasto menor, pero el consumo de energía será mayor. Por lo anterior, para determinar el costo por m³ de agua bombeada se emplea la siguiente ecuación:

$$$/m^3 = ((CDT \times \$/Kwh)/(366.75 \times E)) \quad (\text{Martínez, 1990}).$$

Donde:

$$/m^3$	=	Costo del m ³ de agua bombeada
CDT	=	Carga dinámica total
$$/Kwh$	=	Precio del kilowatt hora
366.75	=	Constante de conversión
E	=	Eficiencia (Electromecánica + hidromecánica)

De lo anterior:

$$\$/\text{m}^3 = ((110 \text{ m} \times \$ 0.25)/(366.75 \times 0.60) = 0.125$$

Con el costo por metro cúbico de agua y a partir de las necesidades de agua para cada uno de los patrones de producción de forraje, se puede determinar el costo de agua de riego según muestra el Cuadro 22.

Cuadro 22. Comarca Lagunera: Costo anual del agua de riego según el patrón típico y alternativo.

Mes	Patrón Típico		Patrón Alternativo	
	Volumen de agua m^3	Costo \$	Volumen de agua m^3	Costo \$
Enero	0	0	0	0
Febrero	54,247	6,781	37,972	4,746
Marzo	135,247	16,906	114,878	14,359
Abril	187,400	23,425	147,622	18,452
Mayo	190,020	23,753	149,267	18,658
Junio	120,020	15,003	107,267	13,408
Julio	120,020	15,003	107,267	13,408
Agosto	115,200	14,400	104,241	13,030
Septiembre	115,200	14,400	104,241	13,030
Octubre	166,133	20,767	132,533	16,566
Noviembre	145,180	18,148	119,378	14,922
Diciembre	65,333	8,167	65,333	8,166
Total	1,414,000	176,750	1,190,000	148,750

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior demuestra que la coquia puede ser considerada dentro del patrón de cultivos forrajeros en el corto plazo, ya que con esta medida se ahorra agua bombeada y por lo tanto, los costos de agua de riego disminuyen. Si bien es cierto que los requerimientos de equipo de bombeo son menores, en el caso de que el patrón de cultivos forrajeros esté establecido según la forma típica, no implica que el ganadero deba tolerar capacidad ociosa ya que tanto el equipo de bombeo como la superficie excedente favorecen la ampliación de la capacidad de producción del rancho, es decir, economías de escala.

Sin embargo, debido a que la coquia es una planta anual y la alfalfa es semi perenne, el productor está forzado a adquirir semilla de coquia para cada año mientras que la de alfalfa debe comprarla cada tres o cuatro años. Por esta razón es necesario realizar la evaluación del proyecto a largo plazo para determinar la rentabilidad de ambos proyectos en el tiempo.

8.2. Evaluación Económica

8.2.1. Inversión en maquinaria y equipo

El patrón alternativo requiere de una inversión total de \$ 1,766,900, mientras que el patrón típico \$ 2,070,000, lo que significa una diferencia de \$ 303,100 (14.64%) a favor del patrón alternativo. Esta razón tiene su origen en menores costos de equipamiento y subestación eléctrica del pozo, dado las menores necesidades de bombeo de agua para el caso del patrón que considera el cultivo de la coquia. La misma situación ocurre en el sistema de riego y el

tractor, ya que la necesidad de cultivar menor superficie implica ahorros en el sistema de riego y potencia del tractor. El resto de los conceptos no considera reducciones significativas para las circunstancias de los patrones, por lo que su costo es el mismo para ambos casos (Cuadro 23).

Cuadro 23. Comarca Lagunera: Inversión en maquinaria y equipo según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

Pesos

Concepto	Patrón Típico	Patrón Alternativo
Construcción del pozo		
Estudios previos	100,000	100,000
Perforación prueba	350,000	350,000
Perforación pozo	280,000	280,000
Equipamiento	200,000	150,000
Subestación eléctrica	100,000	75,000
Obras accesorias	40,000	40,000
Sistema de riego	500,000	351,900
Tractor*	180,000	100,000
Sembradora	70,000	70,000
Segadora	150,000	150,000
Empacadora	100,000	100,000
TOTAL	2,070,000	1,766,900

*La potencia necesaria del tractor es de 70 HP para el patrón típico y 60 HP para el patrón alternativo.

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

8.2.2. Depreciación

Esta se calculo por el método de depreciación lineal, considerando un valor residual del 10% del valor inicial, excepto el caso de la perforación prueba, donde se asigno un 0% del valor residual. La vida útil fue de 15 años para los conceptos de perforación prueba, perforación del pozo y obras accesorias; para los demás se consideró una vida útil de 10 años.

Durante los ocho años de evaluación del proyecto, la depreciación de maquinaria y equipo para el patrón típico es de \$ 1,348,267 (\$ 168,533 anuales), mientras que para el patrón alternativo es de \$ 1,130,035 (\$ 141,254 anuales); es decir, la depreciación en el patrón típico es \$ 218,232 (16.19%) más que el patrón alternativo. Por su parte, el valor de rescate es \$ 84,868 (11.76%) más para el patrón típico (Cuadro 24).

Cuadro 24. Comarca Lagunera: Depreciación en maquinaria y equipo según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

Pesos

Concepto	Patrón Típico			Patrón alternativo		
	Valor inicial	Depreciación en 8 años	Valor de rescate	Valor inicial	Depreciación en 8 años	Valor de rescate
Perforación prueba	350,000	186,667	163,333	350,000	186,667	163,333
Perforación pozo	280,000	134,400	145,600	280,000	134,400	145,600
Equipamiento	200,000	144,000	56,000	150,000	108,000	42,000
Subestación eléctrica	100,000	72,000	28,000	75,000	54,000	21,000
Obras accesorias	40,000	19,200	20,800	40,000	19,200	20,800
Sistema de riego	500,000	360,000	140,000	351,900	253,368	98,532
Tractor	280,000	201,600	78,400	200,000	144,000	56,000
Sembradora	70,000	50,400	19,600	70,000	50,400	19,600
Segadora	150,000	108,000	42,000	150,000	108,000	42,000
Empacadora	100,000	72,000	28,000	100,000	72,000	28,000
TOTAL	2,070,000	1,348,267	721,733	1,766,900	1,130,035	636,865

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

8.2.3. Costos de operación

A. Renta de terreno

Se consideró un costo anual por hectárea de \$ 2,000 según las cotizaciones regionales. El patrón típico considera una superficie total de 50 ha, por lo que el costo anual del concepto asciende a \$ 100,000; para el caso del patrón alternativo, la superficie necesaria es de 40 ha; así, el costo anual resulta de \$ 80,000; lo que representa un ahorro de \$ 20,000/año (20%).

B. Preparación del terreno

La alfalfa requiere establecerse cada cuatro años, por lo cual, este concepto aparece en el Año 1 y 5 y asciende a \$ 2,202 para el patrón alfalfa:maíz:avena y \$ 1,502 para el patrón alfafa:maíz:coquia:avena. La introducción de la coquia en el segundo patrón refleja un costo de \$1,600 anuales. En el caso del maíz y avena, el costo coincide para ambos patrones siendo de \$1,600 por año para cada cultivo. Las labores de establecimiento de la coquia explican la diferencia de \$ 11,400 (258.26%) a favor del patrón típico.

C. Semilla

El costo para alfalfa en el patrón típico es de \$ 84,000 y para el alternativo es de \$ 56,000; estos se efectúan en el año 1 y 5. El caso del maíz y la avena se mantienen para ambos patrones siendo de \$ 3,000 y \$ 1,800 anuales, respectivamente. Para la cotización de semilla de coquia se consideraron dos opciones¹². Opción A: cuyo costo es de \$ 360 /ha + \$ 300 por envío del paquete; y, Opción B: donde el costo es de \$1,200 /ha + 300 por envío de la semilla. Con estos datos se determinó un costo anual de \$ 13,200 para Opción A y \$ 30,000 para Opción B. Esto significa que existe un ahorro de \$ 49,600

¹² La Opción A se refiere a semilla importada de Texas, Estados Unidos (Nieto, 2000) y la Opción B se refiere a semilla nacional, proveniente de Estado de México, México (Anaya, 2000). Según las guías técnicas de cada cotización no existen diferencias en los rendimientos del forraje.

(29.52%) y 184,000 (109.52%) en el patrón típico respecto a las opciones A y B, del patrón alternativo, respectivamente.

D. Fertilizante

Para alfalfa se determinó un costo de \$ 8,100 anuales en el patrón típico y \$ 5,400 para el patrón alternativo. La aplicación del fertilizante (mano de obra) cuesta \$ 400 y \$ 200, en ese mismo orden. El maíz y la avena no presentan variaciones para cada uno de los patrones, los costos son de \$ 6,200 y \$ 4,700 anuales, en base a la recomendación técnica para la Comarca Lagunera. La aplicación del fertilizante para la avena cuesta \$ 250 anuales. En el maíz, el fertilizante se aplica junto con las labores culturales, este concepto asciende a \$ 1,800 anuales. La coquia, dentro del patrón alternativo implica costos de \$ 4,700 anuales; la aplicación se hace durante la siembra. Es decir, que existe un ahorro de 2,200/año (27.16%) con el patrón típico.

E. Energía eléctrica

Los gastos de energía eléctrica están en función directa de las necesidades de bombeo de agua de riego. El costo promedio del metro cúbico de agua bombeada se determinó en \$ 0.125. Según el Cuadro 25, los costos en maíz y

avena se mantienen en ambos patrones. En el caso de la alfalfa, en el patrón típico el costo anual es de \$ 126,000 y de \$ 84,000 para el patrón alternativo; pero la coquia implica costos de \$ 14,000 por año. En total, los costos anuales son de \$ 176,750 para el patrón típico y \$ 148,750 para el patrón alternativo, lo que significa un ahorro de \$ 28,000/año (15.84%) con el patrón alternativo.

Cuadro 25. Comarca Lagunera: Costos anuales de energía eléctrica según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

	Patrón típico				
	Alfalfa (30 ha)		Maíz (20 ha)	Avena (20 ha)	Total (50 ha)
m³ de agua	1,008,000		210,000	196,000	1,414,000
Costo \$	126,000		26,250	24,500	176,750
	Patrón alternativo				
	Alfalfa (20 ha)	Coquia (20 ha)	Maíz (20 ha)	Avena (20 ha)	Total (40 ha)
m³ de agua	672,000	112,000	210,000	196,000	1,190,000
Costo \$	84,000	14,000	26,250	24,500	148,750

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

Por su parte, la aplicación del riego cuesta \$ 6,750 al año para la alfalfa dentro del patrón típico. Este concepto es de \$ 1,800 para maíz y avena, en cada patrón. En el caso del patrón alternativo, la alfalfa requiere de \$ 4,050 /año, pero la coquia implica gastar \$ 1,800 /año. Aun así, el patrón alternativo evita el gasto de \$ 900/año (13.33%).

F. Cosecha

En el patrón típico, la cosecha de alfalfa cuesta \$ 2,300 al año y \$ 41,480 al año por el empaque. El maíz requiere de \$ 1,600 por el corte y \$ 800 del ensilaje cada año. En la avena cada año se gastan \$ 1,600 por la cosecha y \$ 8,600 por el empaque. Los conceptos de maíz y avena se repiten en los dos patrones.

En el caso del patrón alternativo, la cosecha y empaque de alfalfa cuesta \$ 1,600 y \$ 28,704 por año, respectivamente. Por su parte, las dos cosechas de la coquia causan gastos anuales de \$ 1,600 y \$ 20,384 para el empaque. En total, se gastan \$ 8,508/año (20.51%) más en el patrón alternativo.

G. Mantenimiento

El costo de mantenimiento se calculo como un 10% anual del valor inicial. Para el caso del pozo, se consideró el número de horas trabajadas al año y se estableció la cuota de mantenimiento por hora. Los costos se distribuyeron proporcionalmente según la superficie ocupada para cada cultivo.

Lo anterior condujo a costos anuales de \$ 996 para alfalfa y \$ 332 en cada uno de los otros cultivos del patrón típico. En el caso del patrón alternativo, la alfalfa causó gastos de \$ 655 anuales y \$ 327 anuales, para cada uno de los cultivos

restantes. Esto significa que en los costos totales de mantenimiento existió una diferencia a favor del patrón alternativo de \$ 24 al año (1.45%).

H. Gastos de administración

En este concepto se considera la contratación de un ingeniero con un salario anual de \$ 60,000. Este costo coincide en ambos patrones y se asignó de a cada cultivo proporcionalmente según la superficie ocupada.

El resumen de los costos de operación se muestra en el Cuadro 26. En el patrón típico, la alfalfa presenta un costo anual de \$ 282,026; exceptuando el año 1 y 5, donde el establecimiento del cultivo implica comprar semilla y preparar el terreno, por lo que el costo se eleva a \$ 369,830. El maíz y la avena mantienen costos anuales de \$ 76,982 y \$ 78,782; respectivamente. Dentro del patrón alternativo, la alfalfa presenta un costo de operación de \$ 179,609; pero en los años de establecimiento del cultivo este concepto asciende a \$ 238,213. La coquia implica un costo de operación anual de \$ 87,545 para el caso de semilla importada (Opción A) y \$ 104,345 para el caso de usar semilla nacional (Opción B). El maíz y la avena mantienen las mismas características del patrón típico.

Cuadro 26. Comarca Lagunera: Resumen de costos de operación según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

Pesos

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Patrón típico								
Alfalfa (30 ha)	369,830	282,026	282,026	282,026	369,830	282,026	282,026	282,026
Maíz (20 ha)	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982
Avena (20 ha)	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782
TOTAL	525,594	437,790	437,790	437,790	525,594	437,790	437,790	437,790
Patrón alternativo								
Alfalfa (20 ha)	238,213	179,609	179,609	179,609	238,213	179,609	179,609	179,609
Maíz (20 ha)	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311
Coquia (20 ha)								
Opción A	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545
Opción B.	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345
Avena (20 ha)	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111
TOTAL								
OPCIÓN A	474,179	415,575	415,575	415,575	474,179	415,575	415,575	415,575
OPCIÓN B	490,979	432,375	432,375	432,375	490,979	432,375	432,375	432,375

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

8.2.4. Costos totales de producción y valor de la producción

Dentro del patrón típico, en el año 1 y 5 el establecimiento del cultivo de la alfalfa conlleva a costos de producción de \$ 465,550, en el resto de los años, este concepto es de \$ 377,746. En el caso del maíz y la avena, los costos permanecen invariables en \$ 108,889 y 110,689 por año. Por su parte, el valor de la producción es de \$ 774,000, \$ 210,000 y \$ 105,000, para alfalfa, maíz y avena; respectivamente. Dentro del patrón alternativo, la alfalfa presenta un

costo de \$ 271,276 y \$ 212,672 para los años de establecimiento y los demás, en ese orden. El maíz y la avena arrojan un costo de producción anual de \$ 106,374 y \$ 108,174. En el cultivo de la coquia existen dos valores para el costo de producción, la Opción A con \$ 120,608 y la Opción B con \$ 137,408. Por su parte, el valor de la producción resulta de \$ 516,000, \$ 210,000, \$ 213,750 y \$ 105,000; para alfalfa, maíz, coquia y avena; respectivamente (Cuadro 27).

Cuadro 27. Comarca Lagunera: Costos totales de producción y valor de la producción según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

Típico	Costos totales de producción							
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Alfalfa	465,550	377,746	377,746	377,746	465,550	377,746	377,746	377,746
Maíz	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889
Avena	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689
Valor de la producción								
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Alfalfa	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000
Maíz	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Avena	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000
Alternativo	Costos totales de producción							
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Opción A								
Alfalfa	271,276	212,672	212,672	212,672	271,276	212,672	212,672	212,672
Maíz	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374
Coquia	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608
Avena	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174
Opción B								
Alfalfa	271,276	212,672	212,672	212,672	271,276	212,672	212,672	212,672
Maíz	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374
Coquia	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408
Avena	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174
Valor de la producción								
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Alfalfa	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000
Maíz	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Coquia	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750
Avena	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

8.2.5. Ingresos

Según datos de la Unión Ganadera Regional de la Laguna (UGRL, 2000), los precios por tonelada de materia seca para la alfalfa, maíz y avena son de \$ 1,500, \$ 1,250 y \$ 1,00; respectivamente. Por su parte, la coquia se comercializa en el Estado de México con un precio de \$ 1,250 /ton MS. Estos precios se usaron para determinar los ingresos.

No existen variaciones en los ingresos por maíz y avena entre los patrones. El precio de la alfalfa excede el de la coquia en \$ 250/ton MS (16.67%), lo cual determina una diferencia en los ingresos a favor del patrón típico de \$ 45,000/año (4.13%). No obstante, al obtener el ingreso promedio por hectárea, se nota que existen mayores ingresos en el patrón alternativo en el orden de \$ 4,338.75 (19.92%) (Cuadro 28).

Cuadro 28. Comarca Lagunera: Ingresos anuales según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

Concepto	Ingreso (\$)
Patrón típico	
Alfalfa (30 ha)	774,000
Maíz (20 ha)	210,000
Avena (20 ha)	105,000
Total (50 ha)	1,089,000
<i>Promedio por hectárea</i>	21,780
Patrón alternativo	
Alfalfa (20 ha)	516,000
Maíz (20 ha)	210,000
Coquia (20 ha)	213,750
Avena (20 ha)	105,000
Total (40 ha)	1,044,750
<i>Promedio por hectárea</i>	26,118.75

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

8.2.6. Capital incremental de trabajo

Se calculo en base al 70% del costo de operación. En el Año 1, las necesidades de capital incremental de trabajo son mayores para el patrón típico en \$ 63,891 (17.37%) y \$ 22,131 (6.02%) respecto a las opciones A y B del patrón alternativo, respectivamente. En el Año 2, los valores son negativos y exceden en -20,440 (33.26%) a ambas opciones del patrón alternativo. En el Año 3, 4, 7 y 8, los valores son 0 para todos los casos. En el Año 5 el patrón típico supera

en \$ 20,440 a las dos opciones del patrón alternativo; finalmente, se obtienen valores negativos en el Año 6 iguales al Año 2. (Cuadro 29).

Cuadro 29. Comarca Lagunera: Capital incremental de trabajo según el patrón típico y alternativo de producción de forraje.

Pesos

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Patrón típico	367,916	-61,463	0	0	61,463	-61,463	0	0
Patrón alternativo								
Opción A	334,025	-41,023	0	0	41,023	-41,023	0	0
Opción B	345,785	-41,023	0	0	41,023	-41,023	0	0

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

8.2.7. Indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad se calcularon considerando una tasa de actualización del 7.14%; tasa real que se obtuvo a partir de una tasa nominal del 20%, que es la que cobran las instituciones financieras para este tipo de inversiones; la inflación anualizada fue del 12%. Los valores de los indicadores para cada uno de los patrones se observan en el Cuadro 30.

Cuadro 30. Comarca Lagunera: Indicadores de rentabilidad según el patrón típico y alternativo de producción de forraje*.

Concepto	Patrón típico	Patrón alternativo	
		Opción A	Opción B
Total de costos actualizados	\$ 4,968,650	\$ 4,508,923	\$ 4,619,664
Total de beneficios actualizados	\$ 7,058,958	\$ 6,739,569	\$ 6,746,341
Valor actual neto	\$ 2,090,307	\$ 2,230,647	\$ 2,126,677
Relación beneficio/costo	1.42	1.49	1.46
Tasa interna de retorno	32.64%	39.47%	33.49%

* Determinados a partir de una tasa de actualización del 7.14%

Fuente: Anexo 5 y Anexo 6.

CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

El desarrollo agropecuario de la Comarca Lagunera se ha sustentado básicamente en la explotación de agua subterránea. La sobreexplotación del acuífero ha inducido varios efectos perjudiciales a la producción como son el incremento en los costos de bombeo, la inutilización y la disminución del rendimiento de casi todas las captaciones y en algunos casos la contaminación por arsénico.

Para establecer el patrón de producción de forraje se debe calcular los requerimientos nutricionales del hato y las necesidades de forraje. La toma de decisiones se debe iniciar determinando el volumen de agua que puede destinarse a la producción de forraje, esto es, restando del total del agua la cantidad que se usa para usos diferentes a los cultivos forrajeros. Considerando el forraje que se encuentra almacenado o que resulta más barato adquirirlo en otra región y las necesidades de forraje, se establecerá el patrón de cultivos forrajeros.

La determinación del índice de eficiencia en el uso del agua revela el potencial ecológico de la coquia ($0.349 \text{ kg PC/m}^3 \text{ agua}$). Esta presenta un índice 2.17

veces mayor que el ballico (0.16 kg PC/m^3 de agua), aunque el cultivo de la coquia no se realiza en invierno; respecto a la alfalfa (0.140 kg PC/m^3 de agua), es 2.49 veces más eficiente. 2.55 veces más que el maíz (0.137 kg PC/m^3 de agua). 4.20 veces mayor que el sorgo (0.083 kg PC/m^3 de agua) y 5.13 veces más que la avena (0.068 kg PC/m^3 de agua). Esto demuestra que la coquia resulta ser un forraje de excepcional eficiencia en el uso del agua, razón por la cual debe ser considerada dentro del patrón de cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera.

El patrón alternativo de producción de forraje diseñado para la Comarca Lagunera considera la introducción de la coquia en 20 ha durante el periodo de junio a septiembre, bajo condiciones de riego por aspersión y obteniendo dos cortes. Con esta acción, los rendimientos de forraje no presentan variaciones significativas (789 Ton MS/año en el patrón típico a 788.4 Ton MS/año en el patrón alternativo) y el contenido de proteína cruda no sobrepasa los límites nutricionales (de 16.58% PC a 15.89.79% PC). El impacto de este patrón es la reducción en la superficie sembrada con cultivos forrajeros del 20% (de 50 ha a 40 ha) y una disminución en las hectáreas de alfalfa del 33% (de 30 a 20 ha).

El volumen de agua requerido para el patrón típico ($1,414,000 \text{ m}^3$) y el gasto hidráulico ($73.31 \text{ l/s} = 263.91 \text{ m}^3/\text{hora}$) requiere una potencia en el motor de 200 HP. Para el patrón alternativo los requerimientos de agua ($1,190,000 \text{ m}^3$) y el gasto hidráulico ($57.58 \text{ l/s} = 207.28 \text{ m}^3/\text{hora}$) implican una potencia de 150 HP en el motor. Esto indica que el patrón alternativo reduce la potencia del motor

en 25%. Se calculó un costo de \$ 0.125 /m³ de agua bombeada; por lo cual, en el patrón típico el costo anual de riego es de \$ 176,750, mientras que en el patrón alternativo es de \$ 148,750, lo que significa 16% menos.

Desde el punto de vista económico, la evaluación realizada demuestra que el patrón alternativo de producción de forraje (alfalfa:maíz:coquia:avena 20:20:20:20) supera la rentabilidad del patrón típico (alfalfa:maíz:avena 30:20:20). El Valor Actual Neto (VAN) en la Opción A del patrón alternativo es el más alto; este resulta \$ 140,340 (6.71%) mayor que el patrón típico y \$ 103,970 (4.68%) mayor que la Opción B del patrón alternativo. De igual forma, la Relación Beneficio/Costo (R B/C) de la Opción A es la más atractiva, aunque las diferencias no son tan marcadas. Finalmente, la Tasa Interna de Retorno (TIR) en la Opción A del patrón alternativo ofrece 5.98 puntos porcentuales más que la Opción B, del mismo patrón y 7.01 puntos porcentuales sobre el patrón típico. Entre la opción B del patrón alternativo y el patrón típico existe una diferencia de 0.85 puntos porcentuales. De esto se concluye que la Opción A del patrón alternativo resulta ser la alternativa más viable.

9.2. Recomendaciones

El primer elemento en la protección del acuífero en la Comarca Lagunera es recavar la mayor información lo más aproximado a la realidad. Para esto es necesario actualizar el inventario de pozos con el fin de legalizar el estado de

los aprovechamientos y cancelar las actividades de bombeo en los pozos que se encuentren operando de manera ilícita. Además, se debe evitar la extracción en las áreas destinadas a reserva de agua potable para evitar problemas con el abastecimiento a la población e industria.

Se deben realizar pruebas de bombeo con pozos de observación, distribuidos adecuadamente en toda la región con el objeto de obtener un mayor conocimiento de las características hidráulicas del acuífero. Se recomienda ordenar un paro general del bombeo en uno de los meses del año para efectuar las mediciones del nivel estático de los pozos piloto.

Las medidas enfocadas a disminuir los niveles de extracción del agua, deben implementarse de manera paralela con un estricto control de la actual frontera agrícola ya que el incremento de las superficies con forraje ocasionaría replantear la problemática de la sobreexplotación del acuífero cuyas dimensiones serían mayores a las del problema original. Así que la medida más apropiada resulta radica en basar la producción de forraje en mayor producción por unidad de superficie sin implicar mayores requerimientos de agua.

Es urgente consolidar el vínculo productor-investigador mediante el fomento al extensionismo agropecuario; si bien, existe mucha investigación enfocada a resolver el problema de uso de agua en la Comarca Lagunera, el productor desconoce las propuestas tecnológicas o no se muestra interesado por ignorar las ventajas de las alternativas y la falta de asesoría técnica apropiada. Es

recomendable el establecimiento de parcelas demostrativas para producción de forraje considerando la coquia y otros pastos con potencial en la zona. Lo importante es realizar estos trabajos en los propios ranchos de los ganaderos para capacitarlos y que sean testigos del proceso de producción, conozcan el potencial ecológico y la rentabilidad económica de las nuevas opciones. En el mismo sentido, es importante continuar la búsqueda de nuevas opciones para la producción de leche. Diversificar el uso de insumos en la alimentación del ganado con el objetivo de disminuir el uso del agua sin incurrir en mayores costos de producción. Esto sugiere la necesidad de vigilar minuciosamente el aspecto de uso del agua mediante prácticas de producción de forraje como los de milticosecha y multiplantas.

En el ámbito económico, la integración vertical y horizontal de los ranchos laguneros es prioritaria. Uno de los mayores reglones que inciden en el costo de producción de leche es el forraje. Una estrategia adecuada puede ser la cría de becerras de reemplazo en regiones donde se identifique ventajas comparativas, esta medida favorece la disponibilidad de forraje para alimentación de vacas en producción.

La existencia de pequeños productores en competencia con empresarios lecheros prevé una agudización en la estructura regional de la actividad debido a las diferencias en los costos de producción. Por esto, es necesario fomentar la organización de los pequeños productores y su incorporación a organismos

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta J., L. 1997. Los suelos en las zonas áridas y semiáridas en las actividades agropecuarias. En: Revista Agrocultura. Publicación bimestral. Junio. México, D.F. pp 25-34.
- Ambroggi P., R. 1980. Water scientific american. September. N. 243, Washington, D.C. USA. 78 p.
- Anaya G., M. 1996. Estudio de caso de especies vegetales para las zonas áridas y semiáridas de México y Chile: Kochia scoparia. FAO-PNUMA. México, D.F. 109 p.
- Anaya G., M. 2000. Coquia. Una real opción forrajera. Guía técnica. México, D.F.
- Cano-R, P. 1984. Kochia: New source of forrage. New Mexico State University. Las Cruces, New Mexico. USA. 85 p.
- CEA-SAGAR. 1998. Boletín mensual de leche. Vol. VI. Número 6. Junio. México, D.F. 76 p.
- CEA-SAGAR. 1998. Estadísticas del sector agropecuario. México. D.F. pp 63-99.
- CEA-SAGAR. 1999. Estadísticas básicas del sector agropecuario. México, D.F. 180 p.

- CNA, 1997. Estadísticas históricas de la precipitación en México. México, D.F. 153 p.
- CNA-Laguna. 1997. Actualización del balance de agua subterránea en la Comarca Lagunera. Torreón, Coahuila. México. 169 p.
- CNA-Laguna. 1999. Situación actual del balance de agua subterránea en la Comarca Lagunera. Torreón, Coahuila. México. 120 p.
- Comisión Burtland. 1987. Nuestro futuro común. Alianza editorial. Madrid, España. 596 p.
- CONAZA. 1994. Situación actual de los agostaderos. Saltillo, Coahuila. México. 180 p.
- CONAZA. 1995. Las zonas áridas y semiáridas en México. Saltillo, Coahuila. México. 154 p.
- CONAZA. 1997. Los árboles son el sombrero de las vacas. México, D.F. 45 p.
- CONAZA. 1999. Comisión Nacional de Zonas Áridas. Saltillo, Coahuila. México. 289 p.
- Contreras G., G. Et al. 1999. Eficiencia en el uso del agua de coquia en la Comarca Lagunera. Matamoros, Coahuila. México, 29 p.
- Cortes A., H. y Ugarte M., P. 1992. Actualización del acuífero en la Comarca Lagunera. Tesis profesional. Departamento de irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 179 p.
- Dourojeanni, P. 1991. Procedimientos para la gestión del desarrollo sustentable (aplicado a micro regiones y cuencas). ILPES. Santiago, Chile. 398 p.
- Druham R., M. and Durham W., John. 1979. Kochia: Its potential for forage production in arid land plant resources. Eds. Goodin. J. R. and D. K.

- Northington. International Center to Arid and Semiarid Land Studies.
Texas Tech University. Lubbock, Texas, USA. pp 440-450.
- ENADID. 1997. Encuesta nacional de la dinámica demográfica. México, D.F. pp
12-45.
- Falkenmark F., C. 1984. The deserts are proffit. UNEP. Nairobi, Kenia. 220 p
- FAO. 1996. Cumbre mundial sobre la alimentación. Roma, Italia. 390 p
- FAO. 1997. Boletín trimestral. FAO estadísticas. Vol. 9. Núm. 5. Roma, Italia. pp
31-73.
- FAO. 1997. Perspectivas de la producción mundial sobre la alimentación.
Roma, Italia. 129 p.
- FAO. 1998. Agua y desarrollo sostenible. Paris, Francia. pp 1 – 90.
- FAO. 1999. Base de datos estadísticos. Roma, Italia, 345 p.
- FAO. 1999. Cumbre mundial sobre el hambre en el mundo. Roma, Italia. 498 p.
- Fernández, M. 1999. ¿Cómo se hace una evaluación de impacto ambiental?.
En: Revista Ambiente Ecológico. publicación bimestral. mayo-junio.
Buenos Aires, Arg. pp 30-75.
- FIRA, 1998. Boletín mensual de leche. Febrero. México, D.F. 119 p.
- FIRA, 1999. Boletín mensual de leche. Marzo. México, D.F. 79 p.
- FIRA, 1999. Producción de carne en México. Estrategia de reconversión.
Boletín informativo. Julio. México, D.F. 120 p.
- FIRA-Laguna. 1999. Diagnóstico de la producción lechera en la Comarca
Lagunera. Torreón, Coahuila. México. 45 p.
- Flores, N. N. S. 1992. Eficiencia en la producción de leche en cabras criollas
con la utilización de Kochia scoparia como sustituto de alfalfa en la

- Región Lagunera. Tesis profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario
 Núm. 10. Ejido Ana, Torreón, Coahuila, Méx. 69 p.
- Fortis H., M. Et al. 1998. Competitividad agrícola y uso racional del agua de
 gravedad. Estrategias para un desarrollo sustentable. En: Memoria de la
 V Reunión Nacional Sobre Sistemas de Captación de Lluvia. Oaxaca,
 Oaxaca. México. 26 al 28 de octubre. pp 239-258.
- Franco, M. 1985. Competition and the farmation of spatial gattern in spacing
 gradients: An example using *Kochia scoparia*. J. Ecol. Oxford, Blackwell
 scientific, Dec. Vol. 76(11):956:974.
- García A., J. 1992. Alternativas para la producción de forraje en tierras
 degradadas por salinización. Tesis profesional. Universidad Autónoma
 Chapingo. Departamento de Zootecnia. Chapingo, Estado de México.
 Méx. 44 p.
- Hoechst, V. M. C. 1992. Efecto de seis fechas de siembra y fertilización sobre el
 crecimiento de *Kochia scoparia* (L) Schrad. Tesis de Maestría. Colegio de
 Postgraduados. Montecillo, Estado de México. Méx. 93 p.
- Hutchinson, D. 1983. Domesticated *Kochia*. Ed. by The National Hay
 Association. USA. 3 pp.
- IMTA. 2000. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Sitio web:
www.imta.mx
- INEGI. 1998. Serie de estadísticas selectas: Región Norte. Aguascalientes,
 Aguascalientes. México. pp 10 a 35.
- INEGI. 1999. Banco de información económica. Aguascalientes,
 Aguascalientes. México. pp 25-38.

- INIFAP-Laguna. 1998. La producción de alfalfa en la Comarca Lagunera. Matamoros, Coahuila. México. 45 p.
- INIFAP-Laguna. 1998. Proceso de producción de maíz forrajero para la Comarca Lagunera. Matamoros, Coahuila. México. 19 p.
- INIFAP-Laguna. 1998. Producción de avena forrajera en la Comarca Lagunera. Matamoros, Coahuila. México. 15 p.
- Kanwar, J. S. 1982. Managing soil resources to meet the challenges to mankind. Presidential Address. 12th International Congress of Soil Science. New Delhi, India. pp 140-196.
- LALA, 1998. VI Encuentro nacional de ganaderos lecheros. En: Diario El Siglo de Torreón. Sección C. 11 de octubre. Torreón, Coahuila, México.
- LALA, 1999. Impacto social y económico de la ganadería lechera en la región lagunera. Sexta Edición. Torreón, Coahuila, México. 165 p.
- Martínez A., P. 1998. A simple fluid device for surge flow irrigation. Madrid, España. pp 15-42.
- Martínez A., S. y Anaya G., M. 1994. Efecto de Kochia scoparia y alfalfa sobre la engorda de borregos. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. En: Diario La Prensa. Sección C. 14 julio.
- Martínez G., M. 1998. Importancia del agua. En: Revista Agrocultura. Publicación bimestral. Junio. México, D.F. pp 18-25.
- Martínez S., A. 1990. Máquinas hidráulicas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Irrigación. Chapingo, Estado de México. México. 181 p.
- Martínez S., T. 1980. El costo social de un éxito político. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Estado de México. México. 189 p.

- Maynard, R. 1986. Producción de leche de vaca. Ed. CECSA. Madrid, España. pp 12-120.
- Mazorca, A. 1957. Manual de malezas. Primera edición. Ed. Continental. Buenos Aires, Argentina. pp 251-256.
- Mc Donald, R. et al. 1979. Nutrición animal. 2da ed. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 350 p.
- Nieto, A. 2000. Kochia. An exceptional forage crop. El Paso, Texas. USA. s/p.
- NRC. Nutrients requeriments for dairy cattle. Washington, D.C. pp 45.
- PNUMA. 1972. Plan de acción mundial de lucha contra la desertificación. ONU. Estocolmo, Suecia. 250 p
- PNUMA. 1984. Source book of alternative technologies for refresh augmentation in Latin America and The Caribbean. UNEP-OEA. Washington, D.C. USA. pp 19-69.
- PNUMA. 1986. Plan de acción de lucha contra la desertificación en México. ONU, México, D.F. 349 p.
- PNUMA. 1994. La desertificación en América Latina y el Caribe. ONU. Santiago, Chile. 383 p.
- Reyna I., D. M. 1994. Competitividad económica de un cultivo de introducción. Kochia scoparia (L) Schrad en alimentación de bovinos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México. 109 p.
- Rodriguez F., J. C. 1988. Sustitución de diferentes niveles de alfalfa por Kochia scoparia (L) Schrad en raciones para corderos criollos en crecimiento.

- Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 41 p.
- SAGAR-Laguna. 1998. Serie de estadísticas agrícolas. Torreón, Coahuila. México. 150 p.
- SAGAR-Laguna. 1998. Situación actual de la producción de leche en La Laguna. Torreón, Coahuila. México. 178 p.
- SAGAR-Laguna. 1999. Anuario estadístico de la producción agrícola en la Laguna. Torreón, Coahuila. México. 250 p.
- Santana A., G. 1992. Acumulación de oxalatos en conejos criollos en desarrollo y engorda, con raciones que contienen diferentes niveles de heno de *Kochia scoparia* (L) Schrad en sustitución de alfalfa. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 58 p.
- Scherrod, L. B. 1973. Nutritive value of *Kochia scoparia*. Digestibility of *Kochia scoparia* hay compared with alfalfa hay. Sheep. J. Dairy Sci. 56(7):923-96.
- SECOFI. 1994. Fracciones arancelarias en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. México, D.F. pp 80-95.
- Secretaría de Energía. 2000. Tarifas eléctricas. México, D.F. p 45.
- SEP-DGETA. 1999. Bovinos de leche. Ed. Trillas. México D.F. 122 p.
- Tolba, M. 1983. Earth matters. UNEP. Nairobi, Kenia. pp 80-125.
- Trejo M., J. 1997. Establecimiento de parcelas demostrativas con Coquia, *Kochia scoparia* (L) Schrad en el municipio de Poanas, Durango.

Dirección de Difusión Cultural. Universidad Autónoma Chapingo.
Chapingo, Estado de México, México. 46 p.

Trejo M., J. 1998. Engorda de borregas con una dieta a base de tamo de coquia al 70%. Dirección de Difusión Cultural. Universidad Autónoma Chapingo.
Chapingo, Estado de México, México. 38 p.

UGRL. 2000. Unión ganadera. Revista oficial de la Unión Ganadera Regional de la Laguna. Publicación bimestral. Enero-febrero. P 19.

USDA, 1999. Milk statistics series. Washington D.C. 123 p

WEBLAGUNA, 2000. Torreón, Coahuila. Sitio web: www.weblaguna.com

ANEXOS

ANEXO 1. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA ALFALFA EN LA COMARCA LAGUNERA

Preparación del terreno
Nivelar con pendientes de 0.10 a 0.20% y pendiente transversal de 0%. Ancho de las melgas de 10 a 12 m, pudiéndose hacer de 20 m o más si se cuenta con equipo de nivelación con rayos láser, según el caudal de agua de riego. El largo de la melga debe ser de 60 a 100 m en suelos de textura arenosa, 100 a 120 m para suelos con textura de migajón y 120 a 150 donde hay textura arcillosa.
Siembra
La siembra se efectúa en los meses de noviembre y diciembre. La densidad es de 30 a 35 kg/ha de semilla con 85% de germinación. Se recomienda utilizar sembradoras Brillion o triguera. Cuando la siembra se realiza al voleo se puede usar 40 kg/ha. Tras la siembra hay que tapar la semilla con una rastra ligera o de ramas con una capa no mayor 2 cm, de tal manera que se logre una población promedio de 500 plantas/m² después del primer mes. Los alfalfares con densidades de 60 plantas/m² o menos deben ser eliminados, esto sucede de tres hasta cinco años, según el manejo. Las variedades de alfalfa son Moapa, CUF-101, El Camino-91 (WL-516), Sundor, Pierce y Condor. La semilla debe inocularse antes de la siembra, para lo cual se humedece en una solución de agua con leche, después se agrega el inoculante Nitragin R. Solo se inocula la semilla que se va a sembrar ese día.
Fertilización
En terrenos pobres se puede aplicar de 20 a 30 Kg de nitrógeno por hectárea y por lo menos 150 kg de fósforo por hectárea al año. Se recomienda la aplicación de estiércol de vaca.

Riegos
El primero se hace después de la siembra. Debe darse un primer riego de auxilio en no más de quince días después de la siembra, después puede regarse cada 25 a 30 días, según se requiera. Durante el periodo de siembra al primer corte, la lámina total fluctuará de 0.5 a 0.7 m. En la etapa productiva los riegos deben aplicarse después de cada corte, en los meses de junio a agosto deben darse dos riegos de auxilio entre cortes. Así, la lámina anual deberá ser de 2.40 m.
Cortes
El primer corte se presenta de 100 a 110 días después de la siembra, debe darse cuando la planta alcance el 10% de floración. Durante el periodo de primavera y verano debe cortarse cuando el cultivo alcance la floración. En otoño e invierno el corte debe hacerse cuando empiecen a salir los rebrotes del nuevo crecimiento. La altura de corte debe ser menor a 5 cm sobre el nivel del suelo, al año pueden darse de 10 a 11 cortes.
Plagas y enfermedades
El gusano soldado aparece durante los meses de agosto y septiembre, se controla con el corte del alfalfar. Las enfermedades más comunes son: pudrición texana, pudrición de la raíz y corona, antracnosis, peca de la alfalfa y cenicilla. Estas se controlan por medio de cortes; la pudrición texana no tiene forma de controlar y para algunas de las otras existen variedades resistentes.

Fuente: INIFAP-Laguna, 1998.

ANEXO 2. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO EN LA COMARCA LAGUNERA

Preparación del terreno
Barbechar a 30 cm de profundidad, rastrear y nivelar para asegurar riegos uniformes.
Siembra
Se debe sembrar el 15 de marzo al 31 de abril para primavera y para verano del 1 de junio al 10 de julio. Se sugiere sembrar en húmedo en surcos separados de 70 a 90 cm de distancia. Se utilizan de 25 a 30 kg de semilla con 85% de germinación para obtener una población de 80,000 plantas por hectárea. Las variedades recomendadas son H-412, H-414, VS-413, V-416 y NL-VS1 para el caso de los maíces de ciclo intermedio y BJ-1, H-507, H-503 para los de ciclo tardío.
Riegos
Se aplica un riego presiembra y tres de auxilio. La periodicidad de los riegos dependerá del tipo de suelo y las condiciones climatológicas que se presenten. En general, el primer riego de auxilio se da después de 30 días después de la siembra y los dos restantes cada 20 a 25 días.
Fertilización
De 120 kg de nitrógeno y de 40 a 60 kg de fósforo por hectárea. El fósforo debe ser incorporado al suelo.
Labores de cultivo
Se sugieren escardas mecánicas complementadas con deshierbes manuales durante los primeros 40 días de desarrollo del cultivo.
Cosecha
Se efectúa cuando el maíz está en estado lechoso-masoso.

Fuente: INIFAP-Laguna, 1998.

ANEXO 3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA AVENA FORRAJERA EN LA COMARCA LAGUNERA

Preparación del terreno
Se recomienda considerar una pendiente de 5 a 10%. Las dimensiones de las tablas coinciden con las de la alfalfa.
Siembra
Se debe sembrar del 15 de septiembre al 31 de octubre. La dosis es de 90 a 100 kg de semilla por hectárea con un 85% de germinación. Las variedades para la región son: Opalo, Nodaway y AB-177, también puede usarse Chihuahua y Guelatao. Los mejores resultados de la siembra han sido encontrados cuando se usa sembradora de granos pequeños, sembrando en hileras de 15 a 17 cm. Después de la siembra se debe dar un paso con rastra ligera.
Fertilización
100 a 120 kg de nitrógeno y de 40 a 60 kg de fósforo por hectárea al momento de la siembra. Después del primer corte se debe aplicar 50 kg de nitrógeno para obtener la recuperación del cultivo.
Riegos
Si el corte se efectuará durante el embuche, se requieren de tres a cuatro riegos y de cuatro a cinco si se cosechará en espigamiento. Para ambos casos se debe aplicar un riego antes de la siembra.
Cosecha
Puede cortarse desde que alcanza 50 cm hasta el espigamiento. La implicación que esto tiene es que existe una relación inversa entre el contenido de proteína y la producción de forraje seco. Si se corta a 50 cm de altura se pueden obtener hasta 3 cortes, 2 si se corta a 75 cm de altura y 1 cuando se cosecha en el momento de embuche y en espigamiento.

Fuente: INIFAP-Laguna, 1998.

ANEXO 4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA COQUIA

Preparación del terreno
Se deben tomar en cuenta las mismas consideraciones que para el cultivo de la alfalfa
Siembra
Se recomiendan 10 kg/ha, la población requerida es de 30 plantas/m ² , para obtener de 70 a 80 ton de forraje verde. El método de siembra es el mismo que para la alfalfa. Se debe tener cuidado con no tapar la semilla con más de tres mm.
Riegos
El primero se efectúa al momento de la siembra, procurando un caudal lento para evitar el arrastre de la semilla. Deben darse dos a tres riegos de auxilio, el primero no más de quince días después de la siembra, los restantes cada 25 a 30 días. Para obtener un segundo corte, debe aplicarse un riego después de la cosecha. La lámina a aplicar debe ser de 0.30 a 0.40 m.
Fertilización
No se requiere, aunque puede aplicarse fertilizante nitrogenado para obtener un desarrollo más rápido del cultivo.
Malezas, plagas y enfermedades
La presencia de malezas es el mayor problema para la coquia, ya que no existen herbicidas por lo que debe realizarse control cultural. Plagas y enfermedades no existen en el cultivo.
Cosecha
Se efectúa cuando la planta alcanza el 5% de floración, lo cual ocurre de 60 a 70 días. Para propiciar la recuperación del cultivo se debe cortar a una altura de 15 a 20 cm sobre el nivel del suelo.

Fuente: Anaya, 2000.

ANEXO 5. COMARCA LAGUNERA: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PATRÓN TÍPICO DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE

CUADRO 1. INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPO (\$)

Concepto	Costo
Construcción del pozo	
Estudios previos	100,000
Perforación prueba	350,000
Perforación pozo	280,000
Equipamiento	200,000
Subestación eléctrica	100,000
Obras accesorias	40,000
Sistema de riego	500,000
Tractor 70 HP	180,000
Sembradora	70,000
Segadora	150,000
Empacadora	100,000
TOTAL	2,070,000

CUADRO 2. COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA (\$)

Mes	Alfalfa (30 ha)	Maíz (20 ha)	Avena (20 ha)	Total (50 ha)	Costo/mes
Enero	0	0	0	0	0
Febrero	54,247	0	0	54,247	6,781
Marzo	65,247	70,000	0	135,247	16,906
Abril	117,400	70,000	0	187,400	23,425
Mayo	120,020	70,000	0	190,020	23,753
Junio	120,020	0	0	120,020	15,003
Julio	120,020	0	0	120,020	15,003
Agosto	115,200	0	0	115,200	14,400
Septiembre	115,200	0	0	115,200	14,400
Octubre	100,800	0	65,333	166,133	20,767
Noviembre	79,847	0	65,333	145,180	18,148
Diciembre	0	0	65,333	65,333	8,167
TOTAL m3	1,008,000	210,000	196,000	1,414,000	
TOTAL \$	126,000	26,250	24,500	176,750	

NOTA:

Costo por m3 de agua = \$ 0.125

CUADRO 3. COSTOS DE OPERACIÓN (\$)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Alfalfa (30 ha)								
Renta de terrenos	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Preparación del terreno	2,202				2,202			
Semilla	84,000				84,000			
Siembra	1,602				1,602			
Fertilización	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100	8,100
Aplicación del fertilizante	400	400	400	400	400	400	400	400
Energía eléctrica	126,000	126,000	126,000	126,000	126,000	126,000	126,000	126,000
Aplicación del riego	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750
Cosecha	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
Empaque	41,480	41,480	41,480	41,480	41,480	41,480	41,480	41,480
Mantenimiento	996	996	996	996	996	996	996	996
Gastos de administración	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Subtotal	369,830	282,026	282,026	282,026	369,830	282,026	282,026	282,026
Maíz (20 ha)								
Renta de terrenos	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilizante	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200
Labores culturales	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Energía eléctrica	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250
Aplicación del riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Ensilaje	800	800	800	800	800	800	800	800
Mantenimiento	332	332	332	332	332	332	332	332
Gastos de administración	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000

Subtotal	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982
Avena (20 ha)								
Renta de terrenos	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilización	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
Aplicación del fertilizante	250	250	250	250	250	250	250	250
Energía eléctrica	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500
Aplicación del agua de riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Empaque	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600
Mantenimiento	332	332	332	332	332	332	332	332
Gastos de administración	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Subtotal	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782
TOTAL	525,594	437,790	437,790	437,790	525,594	437,790	437,790	437,790

NOTA:

Los gastos de mantenimiento se calcularon según las horas de trabajo y la superficie

La renta de la tierra para maíz y avena se dividió entre ambos cultivos

Los gastos de administración se asignaron proporcionalmente según la superficie ocupada por cada cultivo

CUADRO 4. DEPRECIACIÓN (\$)

Concepto	Valor inicial	Valor residual	Vida útil	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Total	Valor de rescate
Perforación prueba	350,000	0	15	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	186,667	163,333
Perforación pozo	280,000	28,000	15	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	134,400	145,600
Equipamiento	200,000	20,000	10	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	144,000	56,000
Subestación eléctrica	100,000	10,000	10	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	72,000	28,000
Obras accesorias	40,000	4,000	15	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	19,200	20,800
Sistema de riego	500,000	50,000	10	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	360,000	140,000
Tractor 70 HP	180,000	18,000	10	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	129,600	50,400
Sembradora	70,000	7,000	10	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	50,400	19,600
Segadora	150,000	15,000	10	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	108,000	42,000
Empacadora	100,000	10,000	10	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	72,000	28,000
TOTAL	1,970,000			159,533	159,533	159,533	159,533	159,533	159,533	159,533	159,533	1,276,267	693,733

CUADRO 5. COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN (\$)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costo de operación								
Alfalfa	369,830	282,026	282,026	282,026	369,830	282,026	282,026	282,026
Maíz	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982	76,982
Avena	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782	78,782
Depreciación								
Alfalfa	95,720	95,720	95,720	95,720	95,720	95,720	95,720	95,720
Maíz	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907
Avena	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907	31,907
Costos totales de producción								
Alfalfa	465,550	377,746	377,746	377,746	465,550	377,746	377,746	377,746
Maíz	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889	108,889
Avena	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689	110,689

NOTA:

La depreciación se asignó proporcionalmente según la superficie ocupada

CUADRO 6. VALOR DE LA PRODUCCIÓN (\$)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Rendimiento (ton MS)								
Alfalfa	516	516	516	516	516	516	516	516
Maíz	168	168	168	168	168	168	168	168
Avena	105	105	105	105	105	105	105	105
Precio (ton MS)								
Alfalfa	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Maíz	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Avena	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Valor de la producción								
Alfalfa	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000
Maíz	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Avena	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000

CUADRO 7. CAPITAL INCREMENTAL DE TRABAJO (\$)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costos de operación	525,594	437,790	437,790	437,790	525,594	437,790	437,790	437,790
Capital de trabajo	367,916	306,453	306,453	306,453	367,916	306,453	306,453	306,453
Capital incremental de trabajo	367,916	-61,463	0	0	61,463	-61,463	0	0

NOTA:

Se calculo sobre el 70% de los costos de operación

CUADRO 8. FLUJO DE FONDOS PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO (\$)
Calculados con una tasa de descuento del 7.14%

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costos	2,963,510	376,327	437,790	437,790	587,057	376,327	437,790	437,790
Inversiones	2,070,000							
Costos de operación	525,594	437,790	437,790	437,790	525,594	437,790	437,790	437,790
Capital incremental de trabajo	367,916	-61,463	0	0	61,463	-61,463	0	0
Beneficios	1,089,000	1,089,000	1,089,000	1,089,000	1,089,000	1,089,000	1,089,000	2,089,186
Forraje								
Alfalfa	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000	774,000
Maíz	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Avena	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000
Recuperación del capital de trabajo								306,453
Valor de rescate								693,733

CUADRO 9. INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Total de costos actualizados (\$)	4,968,650
Total de beneficios actualizados (\$)	7,042,835
Valor actual neto (\$)	2,074,184
Relación beneficio/costo	1.42
Tasa interna de retorno (%)	32.64%

NOTA:

Se utilizó una tasa de descuento de 7.14%

Calculados con mediante el programa ANPRO

ANEXO 6. COMARCA LAGUNERA: EVALUACIÓN ECONÓMICA EL PATRÓN ALTERNATIVO DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE

CUADRO 1. INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPO (\$)

Concepto	Costo
Construcción del pozo	
Estudios previos	100,000
Perforación prueba	350,000
Perforación pozo	280,000
Equipamiento	150,000
Subestación eléctrica	75,000
Obras accesorias	40,000
Sistema de riego	351,900
Tractor 60 HP	100,000
Sembradora	70,000
Segadora	150,000
Empacadora	100,000
TOTAL	1,766,900

CUADRO 2. COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA (\$)

Mes	Alfalfa (20 ha)	Maíz (20 ha)	Coquia (20 ha)	Avena (20 ha)	Total (40 ha)	Costo/mes
Enero	0	0	0	0	0	0
Febrero	37,972	0	0	0	37,972	4,746
Marzo	44,878	70,000	0	0	114,878	14,360
Abril	77,622	70,000	0	0	147,622	18,453
Mayo	79,267	70,000	0	0	149,267	18,658
Junio	79,267	0	28,000	0	107,267	13,408
Julio	79,267	0	28,000	0	107,267	13,408
Agosto	76,241	0	28,000	0	104,241	13,030
Septiembre	76,241	0	28,000	0	104,241	13,030
Octubre	67,200	0	0	65,333	132,533	16,567
Noviembre	54,044	0	0	65,333	119,378	14,922
Diciembre	0	0	0	65,333	65,333	8,167
TOTAL m3	672,000	210,000	112,000	196,000	1,190,000	
TOTAL \$	84,000	26,250	14,000	24,500	148,750	

NOTA:

Costo por m3 de agua = \$ 0.125

CUADRO 3.1 COSTOS DE OPERACIÓN (\$)
OPCIÓN A

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Alfalfa (20 ha)								
Renta de terrenos	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Preparación del terreno	1,502				1,502			
Semilla	56,000				56,000			
Siembra	1,102				1,102			
Fertilización	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
Aplicación del fertilizante	200	200	200	200	200	200	200	200
Energía eléctrica	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Aplicación del riego	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Empaque	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704
Mantenimiento	655	655	655	655	655	655	655	655
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Subtotal	238,213	179,609	179,609	179,609	238,213	179,609	179,609	179,609
Maíz (20 ha)								
Renta de terrenos	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilizante	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200
Labores culturales	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Energía eléctrica	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250
Aplicación del riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Ensilaje	800	800	800	800	800	800	800	800
Mantenimiento	327	327	327	327	327	327	327	327
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Subtotal	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311

Coquia (20 ha)								
Renta de terrenos	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	13,200	13,200	13,200	13,200	13,200	13,200	13,200	13,200
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilizante	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
Energía eléctrica	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
Aplicación del riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Empaque	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384
Mantenimiento	327	327	327	327	327	327	327	327
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Subtotal	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545
Avena (20 ha)								
Renta de terrenos	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilización	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
Aplicación del fertilizante	250	250	250	250	250	250	250	250
Energía eléctrica	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500
Aplicación del agua de riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Empaque	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600
Mantenimiento	327	327	327	327	327	327	327	327
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Subtotal	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111
TOTAL	474,179	415,575	415,575	415,575	474,179	415,575	415,575	415,575

NOTA:

Los gastos de mantenimiento se calcularon según las horas de trabajo y la superficie.

La renta de la tierra para maíz, coquia y avena, se dividió entre los tres cultivos.

Opción A: Cotización y recomendación técnica de Nieto (2000). \$ 360/ha + \$ 300 envío.

CUADRO 3.2. COSTOS DE OPERACIÓN (\$)
OPCION B

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Alfalfa (20 ha)								
Renta de terrenos	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Preparación del terreno	1,502				1,502			
Semilla	56,000				56,000			
Siembra	1,102				1,102			
Fertilización	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
Aplicación del fertilizante	200	200	200	200	200	200	200	200
Energía eléctrica	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Aplicación del riego	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Empaque	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704	28,704
Mantenimiento	655	655	655	655	655	655	655	655
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Subtotal	238,213	179,609	179,609	179,609	238,213	179,609	179,609	179,609
Maíz (20 ha)								
Renta de terrenos	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilizante	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200	6,200
Labores culturales	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Energía eléctrica	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250	26,250
Aplicación del riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Ensilaje	800	800	800	800	800	800	800	800
Mantenimiento	327	327	327	327	327	327	327	327
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Subtotal	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311

Coquia (20 ha)								
Renta de terrenos	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilizante	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
Energía eléctrica	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
Aplicación del riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Empaque	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384	20,384
Mantenimiento	327	327	327	327	327	327	327	327
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
<i>Subtotal</i>	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345
Avena (20 ha)								
Renta de terrenos	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333	13,333
Preparación del terreno	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Semilla	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Siembra	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Fertilización	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
Aplicación del fertilizante	250	250	250	250	250	250	250	250
Energía eléctrica	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500	24,500
Aplicación del agua de riego	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Cosecha	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Empaque	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600	8,600
Mantenimiento	327	327	327	327	327	327	327	327
Gastos de administración	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
<i>Subtotal</i>	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111
TOTAL	490,979	432,375	432,375	432,375	490,979	432,375	432,375	432,375

NOTA:

Los gastos de mantenimiento se calcularon según las horas de trabajo y la superficie.

La renta de la tierra para maíz, coquia y avena, se dividió entre los tres cultivos.

Opción B: Cotización y recomendación técnica de Anaya (2000). \$ 1,200/ha + \$ 300 envío.

CUADRO 4. DEPRECIACIÓN (\$)

Concepto	Valor inicial	Valor residual	Vida útil	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Total	Valor de rescate
Perforación prueba	350,000	0	15	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	23,333	186,667	163,333
Perforación pozo	280,000	28,000	15	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	134,400	145,600
Equipamiento	150,000	15,000	10	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	108,000	42,000
Subestación eléctrica	75,000	7,500	10	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	6,750	54,000	21,000
Obras accesorias	40,000	4,000	15	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	19,200	20,800
Sistema de riego	351,900	35,190	10	31,671	31,671	31,671	31,671	31,671	31,671	31,671	31,671	253,368	98,532
Tractor 60 HP	100,000	10,000	10	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	72,000	28,000
Sembradora	70,000	7,000	10	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	50,400	19,600
Segadora	150,000	15,000	10	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	108,000	42,000
Empacadora	100,000	10,000	10	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	72,000	28,000
TOTAL	1,666,900			132,254	132,254	132,254	132,254	132,254	132,254	132,254	132,254	1,058,035	608,865

CUADRO 5.1. COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN (\$)
OPCIÓN A

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costo de operación								
Alfalfa	238,213	179,609	179,609	179,609	238,213	179,609	179,609	179,609
Maíz	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311
Coquía	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545	87,545
Avena	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111
Depreciación								
Alfalfa	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Maíz	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Coquía	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Avena	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Costos totales de producción								
Alfalfa	271,276	212,672	212,672	212,672	271,276	212,672	212,672	212,672
Maíz	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374
Coquía	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608	120,608
Avena	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174

NOTA:

La depreciación se asignó proporcionalmente según la superficie ocupada

**CUADRO 5.2. COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN (\$)
OPCIÓN B**

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costo de operación								
Alfalfa	238,213	179,609	179,609	179,609	238,213	179,609	179,609	179,609
Maíz	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311	73,311
Coquia	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345	104,345
Avena	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111	75,111
Depreciación								
Alfalfa	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Maíz	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Coquia	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Avena	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064	33,064
Costos totales de producción								
Alfalfa	271,276	212,672	212,672	212,672	271,276	212,672	212,672	212,672
Maíz	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374	106,374
Coquia	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408	137,408
Avena	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174	108,174

NOTA:

La depreciación se asignó proporcionalmente según la superficie ocupada

CUADRO 6. VALOR DE LA PRODUCCIÓN (\$)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Rendimiento (ton MS)								
Alfalfa	344	344	344	344	344	344	344	344
Maíz	168	168	168	168	168	168	168	168
Coquia	171	171	171	171	171	171	171	171
Avena	105	105	105	105	105	105	105	105
Precio (\$/ton MS)								
Alfalfa	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Maíz	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Coquia	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Avena	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Valor de la producción								
Alfalfa	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000
Maíz	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Coquia	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750
Avena	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000

CUADRO 7.1. CAPITAL INCREMENTAL DE TRABAJO (\$)
OPCIÓN A

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costo de operación	474,179	415,575	415,575	415,575	474,179	415,575	415,575	415,575
Capital de trabajo	331,925	290,902	290,902	290,902	331,925	290,902	290,902	290,902
Capital incremental de trabajo.	331,925	-41,023	0	0	41,023	-41,023	0	0

NOTA:

Se calculo sobre el 70% de los costos de operación.

CUADRO 7.2. CAPITAL INCREMENTAL DE TRABAJO (\$)
OPCIÓN B

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costo de operación	490,979	432,375	432,375	432,375	490,979	432,375	432,375	432,375
Capital de trabajo	343,685	302,662	302,662	302,662	343,685	302,662	302,662	302,662
Capital incremental de trabajo.	343,685	-41,023	0	0	41,023	-41,023	0	0

NOTA:

Se calculo sobre el 70% de los costos de operación.

CUADRO 8.1. FLUJO DE FONDOS PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO (\$)

OPCION A

Calculados con una tasa de descuento del 7.14%

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costos	2,573,003	374,552	415,575	415,575	515,201	374,552	415,575	415,575
Inversiones	1,766,900							
Costo de operación	474,179	415,575	415,575	415,575	474,179	415,575	415,575	415,575
Capital incremental de trabajo	331,925	-41,023	0	0	41,023	-41,023	0	0
Beneficios	939,750	939,750	939,750	939,750	939,750	939,750	939,750	1,839,517
Forraje								
Alfalfa	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000
Maíz	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Coquia	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750
Avena								
Recuperación del capital de trabajo								290,902
Valor de rescate								608,865

CUADRO 8.2. FLUJO DE FONDOS PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO (\$)
OPCION B

Calculados con una tasa de descuento del 7.14%

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costos	2,601,563	391,352	432,375	432,375	532,001	391,352	432,375	432,375
Inversiones	1,766,900							
Costo de operación	490,979	432,375	432,375	432,375	490,979	432,375	432,375	432,375
Capital incremental de trabajo	343,685	-41,023	0	0	41,023	-41,023	0	0
Beneficios	1,044,750	1,044,750	1,044,750	1,044,750	1,044,750	1,044,750	1,044,750	1,956,277
Forraje								
Alfalfa	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	516,000
Maíz	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000	210,000
Coquia	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750	213,750
Avena	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000
Recuperación del capital de trabajo								302,662
Valor de rescate								608,865

**CUADRO 9.1 INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA
OPCION A**

Total de costos actualizados (\$)	4,508,923
Total de beneficios actualizados (\$)	6,739,569
Valor actual neto (\$)	2,230,646
Relación beneficio/costo	1.495
Tasa interna de retorno (%)	39.47

NOTA:

Se utilizó una tasa de descuento de 7.14%

Calculados con mediante el programa ANPRO

**CUADRO 9.2. INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA
OPCIÓN B**

Total de costos actualizados (\$)	4,619,664
Total de beneficios actualizados (\$)	6,746,341
Valor actual neto (\$)	2,126,677
Relación beneficio/costo	1.460
Tasa interna de retorno (%)	33.49

NOTA:

Se utilizó una tasa de descuento de 7.14%

Calculados con mediante el programa ANPRO

