

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS DEL
DEPARTAMENTO LAS COLONIAS: Efectos de variables
exógenas sobre la competitividad microeconómica y la
asignación de recursos bajo condiciones de riesgo**

Noelia Rossler

Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para
optar al Título de ***MAGISTER SCIENTIAE en AGROECONOMÍA***

Orientación: Economía de la Producción

Área de Posgrado: Economía y Desarrollo Territorial

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

Balcarce, Argentina

Junio de 2012

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS DEL
DEPARTAMENTO LAS COLONIAS: Efectos de variables
exógenas sobre la competitividad microeconómica y la
asignación de recursos bajo condiciones de riesgo**

Noelia Rossler

.....

Directora de Tesis: *Ing.Agr (MSc) Mirna Mosciaro*

.....

Co-Director/a de Tesis: Ing. Agr (MSc) María Isabel Castignani

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS DEL
DEPARTAMENTO LAS COLONIAS: Efectos de variables
exógenas sobre la competitividad microeconómica y la
asignación de recursos bajo condiciones de riesgo**

Noelia Rossler

Aprobada por:

.....

Evaluadora: Ing. Agr (MSc) Carmen Vicién

.....

Evaluador: *Ing. Agr. (MSc) Hector Fernandez*

.....

Evaluador: *Ing. Agr. (MSc) Juan Carlos Iorio*

DEDICATORIA

A mis padres, Mónica y Rodolfo
A mis hermanos, Javier y Valentina
A Gustavo.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a Gustavo, por su apoyo constante e incondicional.

A mi directora de tesis Mirna Mosciaro y a mi co-directora María Isabel Castignani, por la invaluable ayuda brindada durante el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Nacional del Litoral y a la Facultad de Ciencias Agrarias por su apoyo financiero y su permiso para poder realizar este estudio.

Al departamento de Producción Primaria de Milkaut S.A. que me facilitó la base de datos utilizada en este trabajo.

A los asesores entrevistados Rodolfo Rossler, José Julier, Baltazar Maciel, Gustavo Visintini, Fernando Delbino, Gabriel Schinner, Darío Rossi, Victor Bassi, Jorge Tolisso, Gustavo Vionet, Mario Correnti y Ezequiel Kern por el tiempo que me han dedicado.

A las personas que colaboraron en el desarrollo de este trabajo, mediante sus sugerencias y respuestas a mis preguntas, especialmente Oscar Osan, José Maiztegui, Oscar Quaino y Luis Romero, docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Al cuerpo docente del Posgrado en Agroeconomía por el apoyo y la cordialidad recibida

A las personas con las que trabajo a diario, Ana María Cursack, Mariana Travadelo, María Isabel Castignani, Oscar Osan, Marta Suero, Mariela Maina y María Cecilia Brizi, por su estímulo constante y por sus sugerencias y aportes para el desarrollo de este trabajo.

A Felipe y Mónica Sagastuy, a quienes recordaré siempre con mucho cariño.

A mis compañeros del magister, especialmente a Daniela, Eugenia, Verónica, María, Juan, Mariano y Sergio, con quienes compartí agradables e inolvidables momentos.

ÍNDICE

Índice de contenidos

	N° Página
INTRODUCCIÓN	1
A. Planteo del problema	1
B. Justificación del tema	3
C. Estructura de la tesis	4
CAPÍTULO 1	6
1.1. Revisión bibliográfica	6
1.2. Marco Teórico	21
1.3. Objetivos	27
1.3.1. Objetivo general	27
1.3.2. Objetivos específicos	28
1.4. Hipótesis	28
CAPÍTULO 2	29
2.1. Materiales y métodos	29
2.1.1. Identificación y caracterización de los sistemas productivos del departamento Las Colonias	29
2.1.2. “Modelización”	31
2.1.3. Escenarios	41
2.1.4. Evaluación probabilística del riesgo	42
CAPÍTULO 3	53
3.1. Caracterización agroeconómica del departamento Las Colonias	53
3.1.1. Importancia de la lechería en el departamento Las Colonias	53
3.1.2. Aspectos Socioeconómicos	55
3.1.3. Aspectos Agroecológicos	58
3.2. Identificación y caracterización de los modelos productivos zonales	61
3.2.1. Identificación y estratificación de establecimientos tamberos del Departamento	61
3.2.2. Caracterización establecimientos tamberos zonales	63
CAPÍTULO 4	85
4.1. “Modelización”: año actual ó base	85
4.1.1. Supuestos de los modelos representativos de tambos grandes, medianos y pequeños.	85
4.1.2. Construcción de la matriz base de los tres modelos	98
4.2. Resultados del modelo de programación lineal base	122
4.2.1. Resultados de los modelos: óptimos económicos	123
4.3. Análisis de sensibilidad de las soluciones	135
4.3.1. Costo de sustitución de actividades	135
4.3.2. Costo de oportunidad de los recursos	138

CAPÍTULO 5	144
5.1. Escenarios	144
5.1.1. Factores claves	144
5.2. Escenario I. Pesimista para la actividad lechera	146
5.3. Escenario II. Intermedio para la lechería	153
CAPÍTULO 6	161
6.1. Análisis probabilístico del Riesgo	161
6.2. Frontera de eficiencia Margen Bruto – Riesgo (A)	161
6.3. Actividades	166
CONCLUSIONES	179
BIBLIOGRAFÍA	183
ANEXOS	
A I. Encuesta realizada a los asesores	196
A II. Resumen de las Actividades del modelo base de P.L.	208
A III. Resumen de las Restricciones del modelo base de P.L.	214
A IV. Matriz de P.L.	230

Índice de tablas

	N° Página
Tabla 1. Representación esquemática de la matriz de programación lineal	34
Tabla 2. Representación de la matriz del modelo MOTAD	45
Tabla 3. Precios considerados para productos e insumos (alimentos)	47
Tabla 4. Rendimientos máximos, mínimos y más probables de cultivos agrícolas	48
Tabla 5. Incremento del costo de las reservas de acuerdo al año	49
Tabla 6. Coeficientes de correlación entre los precios de los principales productos	50
Tabla 7. Cantidad de EAPs y Superficie por estrato. Departamento Las Colonias	56
Tabla 8. Indicadores de estructura productiva de tambos grandes	64
Tabla 9. Indicadores de eficiencia productiva de tambos grandes	67
Tabla 10. Indicadores de manejo de tambos grandes	68
Tabla 11. Indicadores de estructura productiva de tambos medianos	69
Tabla 12. Indicadores de eficiencia productiva de tambos medianos	71
Tabla 13. Indicadores de manejo de tambos medianos	72
Tabla 14. Indicadores de estructura productiva de tambos pequeños	74
Tabla 15. Indicadores de eficiencia productiva de tambos pequeños	75
Tabla 16. Indicadores de manejo de tambos pequeños	76
Tabla 17. Comparación de indicadores de estructura productiva	78
Tabla 18. Comparación de indicadores de eficiencia productiva	81
Tabla 19. Restricciones de superficie propia de cada modelo	86
Tabla 20. Cronograma de ocupación del suelo de cultivos agrícolas	87
Tabla 21. Características técnicas de los cultivos agrícolas	87
Tabla 22. Resultados económicos de los cultivos agrícolas	87
Tabla 23. Cronograma de ocupación del suelo de los forrajes representativos de los tambos del departamento Las Colonias	88
Tabla 24. Aportes de materia seca aprovechable, energía, proteína y fibra de detergente neutro, de acuerdo a la estación del año, de pasturas, verdes, campo natural y rastrojos de cultivos agrícolas	90
Tabla 25. Costo por kilo de materia seca y aportes de los forrajes conservados	91
Tabla 26. Costo por kilo de materia seca y aportes de los alimentos concentrados	92
Tabla 27. Características de los animales	93
Tabla 28. Requerimientos de diferentes categorías de animales	96
Tabla 29. Gastos en sanidad y reproducción, precios de compra y precios de venta de las diferentes categorías	96
Tabla 30. Características de las instalaciones de tambo propuestas en cada uno de los modelos	98
Tabla 31. Representación esquemática de la matriz	101
Tabla 32. Actividades vacas, según características individuales y estación de parto	108
Tabla 33. Indicadores de estructura productiva: resultados del modelo base	124
Tabla 34. Estructura del rodeo: resultados del modelo base	126
Tabla 35. Indicadores de eficiencia productiva: resultados del modelo base	127

Tabla 36. Uso estratégico de reservas de animales en pastoreo: resultados del modelo base	132
Tabla 37. Cantidad de animales para venta: resultados del modelo base	134
Tabla 38. Resultados económicos de los tres tamaños de tambos: resultados del modelo base	134
Tabla 39. Indicadores de estructura productiva: resultados del escenario I	149
Tabla 40. Uso del suelo en la actividad tambo: resultados del escenario I	150
Tabla 41. Indicadores de eficiencia productiva: resultados del escenario I	151
Tabla 42. Resultados económicos de los modelos: resultados del escenario I	152
Tabla 43. Precios de los cultivos en el escenario II	154
Tabla 44. Indicadores de estructura productiva: resultados del escenario II	155
Tabla 45. Uso del suelo en la actividad tambo: resultados del escenario II	155
Tabla 46. Indicadores de eficiencia productiva: resultados del escenario II	157
Tabla 47. Resultados económicos de los modelos: resultados del escenario II	157
Tabla 48. Resultados de la parametrización del MBTE para tambos grandes	162
Tabla 49. Resultados de la parametrización del MBTE para tambos medianos	163
Tabla 50. Resultados de la parametrización del MBTE para tambos pequeños	163
Tabla 51. Actividades ganaderas tambos grandes: resultados de evaluación probabilística del riesgo	167
Tabla 52. Actividades ganaderas tambos medianos: resultados de evaluación probabilística del riesgo	168
Tabla 53. Actividades ganaderas tambos pequeños: resultados de evaluación probabilística del riesgo	169
Tabla 54. Actividades de compra de alimentos tambos grandes: resultados de evaluación probabilística del riesgo	171
Tabla 55. Actividades de compra de alimentos tambos medianos: resultados de evaluación probabilística del riesgo	171
Tabla 56. Actividades de compra de alimentos tambos pequeños: resultados de evaluación probabilística del riesgo	172
Tabla 57. Uso del suelo de los tambos grandes: resultados de evaluación probabilística del riesgo	173
Tabla 58. Uso del suelo de los tambos medianos: resultados de evaluación probabilística del riesgo	174
Tabla 59. Uso del suelo de los tambos pequeños: resultados de evaluación probabilística del riesgo	175

Índice de figuras

	N° Página
Figura 1. Representación de la Frontera de Eficiencia E - A	51
Figura 2. Ocupación del suelo del departamento Las Colonias. Período 2000-2010	54
Figura 3. Capacidad productiva de las tierras para uso agrícola del departamento Las Colonias	60
Figura 4. Agrupamiento de los 1118 tambos del departamento Las Colonias de acuerdo a la producción diaria y la superficie total	62
Figura 5. Porcentaje de la superficie destinada a cada actividad en cada uno de los sistemas lecheros identificados vs el "Tambo promedio Argentino"	79
Figura 6. Porcentaje de productores según tenencia de la tierra	80
Figura 7. Comparación del uso del suelo (propio más arrendado): resultados del modelo base	130
Figura 8. Estructura de pariciones del rodeo según tamaño de tambo: resultados del modelo base	133
Figura 9. Estructura de costos: resultados del modelo base	135
Figura 10. Evolución del precio de la leche en el periodo 2000-2011	146
Figura 11. Distribución de la superficie: resultados del escenario I	149
Figura 12. Evolución de precios de los cultivos agrícolas en el periodo 2000-2011	154
Figura 13. Fronteras de eficiencia E (MBTE) - A	164

RESUMEN

La lechería argentina muestra, históricamente, continuos ciclos con altibajos de producción que impactan de manera asimétrica sobre los actores que intervienen en el complejo productivo. La mayoría de las veces, los ajustes, recaen sobre los productores primarios. Esto los obliga a adoptar estrategias y a tomar decisiones respecto a la asignación de sus recursos. Aquellos que no logran adaptarse difícilmente pueden permanecer en el sector.

Considerando diferentes tamaños de tambos, el objetivo de este trabajo es evaluar la incidencia de variables exógenas sobre la competitividad microeconómica y la asignación de los recursos de los sistemas productivos lecheros predominantes del centro de la provincia de Santa Fe, atendiendo a las condiciones de riesgo bajo las que se desenvuelven.

A partir de información secundaria sobre las características productivas de la Región, entrevistas personales a informantes calificados y de los resultados de una encuesta realizada por el departamento de producción primaria de Milkaut S.A a sus productores en el año 2008, se identifican y describen tres modelos de tambos representativos del departamento Las Colonias, diferenciados (de acuerdo a su producción de leche diaria y superficie) en Pequeños, Medianos y Grandes.

Mediante el método de Programación Lineal, se modela y simula el comportamiento productivo-económico de cada uno de estos sistemas representativos. La matriz de programación lineal confeccionada posee un tamaño de 191 actividades y 104 restricciones y permite obtener la combinación de actividades y la asignación de recursos que optimizan el resultado económico de cada sistema.

Considerando que las empresas tamberas operan en una atmósfera de incertidumbre y riesgo, se plantean tres escenarios diferentes: uno optimista para la lechería, que emula las relaciones de precio producto-producto y producto-insumo presentes en el año 2010, y dos pesimistas. Además, se realiza una evaluación probabilística del riesgo asociado a la producción de leche; se consideran variables riesgosas los precios de los principales productos e insumos de mayor impacto en la producción, también se incluye el riesgo productivo generado por diferentes

condiciones climáticas sobre la oferta forrajera. El análisis del riesgo se aborda a través de un modelo MOTAD (Minimization of Total Absolute Deviations (Hazell, 1971).

Los resultados de los modelos analizados bajo esos escenarios indican que, en los tres tamaños de tambos analizados, la eficiencia en la asignación de recursos asegura la competitividad de los mismos. Bajo buenos escenarios de precios relativos, la intensificación de los tambos (mediante altas cargas y elevada suplementación con concentrados) arroja excelentes resultados económicos; en tanto que en condiciones desfavorables de precios relativos, los tambos se tornan más pastoriles y parte de su superficie es reemplazada por agricultura, actividad que muestra un mejor desempeño económico.

Cuando se introduce el análisis del riesgo, las soluciones de los modelos se acercan a lo observado en la mayoría de los productores caracterizados. Esta situación permitiría inferir que, en general, se comportan como aversos al riesgo. Los productores tamberos de la zona de estudio pueden elaborar diferentes estrategias para reducir el riesgo en sus sistemas, a cambio de una disminución de sus retornos.

Palabras clave: Lechería, Escenarios, Programación Lineal, MOTAD

ABSTRACT

The dairy in Argentina has historically shown continuous production cycles, with ups and downs, that impact asymmetrically on the actors involved in the productive cluster. Most of the time, adjustments fall on primary producers. This forces them to adopt strategies and to make decisions regarding the resource allocations. Those who fail to adapt can hardly remain in the sector.

Considering different sizes of dairy farms, the objective of this study is to evaluate the impact of external variables on the microeconomic competitiveness and resource allocation of dairy farms production systems prevailing in the center of Santa Fe province, taking into account the risk conditions in which they operate.

From secondary data about the production characteristics of the region, interviews to qualified informants and the results of a survey conducted by the primary production department in Milkaut SA to its producers in year 2008, three models of representative dairy farms are identified and described in Las Colonias district, being differentiated (according to daily milk production and surface) in Small, Medium and Large size.

By the linear programming method, the economic and productive behavior of each of these representative systems is modeled and simulated. The linear programming matrix elaborated has a size of 191 activities and 104 constraints and allows the combination of activities and resource allocation to optimize the economic performance of each system.

Bearing in mind that dairy farms operate in an uncertain and risky atmosphere, three different scenarios are constructed: one optimistic for the dairy which emulates the product-product and input - product price relationships present in 2010 and two pessimistic ones. Furthermore, a probabilistic risk assessment associated with milk production variables is performed; prices of major products and inputs of greater impact on production like risky variables are considered, and the production risk generated by different climatic conditions on forage supply is also included. Risk analysis is addressed through a MOTAD -Minimization of Total Absolute Deviations- (Hazell, 1971) model.

The results of the models analysed under these scenarios indicate that in the three sizes of dairy farms studied, the efficient resources allocation ensures the

competitiveness of them. Under good scenarios of relative prices, the intensification of the farms (through high loads and concentrated feed supplement) shows good economic performance, while under unfavorable conditions, the dairy farms become pastoral systems and part of its dairy surface is replaced with agriculture, an activity that shows a better economic performance.

When risk analysis is introduced, the solutions of the models are close to that observed in most of the characterised producers. This situation may allow to infer that, in general, the dairy producers of Las Colonias behave as risk averse. Dairy farmers within the area studied can develop different strategies to reduce risk in their systems, in exchange for a reduction in their returns.

Keywords: Dairy, Scenarios, Linear Programming, MOTAD

INTRODUCCIÓN

A. Planteo del problema

La lechería argentina muestra históricamente continuos ciclos con altibajos de producción. Gutman et al (2003), mencionan que los recurrentes ciclos económicos se asocian a las alzas y bajas en la demanda interna y a la existencia de mercados internacionales distorsionados por subsidios y prácticas proteccionistas. Otros factores que afectan a la lechería son las crisis internacionales, los precios internacionales del commodity, las crisis económicas nacionales y factores climáticos como sequías o inundaciones. Estos ciclos de la lechería, presentes en distintos contextos macroeconómicos, se expresan en sucesivos excesos y déficit en la oferta de leche, e impactan de manera asimétrica a los actores que intervienen en el complejo productivo, recayendo los ajustes la mayoría de las veces, en los productores primarios, quienes se encuentran constantemente en una necesidad de adaptación a fin de asegurar la permanencia de sus empresas tamberas. Esta situación los obliga a adoptar diferentes estrategias, y a tomar decisiones respecto a la asignación de sus recursos.

La alternancia en los resultados de las empresas tamberas, y la presión incremental de la agricultura por presentar buenos resultados aplicando tecnologías que requieren menos trabajo y capital invertido obliga a los tambos a mejorar su eficiencia económica para poder competir (Castignani et al., 2011). En los momentos de contracción de la demanda muchos productores, principalmente los de pequeña y mediana escala de producción, abandonan la actividad tambera y algunos, incluso, abandonan la actividad agropecuaria; otros aumentan la escala, intensifican la actividad, o reasignan recursos diversificando la producción hacia otras actividades productivas.

Según estimaciones realizadas a partir de datos de la SAGPyA¹ (2010) y del CIL² (2012), desde la década del '70 hasta el año 2010, la producción nacional de leche se incrementó un 153%³, situación que fue acompañada por una notable disminución del número de tambos. A partir de datos de Censos Nacionales Agropecuarios, Barilatti

¹ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA)

² Centro de Industria Lechera (CIL) utilizando como fuente a la Dirección de Industria Alimentaria de la SAGPyA.

³ Siguiendo ciclos de aumentos y disminución de la producción, lográndose la máxima producción nacional -10.329 mill. de litros- en el año 1999).

(2008) señala que la cantidad de tambos en producción en 1983 era de 40000 y fue disminuyendo con el transcurso de los años registrándose tan solo 16000 tambos en el año 2000. La autora agrega que este proceso de disminución del número de tambos continuó en años posteriores y llegó en 2002 a unos 13000 tambos. Según datos publicados por SENASA, a marzo de 2011, el número de Unidades Productivas (UP) con tambo a nivel nacional es de 11646, evidenciando una disminución de 2,4% respecto a marzo del año anterior⁴. En contraposición, en las últimas décadas se produjo una importante expansión de la frontera agrícola, siendo el cultivo de soja uno de los motores de este proceso (favorecido por excelentes precios internacionales y por cambios tecnológicos tales como la aparición de la semilla RR); según Ramírez y Porstmann (2008) la soja es el cultivo de mayor incremento de superficie sembrada (737,7%) considerando el periodo 1980/81 - 2006/07. Este crecimiento de la superficie dedicada a la agricultura, implicó cambios en la integración de los sistemas productivos, incluidos los tambos (Castignani et al., 2011), pasando muchas de las hectáreas dedicadas al pastoreo de animales a formar parte de una rotación agrícola. En este mismo sentido, Galetto et al. (1993) señalan que ante la caída de precios de la leche respecto de los precios agrícolas, muchos productores destinaron parte y aún la totalidad de la superficie del campo a la agricultura en detrimento del tambo.

Por otra parte, en el proceso de decisión, el productor procura optimizar una función de utilidad compleja, dependiente de sus objetivos y preferencias, del tipo de relación entre la unidad de producción y el grupo familiar, del mercado, de una serie de limitaciones ligadas a la disponibilidad en factores de producción, modalidades de acceso al mercado, etc. (Cordonnier, 1986). En este proceso decisorio, el riesgo asociado a la producción toma un papel fundamental.

Predecir la evolución futura de los tambos que permanecen en el sistema, requiere analizar la forma en que los productores asignan sus recursos y prever posibles estrategias de adaptación ante cambios del contexto.

En base a lo mencionado, y considerando diferentes tamaños de tambos (de acuerdo a producción diaria de leche y superficie), este trabajo tiene por finalidad evaluar la incidencia de las variables exógenas, sobre la competitividad microeconómica y la asignación de los recursos de los sistemas productivos lecheros

⁴ Suplemento Rural del diario La Opinión Line.

predominantes del centro de la provincia de Santa Fe, considerando las condiciones de riesgo bajo las que se desenvuelven.

El área de investigación se enmarca en el departamento Las Colonias debido a la importancia de la lechería en el mismo. Este departamento, siguió la tendencia nacional. Entre el año 1998 y el 2010, según estimaciones realizadas a partir de las Encuestas Ganaderas, el número de tambos y el número de vacas totales⁵ del departamento han disminuido respectivamente 23% y 5%, aunque se registran incrementos constantes a partir del año 2007 en ambos indicadores. La producción de leche, si bien disminuyó en el período 2000-2006 en promedio un 26%, considerando el periodo 1998-2010 ha aumentado un 18%. También se observa la reasignación de recursos por parte de los productores; la superficie agrícola total se incrementó un 15% entre las campañas 1999/00 y 2008/09 y la superficie destinada a cultivos de verano aumentó 9% a partir del 2000. El área destinada a girasol, soja temprana y maíz aumentó en un 182%, 42% y 18% respectivamente, sin embargo es el cultivo de soja el que mayor superficie ocupa, rondando el 50% de la superficie agrícola total, si solo se considera la soja temprana, y entre 75% y 95% (según el año) si se considera soja temprana y tardía.

B. Justificación del tema

La producción primaria de leche es muy demandante de mano de obra directa e indirecta (asesores, contratistas rurales, vendedores de insumos, transportistas, etc.) y posee, al igual que toda la cadena láctea, una importancia fundamental en la economía de localidades y regiones que sufren las consecuencias de los malos momentos de la actividad. Por otra parte, la venta o alquiler del predio rural (debido a la imposibilidad de los productores de permanecer en el rubro) genera una concentración de tierras en manos de pocos productores (que buscan ampliar sus escalas), el desarraigo y la migración de las personas a las ciudades en busca de algún nuevo empleo.

Mediante esta investigación se pretende responder a la pregunta: ¿cómo afectan, los cambios en las variables exógenas, la competitividad microeconómica y la asignación de los recursos de los sistemas lecheros predominantes del departamento

⁵ Vacas totales: vacas en ordeño más vacas secas.

Las Colonias, considerando las condiciones de riesgo bajo las que se desenvuelven?. Esto posibilitaría el ofrecimiento de soluciones apropiadas y anticipadas, por parte de los asesores, a diferentes problemas de dotación y asignación de recursos productivos en las empresas tamberas. Además, podría ser útil para orientar la toma de decisiones de los encargados de diseñar políticas dirigidas al sector, para la priorización de líneas de investigación pública y privada y para la planificación estratégica de empresas ubicadas en distintos eslabones de la cadena agroalimentaria.

C. Estructura de la tesis

La modalidad elegida para la presentación de la tesis es por capítulos.

El primer Capítulo consiste en una revisión bibliográfica y análisis (teórico y metodológico) de trabajos previos sobre el tema, realizados en nuestro país y en el extranjero. Se presenta el marco teórico propuesto para el desarrollo del trabajo y se establecen, por último, los objetivos y la hipótesis.

En el segundo capítulo, se describen los aspectos metodológicos que sustentan el estudio.

El tercer Capítulo, se divide en dos partes. En la primera, se describen los aspectos socioeconómicos y agroecológicos del departamento Las Colonias. Se presenta, en forma resumida, la evolución de las principales actividades del sector agropecuario (desde el año 2001), haciendo especial énfasis en la producción de leche. En la segunda parte del capítulo, se describen los tres modelos de tambos representativos de la zona, que son denominados, de acuerdo a su tamaño medido en producción de leche diaria y superficie: “Tambo Pequeño” (aquel que entrega menos de 1000 litros por día y posee menos de 100 hectáreas), “Tambo Mediano” (el que entrega entre 1000,1 y 2000 litros por día y posee entre 100,1 y 200 hectáreas) y “Tambo Grande” (aquel que entrega más de 2000,1 litros por día y posee más de 200,1 hectáreas).

En el cuarto capítulo, se presenta el modelo elaborado para representar a cada uno de los sistemas productivos representativos. La matriz de programación lineal confeccionada posee un tamaño de 191 actividades y 104 restricciones y permite obtener la combinación de actividades y la asignación de recursos que optimizan el resultado económico de estos sistemas. En una segunda parte de este capítulo se

muestran los resultados de la “modelización” en términos físicos y económicos, y se realiza una comparación entre los mismos y entre estos y los sistemas representativos caracterizados en el capítulo anterior.

En el capítulo cinco, se plantean algunos cambios en las variables exógenas identificadas como de mayor incidencia sobre los sistemas de producción de leche del departamento, a fin de proponer dos escenarios posibles (además del actual). El análisis de los resultados, permite analizar posibles estrategias de cada uno de los sistemas modelados, en base a la eficiencia en el uso de sus recursos, a fin de permanecer en el sistema, maximizando sus beneficios económicos.

En el capítulo seis, se realiza un análisis probabilístico del riesgo, considerando el comportamiento aleatorio de los precios de los principales productos e insumos y la incidencia de las variaciones agroclimáticas sobre la productividad agrícola y forrajera de los sistemas. Mediante un modelo estocástico optimizador (MOTAD) se analiza el conjunto de estrategias productivas que resultan eficientes siguiendo el criterio beneficio esperado – riesgo para cada sistema considerado.

Para concluir la tesis, se sintetizan y analizan los resultados discutiendo la validez de la hipótesis planteada y señalando posibles caminos a seguir en investigaciones futuras sobre el tema

Por último se presenta la bibliografía utilizada y se adjuntan los anexos.

CAPÍTULO 1

En este capítulo se presenta la revisión de antecedentes y el marco teórico que orientan la investigación. Al final del mismo, se plantean los objetivos y las hipótesis.

1.1. Revisión bibliográfica

La revisión de antecedentes se efectúa en dos partes. Por un lado, se analizan trabajos que describen la actividad lechera mundial y nacional, especialmente del centro de la provincia de Santa Fe. Por otro lado, se analizan algunas investigaciones, en las que abordan cuestiones vinculadas al riesgo asociado a la producción de leche. El propósito de esta revisión es obtener ideas y conocimientos previos acerca de los temas centrales que motivan esta investigación, que orienten la organización de este trabajo, la búsqueda de datos y la interpretación de resultados.

Respecto a la actividad lechera, mundial y nacional, interesan en mayor medida aquellas cuestiones que se relacionan con la eficiencia de producción y con la competitividad. Se presentan algunos antecedentes internacionales y, posteriormente, se registran algunos trabajos de origen nacional que proporcionan una idea de la actividad en el país y especialmente en el área de estudio.

Berentsen y Giesen (1994) elaboran un modelo de programación lineal, de carácter normativo, que contempla aspectos económicos y medioambientales, para analizar posteriormente cambios técnicos e institucionales en tambos de los Países Bajos. La función objetivo es maximizar los beneficios. Concluyen que, debido a diversas razones (como la información imperfecta y la aversión al riesgo de los productores), estos modelos normativos a menudo no son exitosos en la gestión de las empresas y, en consecuencia, el valor absoluto de los resultados del modelo no representa los resultados de la práctica (el trabajo no incluye un análisis del riesgo asociado a la actividad). Por lo tanto, la atención debería centrarse más en las diferencias entre las situaciones antes que en el nivel de los resultados y, si la diferencia entre las situaciones reales y los cálculos del modelo es la misma para varias situaciones, entonces los cambios calculados entre las situaciones proporcionarían una buena estimación de los resultados reales.

Ramsden et al. (1999) utilizan un análisis de escenarios para investigar el impacto potencial del cambio de precios de insumos y productos en un sistema tambero típico del Reino Unido, bajo el supuesto de que los productores buscan la maximización de sus beneficios. En el análisis utilizan un modelo de programación lineal para establecer un ajuste de estrategias óptimo, bajo el supuesto de que los productores son técnicamente eficientes (porque para una determinada combinación de insumos, producen sobre la frontera de eficiencia). Además, calculan los costos de la no adaptación para cuantificar el incentivo necesario para adaptarse a los cambios de precios relativos. Entre otras cosas, concluyen que los resultados obtenidos dependen de los supuestos sobre los que se construye un modelo.

Berentsen (1999) determina las consecuencias económicas y medioambientales de un número de escenarios que incluyen cambios técnicos e institucionales para distintos tambos sobre suelos arenosos de los Países Bajos. Plantea cuatro escenarios que difieren en tamaño e intensidad de los tambos. Para simular las diferentes situaciones desarrolla un modelo de programación lineal, que se valida en base a los resultados promedios de una muestra representativa de tambos ubicados en suelos arenosos en los Países Bajos, en el año 1992. Sobre la técnica concluye que el uso de escenarios y la ausencia de probabilidades atadas a los escenarios ilustran la incertidumbre sobre el futuro. Enfatiza que los resultados basados en escenarios no son predicciones del futuro, sino que permiten explorar futuros posibles.

Holmann et al. (2003) se proponen entre otros objetivos analizar la relación entre productividad, nivel tecnológico, rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de leche en cinco regiones de Colombia (Piedemonte llanero, Caribe, Eje Cafetero, Antioquia, y altiplano Cundiboyacense). Encuentran que, independiente del sistema de producción o de la región donde se ubican las empresas, el mejoramiento de la competitividad está en relación directa con el tamaño del rodeo: en la medida que este aumenta, los costos unitarios de producción de leche y carne bajan, el ingreso neto por vaca aumenta y la rentabilidad sobre el capital invertido mejora. Sin embargo, cuando tratan de asociar este aumento de competitividad con productividad, la tendencia no se observa, lo que sugiere que no necesariamente las fincas productivas son rentables. Concluyen, entre otras cosas, que el país debe tener estrategias distintas de investigación y transferencia para explotar en forma más eficiente las ventajas comparativas de cada región, debido a que cada tipo de sistema es más rentable en determinadas regiones y en otras no. En relación al cambio

tecnológico, la base del mismo para el aumento de la productividad, competitividad, y rentabilidad es la adopción de pasturas mejoradas, acompañada de la inversión en potreros para un manejo rotacional más eficiente de la calidad y cantidad de biomasa, complementada con una suplementación estratégica a la dieta basal de forrajes. Por último, afirman que los pequeños productores de leche necesitan un mejor y más rápido acceso al conocimiento del cambio tecnológico sobre la productividad y rentabilidad, a la educación y capacitación, y al crédito para utilizar la acción colectiva como mecanismo para enfrentar su problema de tamaño de escala. Esta acción es importante no solamente para comprar y vender a mejor precio, sino también para ayudar a los pequeños productores a adaptarse a nuevos patrones con niveles más altos de competencia porque, de lo contrario, las nuevas reglas de juego podrían inducir a un éxodo masivo de productores en el corto plazo y en un período relativamente corto.

Alvarez y Arias (2004) bajo la consideración de que la relación entre la eficiencia técnica de las explotaciones lecheras en España y el tamaño pueden verse afectadas por la heterogeneidad, analizan esta relación condicionada a un conjunto de variables de control. Considerando las fallas en investigaciones anteriores, analizan un tema no explorado previamente en la literatura: el análisis condicional contra el no condicional de la relación entre la eficiencia técnica y el tamaño. Proponen el uso de un modelo microeconómico de producción para seleccionar las variables de control, en el que la eficiencia técnica se introduce como un parámetro. Utilizan datos de panel, para un periodo de 5 años, de 196 explotaciones lecheras ubicadas en el norte de España. Como resultado encuentran que existe una relación significativa y positiva entre la eficiencia técnica y el tamaño de las explotaciones; la eficiencia técnica afecta tanto a la demanda de insumos como a la maximización del beneficio en el caso de los productores.

Ridler et al. (2010) analizan el incremento de la producción de leche de Nueva Zelanda. Utilizan un modelo de programación lineal para demostrar los efectos de variaciones simultáneas de varios recursos dentro de un sistema de producción de leche de 100 ha en Waikato. Concluyen que si se utilizara más ampliamente en Nueva Zelanda un modelo como el usado para este trabajo, proporcionaría beneficios de una asignación más eficiente de recursos, de una mejora en la eficiencia económica y de la eficiencia técnica, de las emisiones de gases de efecto invernadero, de las decisiones

de inversión y una comprensión más amplia del flujo en los efectos del cambio en los sistemas de producción.

Considerando ahora los antecedentes nacionales, Canitrot e Iturregui (2011) describen la Cadena Láctea Argentina. Explican que la misma presenta una importante diversidad productiva, tecnológica y de mercado, en todos los eslabones que la componen. Con respecto a la estructura productiva del sector primario, mencionan que las cuencas de producción primaria se concentran en las provincias de la Región Centro y Buenos Aires; por fuera de esta región existen otras de relevancia más marginal pero con influencia local, ubicándose fundamentalmente en La Pampa y algunas provincias de las regiones del NOA y NEA. Respecto a esto expresan que se observa una fuerte heterogeneidad intrasectorial e interregional que se manifiesta en una estructura atomizada y que las cuencas Centro Norte de Santa Fe y Noreste de Córdoba son las más importantes. Realizan un análisis de la evolución de la producción primaria de leche en el periodo 2003 y 2010, comentando al respecto que el crecimiento de la producción en el período analizado se produjo en el marco de una importante concentración de tambos, unido a un aumento en el tamaño de las unidades productivas y a un incremento en la productividad por mayor aplicación de tecnología; pero que esta tendencia fue acompañada por un proceso en donde la producción de leche fue cediendo terreno frente al uso agrícola del suelo por mayor rentabilidad.

Diversos autores han caracterizado los distintos sistemas tamberos de la Cuenca Central Santafesina (y del país) y evaluado sus resultados económicos, algunos, incluso, analizando su eficiencia y su respuesta a cambios de escenarios (Galetto, 1996; Comeron y Schilder, 1997; Arzubi y Schilder, 1999; Schneider y Comeron, 2002; entre otros). Se han estudiado y se estudian aspectos estructurales de la lechería, el uso de los recursos, la escala de producción y la organización de la actividad.

Así, por ejemplo, Fernández y Galetto (2002) desarrollan un modelo de programación lineal que permite, para un nivel de producción de leche (kg/vaca/día) preestablecido, la determinación simultánea de la cadena forrajera, el tipo y uso de reservas forrajeras, el tipo y cantidad de alimentos comprados y la carga animal. El modelo maximiza la diferencia entre la cantidad de vacas y los costos de alimentación en la superficie simulada, y permite obtener resultados tales como hectáreas de cada una de las pasturas seleccionadas, de pastura diferida, nivel y tipo de alimentación

suplementaria, área destinada a la confección de reservas y tipo de reserva. Respecto a la metodología utilizada mencionan que, dentro de los posibles usos del modelo, se considera su utilización como herramienta de extensión, de planificación y evaluación de prioridades de investigación, además de que el modelo es factible de ser adaptado sin mayores dificultades a diferentes situaciones productivas.

Arzubi y Schilder (2003) realizan un análisis comparativo de eficiencia técnica entre explotaciones lecheras de diferentes cuencas lecheras: Abasto Sur de Buenos Aires, Villa María (Córdoba) y Central (oeste de Santa Fe y este de Córdoba). Calculan la eficiencia técnica mediante programación lineal, aplicando modelos basados en la metodología DEA (Data Envelopment Analysis). Realizan dos tratamientos: uno considerando todos los tambos como una única muestra y el otro considerando tres muestras, una correspondiente a cada región. Los resultados indican que existen diferencias de eficiencia entre regiones y la de Abasto Sur resulta ser la de menor eficiencia de las tres regiones (emplea mayor superficie ganadera por litro de leche producida y posee mayores costos de producción), en tanto que la región de mayor intensificación⁶ fue la Cuenca Central. Por otro lado, existe una mayor participación de la agricultura en las regiones de Villa María y Central.

Arzubi et al. (2003) realizan un análisis de eficiencia técnica en explotaciones lecheras de la Cuenca de Abasto Sur de Buenos Aires, que sobrevivieron a la crisis ocurrida en el sector a partir de 1999, e intentan aportar elementos que expliquen las diferencias de eficiencia entre las empresas. Obtienen indicadores estructurales, productivos y tecnológicos, y calculan los resultados económicos y los costos de producción para cada uno de ellos; utilizan la metodología DEA para calcular la eficiencia técnica relativa de las explotaciones durante los ejercicios 1997/98, 1999/2000 y 2001/02, considerándolos como un solo período de corte transversal. En sus resultados encuentran una asociación positiva entre la eficiencia técnica y el ingreso neto, que el mayor precio de la leche cobrado por el grupo eficiente explica sus mejores resultados económicos, que los esfuerzos para mejorar los aspectos reproductivos y para obtener una mayor cantidad de forraje serían acompañados por un incremento de la eficiencia. Concluyen que la ineficiencia puede atribuirse en mayor medida a la ineficiencia de escala y confirman su hipótesis de que las empresas eficientes obtienen mejores resultados económicos, por lo que pueden inferir que el

⁶ Entendiendo por intensificación la proporción de capital, medido como costos, y de animales, medido como vacas totales, en relación a la superficie ganadera de la explotación (Arzubi y Schilder, 2003)

camino hacia la eficiencia también conducirá al incremento de los beneficios económicos y, con ello, al aumento de las posibilidades de subsistencia en épocas de crisis.

Por otro lado, Castignani et al. (2004) en una estimación de elasticidades de oferta de productos y demanda de insumos de empresas lecheras argentinas, verifican que la oferta de leche depende principalmente de su precio y en menor medida del precio de los insumos. En función de las elasticidades estimadas observan una importante capacidad de respuesta de la oferta frente a incentivos económicos en el corto plazo y una baja respuesta frente a variaciones en el precio de los insumos. Los bajos valores de elasticidades de precio de leche respecto a precios de mano de obra contratada, forraje y alimentos concentrados demuestran la importancia y especificidad de estos insumos en la producción lechera.

Arzubi y Schilder (2005) realizan un análisis comparativo de eficiencia técnica, mediante programación lineal (aplicando modelos basados en la metodología DEA), entre explotaciones lecheras de diferentes cuencas lecheras de Argentina. Verifican diferencias en los índices de eficiencia técnica influidas por la dispersión relativa de las firmas evaluadas. Consideran la importancia de incorporar variables de tamaño entre los inputs por presentar una doble ventaja: disminuyen el efecto que tienen las decisiones coyunturales sobre la eficiencia técnica y orientan el análisis hacia la toma de decisiones estratégicas de largo plazo.

Galdeano y Berger (2005) evalúan, en términos de resultado esperado, variabilidad y riesgo económico, un planteo productivo lechero semipastoril en el norte de la provincia de Buenos Aires. El análisis de riesgo y variabilidad se realiza mediante una simulación de Monte Carlo, y consideran como variables aleatorias el precio de la grasa butirosa, el precio del concentrado 16%, el precio de las vaquillonas de reposición, las condiciones climáticas, la productividad de los recursos forrajeros, la productividad individual de leche de las vacas en ordeño y la composición de la leche tanto en grasa butirosa como en proteínas. El fundamento del uso de la simulación de Monte Carlo en su investigación se vincula a la inexistencia de antecedente bibliográfico sobre análisis de riesgo económico en la actividad lechera argentina con este método y explican que, dada la naturaleza aleatoria de variables como el precio de la leche, el nivel de producción alcanzado y los costos de alimentación, los análisis económicos determinísticos son incompletos para evaluar alternativas productivas,

económicas o de inversión en la actividad lechera. Los resultados que obtienen muestran que el margen neto del planteo productivo tiene un coeficiente de variabilidad (medido como el desvío/media) de 186% y que existe una probabilidad del 33% de obtener márgenes netos negativos. Encuentran, además, que las variables de productividad del rodeo (productividad por vaca y composición de la leche) son las que contribuyen en mayor medida a la variabilidad global de los resultados económicos, seguidas por el precio de la grasa butirosa.

Castignani et al. (2005) caracterizan los sistemas de producción de las cuencas lecheras más importantes del país (Central Santa Fe - Córdoba, Villa María, Oeste de Buenos Aires, Abasto de Buenos Aires y Entre Ríos) y del “tambo argentino”. Agrupan los resultados de las estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas en indicadores de tamaño, de manejo, de resultados físicos y de resultados económicos. Un análisis entre cuencas les permite detectar, a partir de los valores medios, cuales son las similitudes y las particularidades de cada una de ellas, brindando un diagnóstico general de la situación de la lechería argentina y sus campos de desarrollo. Algunas de las conclusiones a las que arriban son: La diversidad de las características agroecológicas y sociológicas que se presentan en las principales provincias productoras de leche hace que los sistemas producción lecheros argentinos muestren una gran variabilidad en sus características productivas, económicas y organizacionales. La escala de producción de las empresas de la cuenca Central Santa Fe – Córdoba se diferencia de las restantes por ser la de menor superficie y menor entrega diaria, sumado a que poseen 67 % de la superficie de la empresa tomada en alquiler; además, en esta cuenca, se manifiestan los menores niveles de suplementación (concentrados y silo) en donde se combina la mayor carga animal con uno de los niveles de producción individual más bajo. La productividad de la tierra, no presenta diferencias significativas entre las cuatro cuencas.

Relacionado al trabajo precedente, Arzubi y Schilder (2006) realizan un análisis comparativo de eficiencia técnica y económica entre explotaciones lecheras provenientes de diferentes regiones (Cuencas de Abasto Sur de Buenos Aires, de Villa María –Córdoba- y Central -oeste de Santa Fe y este de Córdoba-), con la focalización puesta en las diferencias entre los sistemas de producción. Explican que puede arribarse a la eficiencia, por diferentes caminos: empresas orientadas a la producción de leche empleando sistemas intensivos (alta carga animal relativa) y extensivos (baja carga relativa), o empleando alta proporción de alimentos concentrados y también

empleando sistemas pastoriles (bajo uso de concentrados), y empresas con sistemas de producción intermedios, resultantes de diferentes combinaciones e intensidades de cada tendencia. Los resultados muestran que en la Región Central predominan tambos con una menor escala relativa y que se encuentra orientada hacia planteos de mayor productividad por hectárea, como lo demuestran su alta carga (1,10 vacas/ha) y sus 3288 litros/ha/año, la mayor de las tres regiones. El análisis por regiones indica que la región más eficiente es la Región Central, debido a que es la que presenta mayor eficiencia, tanto técnica como económica.

Castignani et al. (2008) analizan, en términos económicos, los umbrales de rentabilidad de tambos de la Cuenca Central Santafesina, y la modificación que se produce en dichos umbrales cuando se ajusta la tecnología en la producción de leche. Analizan, además, el impacto sobre los mismos de cambios de integración de actividades que generan distintas estrategias de reposición de hembras. El procedimiento utilizado para la determinación de la U.E.A. es el del Ing. Urbano Fernández (1945), el mismo que se utiliza a nivel oficial. Pero también se calcula la U.E.A. mediante el procedimiento desarrollado por el Ing. Luis Foulon (1946). Los resultados muestran que la adopción de tecnología disponible y probada, reduce la unidad económica agrícola (U.E.A) de sistemas predominantemente tamberos de la cuenca; en términos de competitividad relativa, en los modelos mejorados y de alta productividad, el tambo resulta competitivo con relación a la soja. Sin embargo la especialización en producción de leche, dedicando la totalidad de la superficie forrajera a vacas, no mejora los resultados. Se observa que los tambos de menor escala, pueden resultar exitosos económicamente con ajustes tecnológicos basados en la oferta disponible y probada de prácticas específicas, a las relaciones de precios utilizadas en este trabajo.

Castignani et al. (2010) compararon variables productivas y organizacionales de tambos familiares y no familiares de la Cuenca Central Santafesina. Clasifican como tambos familiares (n=54) a aquellos en los que el ordeño es realizado por la familia, como mínimo 50% de la fuerza de trabajo es aportado por miembros de la familia y no poseen ingresos extraprediales; en tanto que tambos no familiares (n=162) son los que contratan más del 50% de la mano de obra. Encuentran que no existen diferencias significativas en el régimen de tenencia de la tierra y en la integración de actividades; pero sí en la escala de producción y en el nivel de empleo generado. Las empresas no

familiares muestran mayor productividad del rodeo y mejor desempeño de variables organizacionales.

Cursack et al. (2010), sobre datos de sección transversal, provenientes de la gestión técnico-económica 2008-2009 de un grupo 69 tambos de alta producción del oeste de la Cuenca Lechera Central de la provincia de Santa Fe, estiman la función de producción usando un modelo exponencial de tipo Cobb-Douglas. Los resultados indican rendimientos a escala decrecientes y baja productividad de los factores. Concluyen que los resultados encontrados indican que los modelos de alta producción están en una meseta de resultados y productividad; en términos generales los modelos mejorados deberán analizar en profundidad las estrategias de intensificación de estos modelos de base pastoril.

Osan et al. (2010), entre otros objetivos, caracterizan las empresas productoras de leche predominantemente familiares de la Cuenca Lechera Central Santafesina. Mencionan que, en la zona estudiada, el 36% de las de las empresas productoras de leche poseen menos de 100 hectáreas y el 65% menos de 200 hectáreas. En tanto que, si se tiene en cuenta la producción diaria, hay un 22% que produce menos de 500 litros, el 65 % menos de 1000 litros, y el 73% menos de 2000 litros. Con relación a la tenencia de la tierra, el 62% de las empresas están en manos de propietarios, mientras que un 32% se encuentra bajo contratos de arrendamiento. La mayoría de las empresas aseguran su continuidad familiar, manifiestan intención de mantenerse en actividad, y la necesidad de crecer en vacas (en las familiares) o en infraestructura (las no familiares).

Una característica importante de los sistemas de producción de leche de Argentina, y que los distingue de los modelos de producción de otros países del mundo, es la alta posibilidad de sustitución entre actividades agropecuarias que compiten entre sí por el uso del suelo como, por ejemplo, la producción de carne y granos (CIL, 2003). Por ello, y respondiendo a la gran vocación productiva regional, la competitividad de la actividad lechera frente a otras actividades ha sido y es objeto de estudio por parte de numerosos autores, quienes evalúan planteos mixtos en los que se combinan la lechería, la agricultura y la ganadería de carne.

Cursack et al. (2001) se plantean evaluar la competitividad de las distintas actividades que, a nivel de empresa, se desarrollan en el ámbito de la Cuenca Central Santafesina; explorar los niveles de retribución logrados por los distintos factores

productivos en el marco de integraciones alternativas, asociados a indicadores de productividad y eficiencia; y estimar umbrales de rentabilidad y precio según modelos alternativos que orienten en los criterios de asignación de los recursos productivos de las empresas. Los resultados confirman que la actividad lechera resulta competitiva a niveles de producción factibles de lograr con la tecnología disponible y probada, y resulta de interés en empresas familiares en las que el pleno empleo de la mano familiar sea un objetivo expreso de la decisión empresarial.

Ostrowski y Deblitz (2001) analizan la fortaleza de la lechería en Argentina, en un trabajo de competitividad relativa de la lechería en el MERCOSUR. Afirman que, por las condiciones naturales y los sistemas pastoriles aplicados, el potencial de desarrollo futuro para una producción de leche a bajos costos es muy alto. Los autores concluyen que el mito de que la Argentina tiene los costos de producción lecheros más bajos es falso, ya que para mejorar su competitividad, posee una serie de limitaciones, entre las que mencionan los altos costos financieros, la producción orientada al mercado interno, la poca experiencia en mercados internacionales y la baja productividad de la mano de obra.

Cursack de Castignani et al. (2002) evalúan la competitividad de las distintas actividades tradicionales bajo los efectos de la devaluación de la moneda argentina a través del cálculo de distintas medidas económicas, y comparan las situaciones pre y post-devaluación explorando los niveles de contribución logrados por los factores de la producción y la estimación de umbrales de rentabilidad y precio que orientan la toma de decisiones de las empresas de la Cuenca Central Santafesina. Los resultados les permiten afirmar que las nuevas relaciones de precios mejoraron los resultados de las actividades, favoreciendo a las rotaciones agrícolas, seguidas de los sistemas ganaderos más extensivos; un menor incremento resulta en las actividades ganaderas con mayor nivel de suplementación. Esta situación cuestiona la integración de las empresas en la Cuenca Santafesina Central. Concluyen también que es de esperar que el proceso de agriculturización se acentúe conduciendo a cambios en el patrón geográfico de producción, provocando pérdidas de diversidad y mayor vulnerabilidad frente a factores exógenos.

Ostrowski et al. (2002) comparan empresas tamberas de determinados países del cono sur que no subsidian la producción y agregan, a título comparativo, algunos países europeos del este y oeste y de EEUU de Norteamérica como representantes de

países con subsidios. Encuentran que la competitividad en la producción lechera entre diferentes países es dependiente del tipo de cambio de la moneda. Si bien ésta no cambia con frecuencia en países de estabilidad económica, sí lo hace en economías inestables, con lo cual las conclusiones de las comparaciones también se tornan inestables. Pero el análisis del equilibrio entre precios y costos internos de cada modelo es independiente del tipo de cambio y se relaciona con políticas nacionales, la escala de producción, la tecnología aplicada, la eficiencia de producción, etc.

Comerón y Schneider (2002) analizan, en términos de eficiencia económico-productiva, una comparación entre el tambo y el cultivo de soja (en la zona centro de la provincia de Santa Fe). Demuestran que los incrementos en la eficiencia física y la escala de producción en el tambo permiten mejores resultados económicos; y que la agricultura debería ser considerada como una buena alternativa complementaria del tambo pero no como una "salida salvadora" del productor tambero. Mencionan que la viabilidad de un sistema de producción se determina por varios factores que pueden estar agrupados en la relación de precios insumo-producto y la disponibilidad y calidad de los recursos humanos y materiales (suelo, animales, alimentos, instalaciones y equipos).

Castignani et.al. (2003), motivados por el cambio en los patrones geográficos de producción producido por el avance de la agricultura sobre otras actividades del sector agropecuario, analizan la competitividad a nivel microeconómico de las actividades agropecuarias en la Cuenca Lechera Central Santafesina, y su evolución, comparando su resultado en tres momentos: pre-devaluación (año 2001) y post-devaluación (años 2002 y 2003). En sus resultados encuentran que los precios de venta de los productos y precios de los insumos resultan determinantes de competitividad a nivel microeconómico. En todos los escenarios analizados (predevaluación, año 2002 y 2003) la tecnología empleada se mantiene constante, por lo que interpretan los cambios en los costos directos y resultados (ingreso neto y margen bruto) a partir de cambios en los precios de venta de productos y de insumos. En todos los períodos, el tambo a niveles de producción factibles de lograr con la tecnología disponible y probada, es competitivo frente a las actividades ganaderas, no así frente a la agricultura. El desempeño de la agricultura marca la conveniencia de diversificar los planteos tamberos incluyendo rotaciones agrícolas, ya que impactan significativamente sobre la retribución al capital operativo.

Ramirez et al. (2007) analizan económicamente las actividades tambo y agricultura en el sur de la provincia de Santa Fe. El período de análisis comprende los ciclos agrícolas de la serie 1993/94-2004/05. A partir de los resultados que obtienen concluyen que existe una mayor competencia de la agricultura con respecto al tambo desde el inicio de la serie hasta la campaña 1997-98; pero, de aquí en adelante ambas actividades muestran un comportamiento en términos de rentabilidad similares, acompañando ésta las oscilaciones del valor del ingreso neto (IN). Concluyen que la diversificación productiva, implementando planteos agrícola-ganaderos, unida a un aumento de la productividad, podría aprovechar las oportunidades comerciales que se ofrezcan en el futuro, además de influir favorablemente en el sostenimiento de los agrosistemas.

Castignani et al. (2011), intentando interpretar desde distintos enfoques y supuestos la evolución producida en el sector agropecuario de la cuenca central de Santa Fe, analizan la dinámica del patrón geográfico de producción regional, tratando de entender los procesos a partir del análisis de la competitividad relativa. Analizan la evolución de las actividades en el periodo 2001-2011, teniendo en cuenta los aspectos tecnológicos y la relación entre los resultados económicos de corto y largo plazo. Para ello determinan costos variables, costos fijos, ingresos, márgenes brutos e ingreso neto; usan como índice de competitividad de corto plazo la relación entre los márgenes brutos y para el largo plazo la relación entre ingresos netos. En producción de leche analizan dos modelos tecnológicos diferentes y uno mejorado; finalizan con un análisis de competitividad en función de los factores productivos: tierra, capital y trabajo. Concluyen que las diferencias en competitividad relativa del tambo y la agricultura junto a las nuevas modalidades organizativas de los factores de producción en el sector rural, explican en parte la fuerte expansión de la agricultura en el área de estudio; el tambo sigue siendo un buen negocio para empresas cuya función objetivo se expresa en la maximización de la retribución a la tierra y mejora sensiblemente con la incorporación de tecnología disponible y probada, pero que exige el aprendizaje y los controles operativos propios de las tecnologías de proceso.

Respecto a la evaluación del riesgo asociado a la actividad lechera, se observa que a nivel nacional los antecedentes son relativamente escasos. Relacionado a esto y haciendo una especie de crítica, Hazzell et al (1983) mencionan que la producción agrícola, especialmente en los países en desarrollo, es en general un proceso riesgoso y que existe evidencia considerable para sugerir que los agricultores se

comportan como aversos al riesgo. Sin embargo, las consideraciones de riesgo rara vez se incorporan en los estudios y se supone que los agricultores se comportan como indiferentes al riesgo y su objetivo es el de maximizar beneficios. Al respecto, Freund (1956) explica que algunos modelos no reflejan de manera adecuada la realidad porque no tienen en cuenta el riesgo en el análisis. Castignani et al. (2009) mencionan que, el productor como empresario, busca maximizar su resultado económico asumiendo un determinado riesgo. Es decir que, entre los factores que considera el productor al decidir una nueva actividad o técnica, se encuentra el resultado económico y el riesgo, los cuales deben ser compatibles para motivarlo a adoptarla. Zainal Abidin y Ahmad Zubaidi (1991) comentan que la mayoría de las decisiones tomadas por productores agropecuarios se realizan bajo condiciones de riesgo e incertidumbre; y agregan que desde la década del '70 los investigadores de las disciplinas de economía agraria han incrementado sus esfuerzos de investigación a fin de encontrar métodos convenientes para incorporar el riesgo directamente en los modelos de toma de decisiones. En este sentido, varios autores, como Hazzell (1971); Tauer (1883); Acosta Lara et al. (1979), demuestran que los productores agropecuarios poseen funciones de utilidad que se ajustan mejor cuando a la maximización de ganancias se agregan restricciones que contemplen el riesgo.

Wilson et al. (1987) mencionan que los productores de leche toman decisiones basados en percepciones y conocimientos de su entorno económico y social. Mediante una encuesta realizada a productores tamberos de Arizona (EEUU) obtienen datos que responden acerca de las percepciones del riesgo y su manejo. El riesgo o variabilidad asociados a los insumos de producción (alimentos, trabajo y créditos) se percibe tan importante para estos productores como las fluctuaciones de precios de la leche y de la producción. Los productores, mediante el uso de herramientas de gestión del riesgo, reducen esta variabilidad (por ejemplo, con la contratación a plazo de la alimentación).

Galetto (1992), para un establecimiento agropecuario de la zona central de Santa Fe, desarrolló los fundamentos teóricos y presentó un ejemplo de aplicación de tres modelos de programación lineal bajo condiciones riesgosas: MOTAD, Target MOTAD y un modelo con restricciones probabilísticas. Entre otras cosas, concluyó que el riesgo es un elemento importante para explicar la integración de las empresas mixtas de la región.

Galetto (1992) formulando e implementando modelos de programación lineal bajo condiciones de riesgo para un establecimiento agropecuario mixto de la zona central de Santa Fe, concluye que las soluciones de máximo riesgo incluyen solo trigo/soja de segunda y soja, mientras que a medida que se sacrifica ingreso medio para disminuir el riesgo aparecen paulatinamente otras actividades agrícolas y las actividades ganaderas (tambo y engorde de novillos)

Bosch y Johnson (1992), en un trabajo realizado en tambos del estado de Virginia (EEUU) en el que analizan, mediante un modelo de simulación, seguros y coberturas en cultivos de cosechas como estrategias de manejo de riesgo, mencionan que la variabilidad de precios de los alimentos para los animales y los rendimientos de los cultivos son una fuente importante de riesgo para los productores de leche. Además, que estas estrategias disminuyen los ingresos netos esperados, pero también reducen el riesgo. Concluyen que a altos niveles de aversión al riesgo se usa una combinación de las herramientas evaluadas como estrategias de gestión de riesgo, pero a niveles bajos de aversión, si bien aparecen estas herramientas, un escenario en el que no se emplean seguros o coberturas también resulta eficiente.

Lacelli y Polcan (1994) realizan un análisis comparativo de métodos de planificación por programación lineal con riesgo. Para ello comparan los resultados de una gestión utilizando los métodos MOTAD, Target MOTAD y Focus Loss. Concluyen su estudio realizando una discusión sobre las características principales, ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos. Respecto a MOTAD concluyen que los desvíos se calculan a partir de los márgenes brutos esperados, por lo que no se puede hacer una comparación directa entre los niveles de riesgo de los planes surgidos de la parametrización, ya que los diferentes valores de desvío se toman desde diferentes puntos. Además, mencionan que una característica importante de MOTAD es que, confrontado una amplia gama de ingresos, permite ver claramente la sensibilidad de los planes en lo que respecta a la introducción o relegamiento de actividades con diferente relación Desvío/MBT; también, que posibilita comparar los años en que las contingencias de precios y rendimientos son más favorables al plan por estar más cerca o por encima del MB promedio (a través de las actividades de desvíos). Otra ventaja de MOTAD, según los autores, radica en la posibilidad de construcción de la frontera eficiente E-A, con lo cual se puede separar el conjunto de actividades factibles (por debajo de la frontera) de las que no lo son (están por encima de la frontera)

Araújo (1997) analiza la eficiencia económica de empresas agrícolas ubicadas en el sur del estado de Santa Catarina (Brasil) en condiciones de riesgo, mediante un modelo de fronteras. El modelo de eficiencia que utiliza es el MOTAD el que, según el autor, parece ser el abordaje adecuado porque permite evaluar los diferentes estándares de desempeño de las principales actividades técnicas y económicas de la región y la disponibilidad de recursos de cada empresa

Mosciaro y Iorio (2003) evaluaron la adaptabilidad de diferentes prácticas y alternativas productivas en explotaciones familiares, considerando para ello las fluctuaciones que sobre los resultados económicos ejercen los riesgos de producción y mercado. Para desarrollar este trabajo construyeron un modelo representativo de los sistemas de producción, al que le incorporaron diversas técnicas recomendadas. A partir del mismo analizaron el comportamiento de los productores familiares identificando, a través del método MOTAD, un conjunto de planes que ofrecen los menores niveles de riesgo con respecto a determinados retornos esperados. Concluyeron que la introducción del riesgo en el análisis de las estrategias productivas en explotaciones familiares, lleva a una reconsideración de la estrategia económica de las tecnologías recomendadas por instituciones oficiales y privadas de la región. Pero criticaron la metodología empleada para el trabajo, ya que impone ciertos límites que, para superarlos, habría que incorporar análisis de métodos de programación estocástica discreta que permiten no solo simular la función objetivo de las actividades sino también las de sus coeficientes técnicos. Por último mencionaron que los resultados del trabajo pueden ser utilizados para comprender los diferentes comportamientos productivos de productores familiares, a partir de la construcción de tipos ideales en función del grado de aversión al riesgo, los cuales pueden ser testeados posteriormente a campo.

La recopilación de antecedentes efectuada, demuestra que la importancia del sector primario de producción de leche en la Cuenca Santafesina (y en el mundo) ha llevado a la realización de numerosos trabajos. Los mismos estuvieron principalmente focalizados en describir la producción y el mercado lácteo, y en estudiar su competitividad y eficiencia bajo distintos enfoques y abordajes metodológicos.

Ahondando precisamente en el aspecto metodológico cabe resaltar que en Argentina (especialmente en la Cuenca Lechera Central) son escasos los estudios que evalúan la incidencia del riesgo e incertidumbre sobre el comportamiento de

productores de leche. Por lo tanto, desde este punto de vista, el aporte de esta investigación puede ser importante debido a la incorporación de análisis de escenarios y a la evaluación probabilística del riesgo que se realiza.

A pesar de la importancia de los trabajos revisados, es preciso remarcar el carácter de diagnóstico y/o retrospectivo de la mayoría de los realizados en nuestro país. Sin poner en duda la necesidad y utilidad de este tipo de investigaciones, es muy importante para los distintos actores de la cadena láctea, además, poder anticiparse al futuro y a los riesgos que este pueda aparejar por el desconocimiento de las consecuencias que un cambio de contexto pueda generar; los agentes proactivos poseen una cierta ventaja competitiva frente a quienes no lo son.

Por último, atendiendo a los objetivos del estudio, los antecedentes revisados permiten comenzar a sondear la información disponible acerca de algunas de las variables de contexto (de mercado e institucionales) que afectan a la lechería.

1.2. Marco Teórico

Como ya fuera mencionado, este trabajo se propone evaluar como algunos escenarios, que derivan del cambio en el desempeño de variables exógenas a los sistemas productivos lecheros predominantes, y no controlables por el productor, afectan su competitividad microeconómica y la asignación de los recursos.

Para conocer las variables exógenas que afectan a la empresa en su conjunto, y para comprender como esas variables actúan sobre las interrelaciones que existen en el interior de la empresa, es necesario considerar a la explotación tambera como un sistema; se trata de un sistema complejo donde interactúan muchos factores para lograr el o los objetivos planteados. El enfoque de sistemas es importante y necesario porque las decisiones que tome un productor en cuanto al uso de algunos factores de la producción pueden afectar a todo el sistema.

En el año 1940 Ludwig Von Bertalanffy propuso la Teoría General de Sistemas. Un sistema es “un conjunto de elementos interrelacionados” (Von Bertalanffy, 1968). Los componentes de un sistema son los elementos, la relación entre los mismos, el carácter de totalidad del conjunto, y un objetivo común. El enfoque sistémico pone en primer plano el estudio de las interacciones entre las partes y entre éstas y su entorno.

La importancia de las interacciones en el enfoque sistémico hace necesario distinguir entre las variables de entrada generadas por el entorno y las variables de salida generadas por el propio sistema. De acuerdo a esta definición, las empresas agropecuarias en general (y las tamberas en particular) son verdaderos sistemas, se encuentran conformadas por partes o elementos interrelacionados, e influyen sobre su entorno, pero a su vez son influidas por este.

El enfoque de sistemas de Von Bertalanffy es abordado en un marco biológico. En el caso de la presente investigación sería más oportuno introducir la definición de Pierre Louis Osty, quien acerca el enfoque de sistemas a las ciencias agrarias.

Según Osty (1978), estudiar la explotación agrícola como un sistema es considerar ante todo el conjunto, antes de estudiar a fondo las partes que ya se sabe abordar, y de tener en cuenta, aún cualitativamente, las relaciones internas esenciales y, en particular su articulación en el tiempo. No se trata de un sistema estático, sino que evoluciona en el tiempo; y está influenciado por su entorno socioeconómico (políticas, precios, etc.) y ecológico (Apollin; Eberhart, 1999).

La empresa agropecuaria⁷ representa un tipo definido de sistema socio-económico y, como tal, posee ciertas características particulares derivadas especialmente de los subsistemas biológicos, de las tecnologías de producción específicas, del supersistema ecológico en el cual se sustenta y de la identidad cultural del grupo social que vive y trabaja en ella (Grenon, 1994). El tamaño de la empresa, su forma, sus rubros productivos, la intensidad en el uso de los recursos, etc., responden a leyes naturales, económicas, políticas, culturales, familiares y hasta racionales del productor. Estas leyes (a las que en este trabajo se enmarcan dentro del concepto de variables exógenas o de contexto) son las que regulan sus actividades, sus flujos internos, sus influencias y sus relaciones con otras unidades productivas de la región y la extra-región.

El sistema tambo, está compuesto por sub-sistemas (de cultivos, de crianza de animales, de transformación de los productos -pasto a leche y carne- y de actividades económicas no agrícolas). Tres elementos lo constituyen: la tierra (medio explotado), la mano de obra (fuerza de trabajo) y el capital.

⁷ Una empresa tampera es un tipo de empresa agropecuaria.

Resumiendo lo mencionado hasta el momento y considerando los objetivos del trabajo, es oportuno mencionar la definición de Scalone Echave (sin fecha) respecto al sistema de producción. El autor lo define como la forma en que el productor organiza la utilización de sus recursos en función de sus objetivos y necesidades, condicionado por factores externos de carácter socioeconómico y ecológico.

De la definición anterior se desprenden dos conceptos importantes, que se encuentran muy relacionados a la forma de utilización de los recursos en la empresa tampera: competitividad y eficiencia.

Existen numerosos trabajos sobre la competitividad de las empresas, procedentes de diferentes campos del conocimiento. Pese a ello el concepto es difícil de definir, debido a la gran cantidad de factores que pueden intervenir en su determinación. La competitividad no se centra en aspectos puramente económicos. Es un concepto multidimensional que incorpora factores culturales, ambientales, políticos, humanos y espaciales. Se puede decir que, el concepto, hace referencia a las estrategias de búsqueda, establecimiento y sostenimiento de una posición rentable frente a las fuerzas que determinan la competencia.

Según el enfoque sistémico, la competitividad, puede ser analizada a diferentes niveles económicos: nivel meta (se refiere a los aspectos de los recursos humanos, como las habilidades y los reconocimientos), nivel macro (hace referencia a elementos de carácter social y variables macroeconómicas manejadas por los Estados), nivel meso (se destacan elementos como la infraestructura y el desarrollo de logística, la base de recursos naturales, las características agro ecológicas y los elementos climáticos) y nivel micro (son los factores que condicionan el comportamiento de la empresa como su productividad, los costos, la gestión empresarial, la innovación tecnológica, tipo de tecnologías, tamaño de la empresa, prácticas culturales, conciencia ambiental de la empresa, diversificación, esquemas de organización, control de calidad de los productos, avances en esquemas de comercialización, etc.). A éste último nivel (micro) es al que se hace referencia en la presente investigación.

Una empresa competitiva debe mantenerse en el tiempo, por lo tanto debe ser sustentable. Considerando que no existe competitividad sin sustentabilidad, es necesario definir tal concepto. La FAO⁸ define a la sustentabilidad agropecuaria como

⁸ Food and Agriculture Organization.

el manejo exitoso de los recursos naturales por las actividades agropecuarias para satisfacer las necesidades humanas cambiantes, mientras se mantiene o mejora la calidad del medioambiente y se conservan los recursos naturales.

Respecto a la eficiencia, se trata de un excelente indicador de la forma en que produce una empresa. A largo plazo, la eficiencia implica la maximización del beneficio y la minimización del costo. Según Farrel (1957) en una empresa se alcanza la eficiencia técnica cuando se optimizan todos los factores del sistema y se obtiene la máxima cantidad de producción con la menor cantidad de recursos; la eficiencia económica de una empresa se produce cuando esta obtiene una máxima cantidad de producción con el menor costo de los recursos.

Otro concepto importante que se desprende del enfoque de sistemas es el de los objetivos. Scalone Echave (op cit) menciona al respecto que, desde hace muchos años, los especialistas no se ponen de acuerdo en definir con claridad los objetivos de una empresa agropecuaria. Lo cierto es que los objetivos que se plantean varían de acuerdo a la persona, la edad, las circunstancias por las que está atravesando, sus creencias y valores, el nivel educacional, etc. Considerando que el productor agropecuario se comporta como un empresario (posee racionalidad de mercado) se esperaría que su principal objetivo sea el de maximizar ganancias, sin embargo, lo que ocurre en la realidad es que se establecen objetivos múltiples. Entre los objetivos más comunes se pueden mencionar, además de la maximización de los ingresos, el crecimiento de la empresa, su supervivencia en el tiempo, la minimización del riesgo, el mantenimiento de un ingreso estable a lo largo del tiempo, el cuidado de los recursos naturales, entre otros. En este sentido, aún cuando la familia propietaria no aporte la fuerza de trabajo, la naturaleza familiar de las explotaciones se produce porque, generalmente, la familia o parte de sus integrantes comprometen su fuerza de trabajo, sus competencias, un patrimonio y parte de su vida social; incluso, la evolución de la mayoría de estas explotaciones está relacionada al ciclo de vida de la familia propietaria (Osty, 1978). Esta situación hace también que el principal objetivo de los productores no sea el de maximizar las ganancias (objetivo principal de una empresa capitalista) sino obtener un ingreso mínimo que les permita cumplir con las obligaciones personales y de la familia y la sobrevivencia de la explotación sin agotar sus recursos de capital porque, en ese caso, se reduciría la capacidad de obtener una ganancia futura. Una vez asegurada la obtención de este ingreso mínimo, se podría decir que los productores agropecuarios son maximizadores de ganancia.

En la producción agropecuaria existen variables que, al momento de decidir son controlables (como por ejemplo la cantidad de concentrados que se les brinda a las vacas, según categoría), otras que no son controlables pero son conocidas (como el tipo de suelo en el que se va a implantar una pradera) y aquellas que no son conocidas al momento de tomar una decisión y consecuentemente no pueden ser controlables (como los fenómenos climáticos). Son las últimas variables (no conocidas y por lo tanto no controlables) las responsables del riesgo y la incertidumbre.

Ocurre que los productores deben elegir entre alternativas de las que desconoce con certeza sus consecuencias enfrentando distintos niveles y tipos de riesgo (Anderson et al., 1977). Riesgo e incertidumbre poseen distintas acepciones, pero no son los fines de la presente investigación realizar una discusión sobre este aspecto, así que sólo se presentarán los conceptos. Frank Knight trazó una distinción entre conocimiento perfecto, riesgo e incertidumbre, definiendo a una situación como riesgosa si se pueden asignar probabilidades objetivas definitivas a los resultados, y como incierta si no se pueden asignar esas probabilidades. Knight llegó a la conclusión de que las decisiones y ganancias empresariales pertenecen a la categoría de la incertidumbre y no a la del riesgo. No obstante, la distinción planteada entre riesgo e incertidumbre aplicado a la toma de decisiones nunca fue completamente aceptado en primer lugar porque a partir de los primeros trabajos de Von Neuman, Morgesten y Arrow, que formalizaron el análisis de la conducta económica bajo riesgo a través del modelo de la utilidad esperada, nunca se le asignó a la diferencia entre ambos tipos de conocimiento ningún rol operativo.

Nelson (1977) define a la incertidumbre como aquella situación en las que las consecuencias incluyen un número posible de resultados, independientemente de que estos sean o no deseables; mientras que reserva el término de riesgo a la posibilidad de que existan resultados adversos asociados a una determinada acción. Según Hardaker (1971) la incertidumbre propiamente dicha (de acuerdo a la definición de Knight) tiene lugar cuando se desconoce las probabilidades de ocurrencia de los distintos resultados. Y define al riesgo como una situación con distribución conocida de valores, aunque el resultado práctico de cada acción solo pueda ser descrito en términos de probabilidades.

Una situación tiende a ser mas riesgosa a medida que comprometen más recursos, en términos relativos, al capital que posee el decisor y cuanto más irreversible sean las

consecuencias de tal decisión. En el caso puntual del tambo, la magnitud de capital inmovilizado (pasturas, hacienda) y los activos tan específicos empleados (instalaciones y equipos de ordeño), disminuyen la flexibilidad de la actividad (con respecto a otras) y aumentan el riesgo.

Una de las grandes dificultades que enfrenta el productor agropecuario, que lo diferencia de la mayor parte de los empresarios de otros sectores de la economía, obedece a la naturaleza física y biológica de la producción agropecuaria (Guerra, 1992) El elemento natural y biológico que caracteriza a los recursos y a la producción agropecuaria, y el tiempo transcurrido entre la toma de decisiones y la obtención del productos, son los principales generadores de incertidumbre y riesgo en la actividad (Sonka; Patrick, 1984). Existen diferentes tipos (y fuentes) de riesgos: - productivos (clima, pestes, enfermedades, fuego, viento, etc.); - de mercado (precios y/o disponibilidad de insumos, productos, de productos sustitutos, factores de la producción, etc.); - tecnológicos (innovaciones, adquisición de bienes durables, etc.); - institucionales (políticas de gobierno, políticas sectoriales, macroeconómicas, etc.); - humanos (asociados al trabajo y al manejo de la empresa, a los operarios, a los objetivos de los productores, etc.). Se puede decir que las fuentes de riesgos del sector agropecuario son diversas y pueden estar interrelacionadas, pero todas terminan reflejándose en precios y rendimientos.

Numerosas teorías tratan de explicar el comportamiento de un individuo cuando se enfrentan a condiciones de riesgo o incertidumbre reducida a riesgo. Una de ellas es la presentada en 1944 por Von Neumann y Morgenstern llamada Teoría de la Utilidad. Los supuestos o axiomas bajo los que se desarrolló esta teoría, en forma resumida establecen que el individuo puede ordenar alternativas o las utilidades asociadas a ellas (axioma de ordenamiento); que puede establecer relaciones de transitividad en su ordenamiento preferencial (axiomas de transitividad y continuidad); y que puede determinar probabilidades para comparar alternativas, o las utilidades asociadas a ellas (axiomas de sustitución, de preferencia y de preferencia por la recompensa). A partir de ellos se puede formular una función de utilidad que representa las preferencias del individuo.

No tiene sentido hablar de una función de utilidad de un grupo de personas, pero si de una persona en un momento determinado y dentro de un rango de sumas de dinero. El carácter individual de la función de utilidad es lo que hace que esta sea

difícil de determinar; además, la utilidad se puede medir en forma relativa y no en términos absolutos. La actitud frente al riesgo varía entre personas y en una misma persona a lo largo del tiempo. Depende de sus gustos, de su edad, de la composición y ciclo de vida de su familia, su situación financiera, de su propia percepción del riesgo que debe afrontar, de su interés en mantener o aumentar sus condiciones de vida; esto condicionará la actitud del productor ante las situaciones de riesgo, implementando diferentes estrategias. Dichas actitudes se conocen como de propensión, aversión o neutralidad frente al riesgo. Una persona es propensa al riesgo cuando su equivalente de certeza⁹ es mayor que el valor esperado, es neutra o indiferente al riesgo cuando su equivalente de certeza es igual al valor esperado y es aversa cuando su equivalente de certeza es menor al valor esperado¹⁰.

Para finalizar, en la literatura existen muchos significados para la palabra escenario, y el consenso general está en que no es una predicción del futuro sino una exploración de una futura alternativa. Según Firmenich Bianchi (sin fecha) no es una predicción o un pronóstico específico, es la descripción de eventos y tendencias que pueden ocurrir. En esta investigación, se utilizará la palabra escenarios como sinónimo de contextos (principalmente de origen institucional y de mercados) producidos por variables exógenas al sistema productivo y que lo afectan de una manera u otra.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia de las variables exógenas sobre la competitividad microeconómica y la asignación de los recursos en los sistemas lecheros predominantes del departamento Las Colonias [según escala de producción] considerando las condiciones de riesgo bajo las que se desenvuelven.

⁹ El valor al que se asume una posición de indiferencia entre recibirlo con certeza o aceptar el riesgo

¹⁰ El valor esperado monetario de una decisión es el promedio ponderado de todos los valores que pueden resultar y que corresponden a todos y cada uno de los resultados posibles, dado que el decisor optó por elegir una alternativa (Vélez Pareja, 2003).

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar los sistemas de producción tambora predominantes del departamento Las Colonias de la provincia de Santa Fe.
- Detectar las variables exógenas de mayor incidencia sobre la competitividad de estos sistemas lecheros.
- Estudiar como esas variables afectan la competitividad y la asignación de recursos de estos sistemas.
- Analizar el riesgo asociado a los sistemas lecheros identificando conjuntos de actividades eficientes que ofrezcan los menores niveles de riesgo con respecto a determinados niveles de margen bruto total esperado.

1.4. Hipótesis

La competitividad de los tambos en el departamento Las Colonias está ligada a la eficiencia en la asignación de recursos independientemente de la escala de producción.

CAPÍTULO 2

2.1. Materiales y Métodos

De acuerdo a los objetivos planteados, para responder a la pregunta de investigación y comprobar la hipótesis del trabajo, se evalúa la incidencia de algunas variables exógenas, sobre la competitividad microeconómica y la asignación de los recursos de los sistemas productivos lecheros predominantes del centro de la provincia de Santa Fe, de acuerdo a su escala de producción, y bajo las condiciones de riesgo bajo las que se desenvuelven. Se elaboran tres modelos (uno para cada tamaño de tambo) para evaluar las condiciones que generan el comportamiento aleatorio de determinadas variables identificadas como principales causas del riesgo productivo y de mercado asociado a la actividad. Además se plantean tres escenarios diferentes, uno optimista que contempla el contexto económico al momento de relevarse la información para la realización del presente trabajo (año 2010) y dos menos optimistas que surgen de la modificación de variables que conforman el contexto y que podrían afectar la competitividad de los distintos sistemas tamberos identificados.

El método utilizado para modelar y simular el comportamiento productivo-económico de los tambos grandes, medianos y pequeños del departamento Las Colonias es la Programación Lineal determinística y la Programación Lineal estocástica. Sobre cada uno de los modelos se analiza la incidencia sobre la competitividad y sustentabilidad económica de los cambios de contexto (escenarios) y el riesgo productivo y de precio asociado al comportamiento aleatorio de las condiciones climáticas y de mercado

Los aspectos metodológicos abordados, se describen a continuación siguiendo el orden establecido en el trabajo.

2.1.1. Identificación y caracterización de los sistemas productivos del departamento Las Colonias

En primer lugar se identifican los sistemas productivos lecheros del departamento Las Colonias. Para ello se utiliza información secundaria, proveniente del Ministerio de

la Producción de la provincia de Santa Fe. Los datos aportados por esta institución permiten conocer la cantidad de tambos existentes la provincia y en el departamento.

Utilizando datos proporcionados por el Instituto Provincial de Estadísticas y Censos¹¹, para el año 2008, se realiza una estratificación de los tambos existentes en Las Colonias. Para ello, a partir del análisis de trabajos previos de caracterización de las empresas lecheras del área en estudio - Osan et al., 2010; Castignani et al., 2010 - y la consulta a informantes calificados que se desempeñan en la región, se proponen dos criterios determinantes: el volumen de producción de leche diaria (l /día) y la superficie del establecimiento (ha). Se considera que un “Tambo Pequeño” es aquel que entrega menos de 1000 litros por día y posee menos de 100 hectáreas, “Tambo Mediano” es el que entrega entre 1000,1 y 2000 litros por día y posee entre 100,1 y 200 hectáreas, y se denomina “Tambo Grande” a aquel que entrega más de 2000,1 litros por día y posee más de 200,1 hectáreas. En el caso de que un tambo no pueda ubicarse dentro de una de las tres tipologías elaboradas, porque no coinciden los dos criterios utilizados, el criterio que define si el mismo es grande, mediano o pequeño, es su producción diaria.

Una vez identificada la población a estudiar, a partir de una muestra de la población total, se caracterizan los sistemas productivos del departamento. Para ello, se utiliza información primaria y secundaria.

Con respecto a la información secundaria, además de los trabajos de caracterización elaborados con anterioridad por el equipo de trabajo de la cátedra de Administración de Organizaciones de la FCA-UNL previamente mencionados, se utilizan datos provenientes de una encuesta que realizó el departamento de producción primaria de Milkaut S.A., a sus productores en el año 2008. A partir de los resultados de esta encuesta, se conforma sobre planillas de Excel, una base de datos que contiene 223 variables que resumen los datos productivos y de la organización, pero no económicos, de 240 tambos ubicados en el departamento Las Colonias en el año 2008. Esta muestra, que representa un 21-22% de la población de tambos existentes en el departamento, se estratifica con los mismos criterios aplicados a la población total. Es decir, se separan los casos incluidos dentro de los denominados

¹¹ La información que surge de la Encuesta Ganadera del mes de junio es la información suministrada por los productores agropecuarios sobre algunos aspectos de sus explotaciones agropecuarias en la provincia de Santa Fe. La misma trata sobre: destino de la tierra, existencia ganadera, avicultura, apicultura, mortandad, actividad tambera. Esta encuesta releva los datos del 80% de la población agropecuaria de la provincia de Santa Fe. Fuente: Ministerio de la Producción, Gobierno de Santa Fe.

“Tambo Pequeño” (n=135), “Tambo Mediano” (n=70) y “Tambo Grande” (n=35). Para las variables más relevantes (de tamaño, productividad y manejo) de cada grupo se obtienen algunos estadísticos descriptivos (valores máximos y mínimos, promedios, modales o más frecuentes, desvíos, etc.) que permiten realizar la caracterización.

La información primaria se obtiene a partir de una entrevista, mediante encuesta estructurada (ver ANEXO I), realizada a 12 asesores, ingenieros agrónomos y veterinarios, que se desempeñan en el departamento Las Colonias tanto en el ámbito privado como en el público. En las encuestas se consideran aspectos productivos, tecnológicos, de manejo y decisionales, comerciales (a quién venden los productos los empresarios del sector y bajo qué condiciones lo hacen, etc.) y de organización social de la producción (quien aporta la fuerza de trabajo y bajo qué arreglos contractuales lo hace). El objetivo de las entrevistas es validar los resultados de las encuestas y recabar información necesaria adicional.

La información primaria y secundaria obtenida, además de posibilitar la caracterización de los tambos del departamento, permite hallar los coeficientes técnicos necesarios para completar la matriz de programación lineal que se elabora en pasos metodológicos posteriores.

Mediante un análisis de la varianza (ANOVA) y posteriormente la aplicación de un test de comparaciones múltiples (Test de Tukey, con un nivel de significancia de 0,05), se analiza la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tres tamaños de tambos identificados y caracterizados, con respecto a algunas variables seleccionadas.

2.1.2. “Modelización”

Como el estudio de un sistema real se torna muy complejo, es necesario modelarlo (crear un modelo) para comprenderlo. Un modelo es una representación de la realidad, que será tan detallada y precisa como se desee y como lo permitan los recursos disponibles (Vélez Pareja, 2003). Al armar un modelo se consideran variables endógenas y exógenas. Las primeras son aquellas que se conocen y controlan; las exógenas no pueden ser controladas por el modelizador. Son estas últimas, las variables exógenas (y sólo las consideradas más importantes), las que dan lugar a diferentes escenarios que, al ser incluidos en un modelo, permiten tener una idea de las consecuencias que pueden ocasionarle. Entonces, a partir de la caracterización se

conforman tres sistemas de producción lechera “representativos” de cada uno de los estratos mencionados (tambos grandes, medianos y pequeños) que luego se modelan en sus respectivas matrices de programación lineal¹².

Se elige trabajar con programación lineal porque el nivel de información con el que se cuenta es adecuado y se encuentra respaldada por un aceptable grado de confianza; la precisión lograda en los resultados depende de la veracidad de los datos utilizados como base de los cálculos. En este trabajo, el problema que predomina es la determinación de la asignación óptima de los diferentes recursos en las distintas actividades agropecuarias. En este caso, Kohout y Cainelli (1964) mencionaron que, el éxito de la aplicación de este método en ese problema radica en descubrir y cuantificar apropiadamente los factores restrictivos como así también determinar exactamente los datos insumo-productos. Sobre la utilidad de la metodología, Cursack et al. (2008) mencionan que una adecuada formulación del modelo de programación lineal permite investigar el impacto en el cambio de las condiciones subyacentes de manera de identificar ventajas y desventajas de los diferentes sistemas productivos.

Aunque generalmente la programación lineal se utiliza como instrumento de planificación agraria para analizar una serie de decisiones alternativas, en el caso del presente trabajo se usa con fines analíticos de la situación presente y para construir escenarios hipotéticos futuros en los que las restricciones provienen de supuestos más o menos plausibles de disponibilidad de recursos y condiciones de producción futuras. Por otra parte, y bajo el conocimiento de que el empresario utiliza las técnicas predominantes de la zona en estudio para llevar adelante su producción en base a su propia experiencia y a las limitaciones que posee la empresa, a través del análisis de las soluciones encontradas en los modelos, se pretende alcanzar una comprensión abarcativa de las diferencias, en particular de tipo productivo, existentes entre los tres tamaños de tambos. Es decir, que la herramienta no es utilizada de manera normativa con la finalidad de orientar las elecciones técnicas que deben realizar los productores.

La matriz de programación lineal, a través de la cual se representan las alternativas productivas y comerciales, los recursos disponibles y las relaciones insumo-producto existentes en los sistemas de producción grandes, medianos y pequeños, permite describir y analizar tanto la estructura productiva como las estrategias productivas y

¹² En principio se confeccionan tres matrices de programación lineal; cada una modeliza un tamaño de tambo (grande, mediano y pequeño).

comerciales de cada uno de los sistemas. Esta situación se denomina escenario actual o base.

Según Frank (1997) dado un conjunto de alternativas sujetas a determinadas restricciones lineales, la programación lineal es un procedimiento matemático que permite seleccionar y combinar esas alternativas con la finalidad de optimizar una función objetivo.

El modelo base de programación lineal, responde al siguiente planteo:

$$\text{Max} \left(Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \right)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} \cdot x_j \leq b_i$$

$$x_j \geq 0, \quad \forall_j$$

Donde:

j: actividades posibles, con $j = 1, 2, \dots, n$

c_j : aporte (negativo o positivo) a la función objetivo de la actividad j

x_j : dimensión de la actividad j

b_i : cantidad del recurso i disponible

b_{ij} : cantidad del recurso i aportado/requerido por A_j

El modelo precedente se resume y presenta en forma de matriz, tal como se muestra en la Tabla 1. Como se puede ver, se trata de una tabla con filas (restricciones) y columnas (actividades).

Citando a Frank (1997), en la matriz, una actividad está representada por un vector o columna " x_j ". Esta a su vez se compone de dos partes: 1) el coeficiente de la función objetivo " c_j " (por ejemplo, un margen bruto o un costo directo) y 2) los coeficientes insumo-producto " b_{ij} " (coeficiente en al menos una restricción). Las actividades (ó alternativas) se encuentran sujetas a restricciones, o sea limitaciones impuestas por condiciones que se deben cumplir (b_i), como por ejemplo no sobrepasar (restricción de máximo) los recursos disponibles ó cumplir con determinados requisitos mínimos.

Estas restricciones son lineales o sea que son directamente proporcionales a la dimensión de cada actividad.

Tabla 1. Representación esquemática de la matriz de programación lineal

		Actividades						
		x1	x2	x3	x4	xj		
F.O.		c1	c2	c3	c4	cj		
Restricción 1		b11	b12	b13	b14	b1j	<=	b1
Restricción 2		b21	b22	b23	b24	b2j	>=	b2
Restricción 3		b31	b32	b33	b34	b3j	=	b3
Restricción 4		b41	b42	b43	b44	b4j	<=	b4
...	
Restricción i		bi1	bi2	bi3	bi4	bij	>=	bi

Fuente: Elaboración propia en base a Frank (1997) y a Pena de Ladaga y Berger (2006).

De acuerdo a Frank (1998), los diferentes tipos de actividades que puede comprender una matriz de programación lineal son:

- Las actividades propiamente dichas, es decir, ramas de la producción que aportan bienes y servicios comercializables (cultivos agrícolas -trigo, soja, maíz, sorgo- cuyos granos se venden, venta de leche; venta de terneros)
- Las ramas productoras de bienes y servicios intermedios (las actividades forrajeras y las diferentes categorías de animales),
- Los procesos, o sea las diferentes formas de realizar una actividad (por ejemplo, una misma categoría animal alimentada con dos niveles nutricionales diferentes),
- Partes de una actividad propiamente dicha (actividades propiamente dichas son maíz, trigo, sorgo; parte de estas actividades son el consumo del rastrojo de cosecha de estos cultivos por parte de los animales)
- Rotaciones (conjunto de dos o más actividades encadenadas, como por ejemplo, trigo - soja de 2°, ó alfalfa de 1° año - alfalfa de 2° año - alfalfa de 3° año),

- Las actividades de transferencia (por ejemplo, transferencia de materia seca producida a diferentes épocas ó usos alternativos, ó transferencia de animales de una categoría a otra)
- Los recursos con costo de oportunidad externo, como brindar tierra en arrendamiento, efectuar trabajos para terceros, etc.
- Las actividades de disponibilidad (denominadas slack en inglés). La actividad de disponibilidad representa el resto no utilizado de una restricción.

Las actividades que se proponen en la matriz de programación lineal base, son las representativas de los tambos del área estudiada y comprenden los diferentes tipos listados precedentemente definidos por Frank.

Por otro lado, se proponen restricciones de superficie (por época y por aptitud de uso), de producción de alimento para el rodeo, de ganado, de ganado y alimentación (balance), de mano de obra y de capacidad de uso de las instalaciones (tinglado de ordeño). Tanto actividades como restricciones son explicadas minuciosamente en el capítulo correspondiente.

En el esquema de la matriz de programación lineal presentado en la figura 1, se distinguen, además de las actividades y restricciones, tres tipos de coeficientes:

- Los coeficientes c_j , que aportan márgenes brutos, ingresos o costos directos a la función objetivo
- Los coeficientes b_i , que indican la disponibilidad inicial de cada uno de los recursos
- Los coeficientes b_{ij} ó coeficientes insumo-productos, que indican los diferentes requerimientos o aportes de cada recurso por parte de las actividades (x_j). Estos coeficientes se ubican en el cuerpo de la matriz.

A continuación se explicita la forma en que se obtuvieron los diferentes coeficientes para ser volcados en la matriz base.

2.1.2.1. La función objetivo

Según Frank (1997) la finalidad que se persigue es optimizar una función objetivo. Optimizar significa hallar el máximo en caso de tratarse de beneficios, márgenes o medidas similares de resultados, o bien un mínimo, como por ejemplo en el caso de costos o de alguna medida del riesgo. Lo que se optimiza es una función objetivo, es decir una función matemática que contiene los resultados o costos. En este trabajo, la función objetivo de los sistemas productivos representados a través de las matrices de programación lineal, corresponde a la maximización del margen bruto total de la empresa. El margen bruto es un resultado económico que se obtiene deduciendo de los ingresos brutos de las actividades, libres de gastos de comercialización, los costos directos (es decir, aquellos costos en los que se incurre por realizar la actividad en cuestión). La suma de los márgenes brutos de todas las actividades es igual al margen bruto total de la empresa.

En este sentido, cada una de las actividades agrícolas consideradas en la matriz, y cuyo destino es la venta de granos, contribuye a la función objetivo mediante su margen bruto. Los ingresos brutos se obtienen multiplicando los rindes de cada cultivo por sus respectivos precios de mercado; los rindes utilizados son los mencionados como promedios zonales por los asesores entrevistados, considerando la tecnología predominantemente utilizada, en tanto que los precios de los productos son un promedio del año 2010, actualizados a junio del mismo año. Los gastos directos corresponden a la suma de los gastos de las labores (contratadas) y la compra de insumos (semillas, agroquímicos y fertilizantes, etc.). Todos los insumos y labores son valuados a precio de mercado correspondiente al mes de junio de 2010. Para esto se procede a la consulta a proveedores de insumos y servicios de la zona, como así también a fuentes secundarias (Revista Margenes Agropecuarios, Jun. 10).

El resto de los productos comercializables son representados a través de actividades que diferencian la producción de la venta. Las actividades de venta aportan ingresos a la función objetivo. Este es el caso de la leche, principal producto del tambo, como así también la carne derivada del mismo (venta de terneros/as, vaquillonas y vacas de descarte) y los granos. Con respecto al precio de la leche, tomando como fuente al Ministerio de la Producción de la provincia de Santa Fe, se considera el promedio del precio pagado al productor por parte de la industria en el

año 2010, actualizado al mes de junio del mismo año utilizando para ello el IPIMNG¹³. En el caso de la venta de animales de tambo, para cada categoría, el procedimiento es el mismo que para el caso de la leche, pero la fuente utilizada fue la Cooperativa Guillermo Lehmann (com. pers., 2010), por tratarse de un importante referente local en cuestiones relacionadas a la comercialización de hacienda.

Las actividades intermedias, es decir, aquellas que generan productos que luego serán posiblemente utilizados por otra actividad (incluida su venta) o proceso productivo, participan generando gastos. Es el caso de la implantación de forrajes, la confección de reservas y la sanidad de los animales que intervienen el proceso productivo. Con respecto a los cultivos forrajeros y a la confección de reservas, se procede de la misma manera que para el caso de la agricultura; se consulta a asesores agrónomos sobre la tecnología predominantemente utilizada en la zona (para la implantación y protección de los cultivos forrajeros, así como las tecnologías utilizadas para la confección de reservas) y se calculan los respectivos gastos de implantación y protección, como así también los gastos de confección de reservas. En cuanto a la sanidad, se consulta a asesores veterinarios sobre los planes sanitarios para cada categoría, así como de los planes de reproducción (se supone el uso de inseminación artificial) y se calculan los gastos inherentes a cada categoría. En todos los casos se utilizan los precios de insumos y de labores aportados por proveedores de insumos y servicios de la zona, como así también la revista *Márgenes Agropecuarios*, correspondientes al mes de junio de 2010. El arrendamiento, la compra de alimentos concentrados, el ordeño propiamente dicho y la mano de obra contribuyen con gastos a la función objetivo, en tanto que las instalaciones del tambo lo hacen mediante costos¹⁴. En el caso del arrendamiento, se considera un valor de 13 quintales de soja por hectárea y por año (valor más frecuentemente mencionado por los asesores entrevistados) y se lo convierte a pesos/año multiplicando el valor mencionado en quintales por el precio promedio del año 2010 de la soja, actualizado a junio del mismo año. Con respecto al precio de los alimentos concentrados y a la sanidad de los animales, se consideran los precios mencionados por proveedores de insumos y servicios locales, así como también la revista *Márgenes Agropecuarios*; todos los precios referidos siempre al mes de junio de 2010. El costo de la mano de obra del tambo se calcula a partir de datos aportados por los asesores y considerando

¹³ IPIMNG: Índice de Precios Internos al por Mayor (Nivel General)

¹⁴ Entendiéndose al costo como la suma de gastos más amortizaciones e intereses.

el salario promedio estipulado por la Unión Argentina de Trabajadores Rurales y Estibadores (UATRE).

Como la capacidad de las instalaciones es una limitante del número de animales en ordeño, se estiman además los costos de 3 tipos de instalaciones, cuyos tamaños se asocian a la dimensión del rodeo, siguiendo los pasos de Schilder et al. (1992) y se consulta a constructores de la zona sobre los valores de cada una de las instalaciones (a valores de junio de 2010)¹⁵. Por último, para el caso de los gastos directos de la rutina de ordeño, de acuerdo al tipo de instalación, se estiman los gastos en electricidad, en limpieza y en mantenimiento de las instalaciones; para el cálculo de gastos en electricidad, se adopta el valor de gasto de 14Kw/VO-mes, de acuerdo a la revista Márgenes Agropecuarios, y los valores (\$/kw) diurnos y nocturnos, así como los cargos fijos (\$/mes) proporcionados por la Empresa Provincial de la Energía (EPE) de la provincia de Santa Fe (com. pers., 2010); con respecto al gasto en limpieza se calcula, de acuerdo a Schilder et al. (1992), las cantidades de productos de limpieza ácidos y alcalinos necesarios, en tanto que el valor de los mismos se obtiene de proveedores de la zona; para el caso del gasto de mantenimiento, se consulta a proveedores de insumos para tambos sobre el tipo de mantenimiento que llevan estas instalaciones (cambio de pezoneras, de tubos de leche, de mangueras de pulsado), y se considera un 10% anual de gastos de mantenimiento de la estructura de ordeño y equipos).

Los precios son actualizados al mes de junio porque es el momento de cierre del balance contable de las empresas agropecuarias mixtas.

2.1.2.2. Los coeficientes técnicos

Son relaciones insumo-productos fijas que relacionan cada una de las actividades con sus respectivas restricciones. Es decir, indican la cantidad del insumo, recurso o restricción *i* que requiere o aporta cada unidad de la actividad o variable *j*. La mayoría de los coeficientes que se utilizan en las matrices bases, provienen de la base elaborada a partir de los datos proporcionados por el departamento de producción primaria de Milkaut S.A. y de las entrevistas a los asesores. Algunos son estimados,

¹⁵ En los tres casos, se trata de instalaciones de ordeño típicas de la zona de estudio, modestas, con paredes de cemento embolsado, bretes de mampostería, bomba de agua, y electricidad base instalada. La duración del capital, considerada para el cálculo de la amortización, fue de 20 años para la estructura completa del tinglado de ordeño y 10 años para el tanque de frío y la ordeñadora. La tasa de interés adoptada fue de 6%.

utilizando los datos de la base y los resultados de las entrevistas, y otros coeficientes puntuales se obtienen a partir de consultas a especialistas o de bibliografías especializadas en determinados temas.

Los coeficientes técnicos de las actividades vegetales, es decir, cultivos agrícolas y forrajeros son consultados a los asesores mediante la entrevista. Para atender el aspecto de la conservación de suelos, se realizan algunas consultas particulares a especialistas en la temática, tales como las rotaciones de cultivos anuales y permanentes; el mismo procedimiento se realiza para obtener algunos de los coeficientes referidos a la confección de reservas. Los aportes de materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro por parte de los cultivos forrajeros, de las reservas y los alimentos concentrados comprados, se obtienen de la Tabla de Composición Química de los Alimentos (Gagiotti et al, 1996) y de consultas a docentes de la asignatura Forrajes de la FCA-UNL (en todos los casos la producción de forrajes se corrige según coeficientes de aprovechamiento). Las épocas del año en que realizan sus aportes los cultivos son validadas por Ing. Agrónomos que se desempeñan en el área de influencia del estudio.

Con respecto a los coeficientes de aportes de los animales, los parámetros de producción y de reproducción, se obtienen a partir de datos mencionados por los asesores entrevistados, de la base elaborada a partir de los datos proporcionados por Milkaut S.A. y de la consulta a docentes de la asignatura Nutrición Animal de la FCA-UNL. En el caso de los requerimientos por parte de cada una de las categorías de animales del tambo, de materia seca, energía, proteína y fibra, se calculan en base a las fórmulas del National Research Council (NRC, 2001); para ello se utilizan datos productivos (producción individual, cantidad porcentual de sólidos que contiene la leche, duración de las lactancias), reproductivos (intervalo parto-parto, periodo de vaca seca), etc. que surgen de las entrevistas a los asesores y de la base elaborada. En todos los casos, se considera un margen de seguridad de oferta de alimentos de 18%. Para ello, se incrementan los requerimientos de todas las categorías que pastorean en 18%, por seguridad ante cualquier tipo de inconveniente que afecte la oferta de alimentos.

El cálculo de los requerimientos de mano de obra se realiza en base a Taverna (2008). Según el autor, el número de vacas ordeñadas por hombre y por hora surge de una doble relación: a) la cantidad de vacas ordeñadas por unidad de ordeño por hora y

b) el número de unidades de ordeño disponibles por hombre. De acuerdo a esto, y bajo los supuestos de que las instalaciones de ordeño son de tipo espina de pescado y que cada persona puede manejar a la vez 5 unidades de ordeño durante las tareas de ordeño, en una unidad de ordeño se pueden ordeñar, por hora, 15, 12 y 11 vacas que producen respectivamente 12, 17 y 20 l/día de leche. Por lo que, en una hora 1 persona se puede hacer cargo de 75 vacas de baja producción individual de leche (12l/día), de 62 vacas de producción media (17l/día) y de 56 vacas de alta producción (20l/día).

Para el cálculo de la capacidad de las instalaciones de ordeño, se siguen los criterios de Schilder et al (1992). También se utilizan para las estimaciones, datos de producción individual proveniente de la base de datos y de las entrevistas a los asesores. Debido a que la producción individual de las vacas no es conocida, porque el tipo de vaca que optimiza los resultados surge como solución del modelo de programación lineal, y conociendo que a mayor producción individual del rodeo, mayor es el tiempo de ordeño y por lo tanto menor el número de animales que pueden ordeñarse en un tiempo determinado, para el cálculo de la capacidad máxima de las instalaciones se toma el criterio de una producción individual de 20 litros por animal. De esta manera, se actúa de manera conservadora a la hora de realizar los cálculos.

2.1.2.3. Los coeficientes b

Indican la disponibilidad inicial de cada recurso. En el caso de las matrices formuladas, prácticamente todos los coeficiente b son igual a 0, porque la provisión de los recursos se resuelve internamente en el modelo, suponiéndose que no hay disponibilidad inicial de recursos. Existen tres excepciones, relacionadas a la superficie de los tambos grandes, medianos y pequeños, representativos de cada estrato. Son datos conocidos para el modelo, la disponibilidad máxima de superficie de suelos propios de calidad agrícola y ganadera para cada tamaño de tambo, como así también la superficie de suelo agrícola que es posible arrendar en cada caso, de acuerdo a los valores frecuentes de arrendamiento de la zona. Estos datos, se obtienen a partir de la información otorgada por Milkaut S.A. y de las entrevistas realizadas a los asesores.

La matriz de programación lineal confeccionada para modelar a cada uno de los grupos de tambos posee un tamaño de 191 actividades y 104 restricciones. El software utilizado para la resolución de las mismas es Solver bajo Excel (Microsoft Office Excel 2007). Se trata de una herramienta de optimización y asignación de

recursos que actúa sobre el sistema definido en la hoja de cálculo buscando los valores que satisfacen las restricciones y la celda objetivo. La solución de cada matriz permite conocer la combinación de insumos y de actividades que optimizan la asignación de recursos entre actividades, en términos de beneficio económico, para cada uno de los tamaños de tambo considerados y bajo los supuestos sobre los que se crean los modelos.

2.1.2.4. Análisis de sensibilidad de la solución

Una vez presentada la solución de optimización de los modelos, elaborados bajo el supuesto de certeza de datos (precios y rendimientos principalmente), se realiza un análisis de la estabilidad ó sensibilidad de la solución, frente a un posible cambio de algunas de esas variables. El informe de sensibilidad se obtiene como resultado de la corrida del software Solver. El informe proporciona información acerca de entre que valores de la función objetivo - para cada actividad - la solución se mantiene estable. Como el informe de sensibilidad no se genera en los modelos que tienen restricciones enteras y, en los modelos formulados las actividades mano de obra e instalaciones son enteras, para obtener los informes de sensibilidad estas restricciones deben ser modificadas. Para esto, una vez obtenidas las soluciones de los modelos base elaborados, se generan nuevas filas en las matrices que indican la cantidad de instalaciones y personas que debieran integrar la solución, por lo que las nuevas restricciones elaboradas son de igualdad¹⁶. De esta manera se corre nuevamente el modelo y, al no existir variables enteras en la solución, se pueden crear los informes. Es importante remarcar que las soluciones de los modelos no se modifican ante los cambios realizados para obtener los informes¹⁷.

2.1.3. Escenarios

El análisis de sensibilidad que se realiza sobre los modelos en el escenario base, permite identificar el cambio en la solución del problema original, luego de que se produce un cambio en los coeficientes, en las actividades o en restricciones del modelo, sin que esto pase por resolver el problema de nuevo. Tiene la limitante de que permite ver qué ocurre con cada una de las actividades individualmente, debido a que

¹⁶ La provisión de los recursos (mano de obra e instalaciones) ya no se resuelve internamente en el modelo, sino que se trata de un dato conocido.

¹⁷ Para cada matriz los resultados fueron exactamente los mismos que los obtenidos antes de realizar este procedimiento, porque es lo que se pretendía, que no cambien los resultados. El único fin fue eliminar la condición de "constantes" de las actividades mencionadas para poder crear los respectivos informes de sensibilidad.

indica que variable (ó variables) tiene mayor incidencia en el resultado. La técnica de escenarios permite superar el problema de unidimensionalidad del análisis de sensibilidad.

Una de las múltiples utilidades de los modelos elaborados mediante el método de programación lineal es que permite crear escenarios diferentes, realizando modificaciones en los coeficientes que contienen las matrices, y analizar los cambios que se generan en los resultados. Parametrizando la matriz de P. L. base que modela a cada uno de los tambos (grande, mediano y pequeño), se plantean dos escenarios, además del escenario base. La parametrización consiste en modificar las funciones objetivos de algunas actividades relevantes, como así también algunas de las restricciones, en función de las características del contexto a analizar. Es decir, cada modelo de tambo (grande, mediano y pequeño) se analiza en los tres escenarios propuestos.

Los escenarios se elaboran en base a la lectura de tendencias y de situaciones pasadas, la opinión de especialistas en lechería y a partir del análisis que se realice a los resultados obtenidos en el escenario base. De esta manera se detectan las variables exógenas de mayor incidencia sobre las empresas tamberas. Los escenarios se formulan sobre las mismas matrices de programación lineal utilizadas para modelar los tambos en el escenario actual o base; sobre estas se modificaron los coeficientes c_j , de acuerdo al contexto pensado.

2.1.4. Evaluación probabilística del riesgo

Los modelos de programación lineal que se utilizan para representar a los tambos grandes, medianos y pequeños, son determinísticos; por lo que los resultados que brindan pueden estar alejados de la integración real de las actividades en las empresas en las que se desempeñan los productores. Por este motivo es importante que en el análisis de estos modelos se consideren, además, las condiciones de riesgo en las que se desenvuelve la actividad. Para ello se utiliza un modelo estocástico optimizador (Minimization of Total Absolute Deviations - MOTAD - Hazzell, 1971¹⁸), a partir del cual es posible identificar las soluciones beneficio esperado - riesgo

¹⁸ El modelo MOTAD propuesto por Hazzell como un método válido de consideración del riesgo y factible de ser resuelto a través de algoritmos de programación lineal, dio origen al desarrollo de una serie de variantes analizadas y discutidas por, entre otros, Anderson et al. (1977), Patten et al. (1988) y Hardaker et al. (1997).

eficientes. Se considera la desviación media absoluta (A) como un indicador de la variabilidad de los beneficios.

Existen dos razones por las que se decide utilizar el modelo MOTAD en este trabajo.

En primer lugar, porque permite la construcción de una curva de eficiencia a partir de la cual se pueden separar las alternativas factibles de las que no lo son. Pero, a pesar de esta ventaja, MOTAD presenta una importante desventaja: como busca obtener la mejor alternativa en cuanto a beneficios sujetos al mínimo riesgo, si se le exigen valores muy bajos tiende a seleccionar combinaciones de alternativas sin coherencia técnica. De cualquier manera, esta desventaja no se transforma en una limitante para su uso debido a que existen formas de solucionarlas como, por ejemplo, el Criterio de Baumol.

En segundo lugar, se trata de un método muy estudiado y muy utilizado, por autores como Teague; Lee (1988); Pena de Ladaga (1991); Calcaterra (2001); Atance Muñiz et al. (2001); Iorio; Mosciaro (2003); Martínez Melo et al. (2003); Iorio; Mosciaro (2005); entre otros, en diferentes tipos de actividades.

A través de la minimización de los desvíos absolutos negativos correspondientes a distintos márgenes brutos totales esperados (E) se identifica el conjunto de planes eficientes en términos de retorno y riesgo asociado (frontera de eficiencia E - A). Con el modelo MOTAD se obtiene un conjunto de planes eficientes que, para un nivel determinado de beneficio medio total esperado o deseado (E), minimizan el desvío absoluto (z) a partir de la media.

El modelo matemático es:

$$\text{Min } z = \sum_{k=1}^s [-C_k]$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} \cdot x_j \leq b_i$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{c}_j \cdot x_j = \lambda$$

$$\sum_{j=1}^n d_{kj} \cdot x_j \geq 0$$

$$x_j \geq 0$$

Donde:

C_k : valor absoluto del desvío negativo del beneficio en la observación k

b_{ij} : coeficientes técnicos de las actividades

x_j : dimensión de la alternativa j

b_i : cantidad del recurso i disponible

\bar{c}_j : beneficio esperado de A_j

λ : beneficio medio total deseado parametrizado.

d_{kj} : desvío del beneficio de A_j en la observación K , con respecto al valor medio

y siendo:

$$A = \frac{\sum_{k=1}^s |c_k - \bar{c}|}{s} = \frac{\sum_{k=1}^s |MBT_k - \overline{MBT}|}{s}, \quad A = \frac{2z}{s}, \quad y$$

$$\sigma = A \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot s}{2 \cdot (s-1)}}, \quad \text{con } s : \text{número de observaciones}$$

La representación matricial del modelo MOTAD se puede observar en la Tabla 2.

A la matriz original de programación lineal que representa a cada uno de los tambos (grandes, medianos y pequeños) en el escenario base, se agrega una restricción cuyos coeficientes son los márgenes brutos de los cultivos agrícolas, los costos de las actividades intermedias, los costos de mano de obra e instalaciones, y los ingresos por la venta de leche y carne derivada del tambo (es decir, los coeficientes “ c_j ” de las matrices originales), que se iguala al beneficio total parametrizado ó margen bruto total (λ). La nueva función objetivo consiste, en las matrices MOTAD, en *minimizar los*

desvíos. También se le agregan actividades (columnas) y restricciones (filas) correspondientes a los desvíos, denominadas respectivamente “desvío”. Las filas denominadas desvíos consignan, justamente, los desvíos con respecto al beneficio/costo esperado de cada actividad ($d_{ij} = e_{ij} - \bar{e}_j$); en tanto que las columnas permiten cuantificar la sumatoria de los desvíos negativos y plantear su minimización como función objetivo. El aporte de todas las actividades al coeficiente c_j es igual a cero, mientras que los coeficientes c_j que corresponden a los desvíos anuales llevan el valor 1.

Tabla 2. Representación de la matriz del modelo MOTAD.

	Actividades Productivas	Desvío 1	Desvío 2	...	Desvío 50	Recursos disponibles
FO (minimizar)	0.....0	1	1	...	1	
Beneficio	$C_1.....C_j$	0	0	...	0	$= \lambda$
Restricciones Técnicas	b_{ij}					$\leq b_i$
Desvío 1	$d_{11}.....d_{1j}$	1				≥ 0
Desvío 2	$d_{21}.....d_{2j}$		1			≥ 0
...		≥ 0
Desvío 50	$d_{i1}.....d_{ij}$				1	≥ 0

Debido a que en la herramienta Solver solo pueden especificarse, como máximo, 200 celdas ajustables¹⁹, deben ser eliminadas algunas actividades de la matriz original, fundamentado en su no inclusión en la solución aún ante cambios de valores de las variables aleatorias y evitando que se modifiquen los resultados óptimos sin riesgo. De esta manera se logra reducir el tamaño de la matriz MOTAD a 198 actividades y 145 restricciones. Es importante destacar que el resultado óptimo de los modelos sin riesgo no se modifica al realizar los cambios mencionados a la matriz base.

Por este mismo motivo, los límites de tamaño impuestos por la capacidad de resolución del programa utilizado, los desvíos (o valores aleatorios) considerados se restringieron a 50, considerando a esta cantidad como una muestra suficientemente representativa de las situaciones productivas y de mercado que pueden enfrentarse. La matriz original (base) con el agregado de las 50 actividades y restricciones correspondientes a los desvíos, posee un tamaño de 241 actividades (columnas) y 154 restricciones (filas).

¹⁹ Celdas que pueden ajustarse hasta que se satisfagan las restricciones del problema.

MOTAD minimiza los desvíos (medida del riesgo) para cada nivel de beneficio esperado establecido como deseado.

Se consideran como principales fuentes de riesgo las variables de mercado de comportamiento aleatorio (es decir de valor desconocido y no controlable por el productor), a través de los precios de productos -granos y carne- y del precio de los insumos utilizados para producir y que poseen una mayor incidencia sobre el resultado económico. Además, como el valor de arrendamiento se vincula al precio de la soja, también se considera a éste como una variable riesgosa. La incidencia de las condiciones climáticas es también considerada en función de las variaciones que producen en los rendimientos de los granos y en el suministro de reservas forrajeras como silos y rollos.

El precio de la leche no se considera como una variable de riesgo, sino que se asume como un escenario, entendiéndose por esto, que el precio de la leche es una variable que no fluctúa aleatoriamente. Además al considerarse los cambios en los precios de los otros productos (granos y carne derivada del tambo), como así también de los insumos utilizados, se prevén variaciones en las relaciones de precios, producto-producto e insumo-producto, aleatorias.

El comportamiento de las variables riesgosas se simula a través de la generación de valores aleatorios por la técnica de *hipercubo latino*²⁰, utilizándose para ello el programa @Risk 5.0 para Excel (Palisade Corporation). El número de iteraciones - valores generados para cada variable (50) - presentan un nivel de convergencia tal que las variaciones en la media y la desviación estándar son inferiores al 1,5%. La forma de distribución de probabilidades elegida es la triangular para todas las variables consideradas, excepto las condiciones agroclimática de cada año sobre la producción forrajera que se considera como discreta. Se eligen estas distribuciones porque describen la asimetría característica de las funciones cuyo comportamiento se pretende simular. Además, permiten elaborar series de una manera sencilla conociendo los parámetros que caracterizan a la variable en cuestión. Las variables de distribución triangular quedan definidas a partir de los valores máximo, mínimo y modal (o más frecuente)²¹; en tanto que la condición agroclimática por la probabilidad de

²⁰ Este método de muestreo, alternativo al tradicional Montecarlo, consiste en un esquema estratificado que permite aumentar la velocidad de convergencia de las distribuciones simuladas y la distribución teórica sobre la que se basa la muestra (Vose, 1996). La cantidad de iteraciones necesarias para conseguir el mismo nivel de precisión es menor.

²¹ Estos pueden ser obtenidos a partir de series históricas o de informantes calificados.

ocurrencia de años muy desfavorables, desfavorables o normales para la producción forrajera, como se detalla más adelante.

Los parámetros máximos y mínimos de precios de compra y venta de ganado se obtienen de series elaboradas a partir de datos proporcionados por la Cooperativa Guillermo Lehmann y del Mercado de Liniers. Para el caso de los granos, los precios históricos provienen de la Cámara Arbitral de Cereales de Bolsa de Cereales de Rosario. En el caso del algodón para consumo animal, la serie proviene de la Cámara Algodonera Argentina; la serie de precios del balanceado 16% se obtiene de la serie de precios agropecuarios de AACREA. Los precios históricos de los demás alimentos concentrados (sustituto lácteo, balanceado iniciador, balanceado de recría, granos de maíz, granos de sorgo secos de propia producción, balanceado preparto, porotos de soja y sojilla) se calculan a partir de las series de precios de los productos que les dan origen (principalmente granos de maíz, sorgo y soja en el caso de los balanceados, y leche en el caso del sustituto lácteo). En todos los casos, se trabaja con series de precios que comprenden el periodo 2000-2011²², actualizadas mediante el índice de Precios Internos Mayoristas Nivel General (IPIMNG) correspondiente a agosto de 2011. En la Tabla 3 se muestran los precios utilizados en cada caso.

Tabla 3. Precios considerados para productos e insumos (alimentos)

Precios agricultura			
	Máximo	Mínimo	Más probable
Maíz (\$/qq)	95	23	53
Soja (\$/Kg)	165	40	103
Sorgo (\$/qq)	86	16	42
Trigo (\$/qq)	114	26	63
Precios ganadería			
	Máximo	Mínimo	Más probable
Ternero estaca (\$/Kg)	8,66	3,25	6,00
Ternero descalostrado (\$/Kg)	10,24	3,84	7,10
Ternera estaca (\$/Kg)	9,72	4,77	7,10
Vaquilla R1 (\$/Kg)	8,21	4,03	6,00
Vaquillonas preñadas adelantadas (\$/cab)	7963	5257	6925
Vaquillonas R2 (\$/cab)	3856	2545	3353
Vaca consumo (\$/cab)	6639	2484	4826
Vaca conserva (\$/cab)	4943	1440	3040

²² En el caso de la ganadería, se eliminan los picos de precios del año 2010, porque desvirtúan el análisis.

Tabla 3 (cont.). Precios considerados para productos e insumos (alimentos)

Precios insumos tambo (alimentos concentrados)			
	Máximo	Mínimo	Más probable
Algodón (\$/Kg)	0,77	0,16	0,48
Sust. Lácteo (\$/bol)	405	93	221
Bal. Inic (\$/Kg)	1,76	0,44	1,05
Bal. R1 (\$/Kg)	1,36	0,34	0,81
Maíz (\$/Kg)	0,84	0,21	0,47
Sorgo (\$/Kg)	0,75	0,14	0,37
Sojilla (\$/Kg)	1,28	0,31	0,80
Expeller Sj (\$/Kg)	1,71	0,42	1,07
Bal. parto (\$/Kg)	1,70	0,32	0,84

Los valores máximos y mínimos de rendimiento de cultivos agrícolas son consultados a ingenieros agrónomos, agricultores y contratistas²³ que se desempeñan en el departamento, considerando la tecnología promedio utilizada, que es la misma que se propone en el modelo base. En la Tabla 4 se informan los rendimientos utilizados máximos, mínimos y más probables de cada cultivo.

Tabla 4. Rendimientos máximos, mínimos y más probables de cultivos agrícolas

	Máximo	Mínimo	Más probable
Maíz (qq/ha)	140	12	75
Soja 1 (qq/ha)	51	3	32
Soja 2 (qq/ha)	5	48	25
Sorgo (\$/qq)	81	35	60
Trigo (\$/qq)	56	1	38

Debido a que el modelo MOTAD no admite la consideración de variaciones en los coeficientes técnicos, la aleatoriedad del uso de las reservas forrajeras se incluye asumiendo que, bajo condiciones climáticas adversas (año malo y año muy malo), podría necesitarse aumentar el suministro de los mismos en las proporciones que mencionan algunos productores consultados. En años malos, el uso de rollos y silos aumenta entre 30 y 50% y en años muy malos entre 80 y 100%. Esta proporción se traslada a los costos de confección de cada uno, resultando los valores que se muestran en la Tabla 5. En este caso, la simulación se realiza a partir de una función discreta debido a que los datos utilizados son finitos²⁴. Según los productores

²³ que prestan servicios de cosecha.

²⁴ A modo de aclaración: Lo que se simula es el comportamiento del año. El valor que toman las funciones objetivos de los forrajes depende del valor que tome el año. De esta manera, los forrajes conservados quedan totalmente correlacionados: el año que es malo, es malo para todas las alternativas, es decir, todas son más caras (en realidad se aporta una mayor cantidad y por lo tanto es más cara).

consultados al respecto, en un ciclo de 10 años: 1,5 años son muy malos, 4 años son malos y 4,5 años son normales.

Tabla 5. Incremento del costo de las reservas de acuerdo al año

	Año normal	Año malo	Año muy malo
Rollo alfalfa (\$/rollo)	70	98	133
Rollo Moha (\$/ha)	818	1145	1554
Rollo Avena (\$/ha)	835	1169	1587
Silo alfalfa (\$/bolsa)	28630	40082	54395
Silo maíz (\$/ha)	2634	3688	5005
Silo sorgo (\$/ha)	2265	3171	4303

Tanto para precios como para rendimientos, el valor más frecuente ó modal considerado en el año normal, es el mismo que se usa para formular las matrices de programación lineal del escenario base.

Si existe alguna relación entre las variables ésta debe ser incluida en el modelo a fin de que los valores muestreados reflejen esa relación. La inclusión de la correlación de los precios modifica los resultados porque evita la creación de situaciones que en la realidad no se observan. A fin de determinar si los precios de algún par de variables tienden a variar conjuntamente²⁵, se realiza un análisis de correlación de los precios de los principales productos. En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos. Como se puede ver, la correlación entre los precios de los principales productos es muy importante; en prácticamente todos los casos el coeficiente R^2 es positivo y supera el valor de 0,5 (excepto en el caso del precio de las semillas de algodón versus los precios de vacas conserva y consumo, novillitos, novillos y terneras).

Una vez obtenidos los 50 desvíos correspondientes a cada una de las variables riesgosas, considerando la correlación existente entre las variables, se vuelcan en la matriz que modela a cada uno de los tres tamaños de tambos, y se corren los modelos tantas veces como número de parametrizaciones de los márgenes brutos totales se realicen, que suman en total 25. Las mismas se establecen reduciendo sucesivamente el beneficio esperado 0,25% a partir del máximo valor alcanzable

De esta manera, para cada uno de los tres modelos representados (tambos grandes, medianos y pequeños), se obtienen 25 combinaciones eficientes de

²⁵ Es decir, para determinar si los valores altos de una de las variables tienden a estar asociados con los valores altos de otra (correlación positiva), si los valores bajos de una de las variables tienden a estar asociados con los valores bajos de otra variable (correlación negativa), o si los valores de las variables tienden a no estar relacionados (correlación con tendencia a cero).

actividades en términos de riesgo - retorno esperado; es decir que, para cada nivel de beneficio esperado, minimizan la desviación absoluta total. La corrida denominada MOTAD 1 corresponde al máximo margen bruto total que se puede obtener, sin considerar el riesgo.

Las 25 combinaciones eficientes de actividades obtenidas para cada tamaño de tambo, permiten elaborar las respectivas fronteras de eficiencia E-A (MB-A), asegurando que la variabilidad sea mínima en cada nivel de beneficio esperado (E).

Tabla 6. Coeficientes de correlación entre los precios de los principales productos

	Litro de leche (\$/l)	Maíz (\$/ton)	Soja (\$/ton)	Sorgo (\$/ton)	Trigo (\$/ton)	Vaca conserva (\$/kg)	Vaca consumo (\$/kg)	Novillito Holando Argentino (\$/kg)	Novillo (\$/kg)	Ternera (\$/kg)	Algodón (\$/Kg)	Balanceado 16% (\$/ton)
Litro de leche (\$/l)	1											
Maíz (\$/ton)	0,83	1										
Soja (\$/ton)	0,78	0,82	1									
Sorgo (\$/ton)	0,82	0,96	0,83	1								
Trigo (\$/ton)	0,67	0,88	0,74	0,85	1							
Vaca conserva (\$/kg)	0,84	0,67	0,68	0,67	0,65	1						
Vaca consumo (\$/kg)	0,84	0,66	0,72	0,68	0,65	0,98	1					
Novillito Holando Argentino (\$/kg)	0,82	0,67	0,66	0,68	0,56	0,95	0,96	1				
Novillo (\$/kg)	0,78	0,64	0,54	0,62	0,33	0,92	0,94	0,97	1			
Ternera (\$/kg)	0,75	0,58	0,47	0,58	0,22	0,89	0,91	0,97	0,98	1		
Algodón (\$/Kg)	0,61	0,69	0,74	0,67	0,67	0,35	0,34	0,26	0,20	0,18	1	
Balanceado 16% (\$/ton)	0,85	0,83	0,81	0,85	0,70	0,67	0,70	0,72	0,68	0,66	0,72	1

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de frontera de eficiencia E - A. Un conjunto de actividades ubicadas por encima y a la izquierda de la frontera, no son factibles²⁶. Por

²⁶ Porque el nivel de eficiencia se logra sobre la frontera.

debajo y a la derecha de la frontera están dominados por los que se encuentran sobre la frontera.

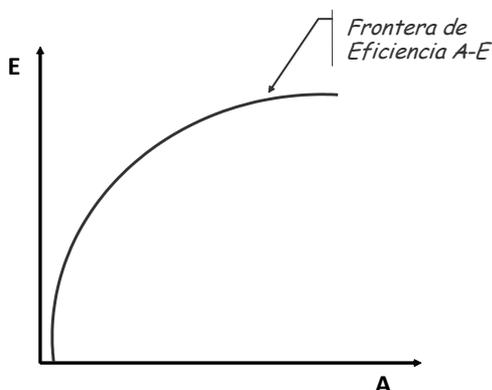


Figura 1. Representación de la Frontera de Eficiencia E - A

La elección de alternativas sobre la frontera de eficiencia depende del nivel de aversión al riesgo del productor. Cualquier alternativa por debajo de la frontera puede ser llevada a una situación de mejor beneficio, manteniendo el riesgo constante o viceversa. Para un mismo nivel de beneficio esperado (E), los puntos ubicados más cerca de la frontera son los que poseen menor desvío, por lo tanto menor riesgo.

MOTAD minimiza los riesgos, sujeto a determinado beneficio esperado. Por ello, a valores relativamente bajos de riesgo, tiende a seleccionar combinaciones sin coherencia técnica ni económica porque son retenidas actividades que bajan el beneficio total o dejan de utilizarse recursos para cumplir con el valor parametrizado.

La decisión comienza a depender del grado de aversión al riesgo del decisor solo en conjuntos de alternativas seleccionadas en las que un mayor beneficio esperado implique, también, asumir un mayor riesgo (menor "piso" L). En ese caso la disyuntiva es elegir entre un conjunto de alternativas de mayor beneficio esperado pero mayor riesgo, ó uno de menor beneficio esperado pero también menor riesgo. Esto lleva a descartar conjuntos de alternativas que generan niveles muy bajos de riesgo pero también de beneficio esperado, porque existen conjuntos que ofrecen mayor beneficio y también mayor piso. Es decir, Baumol no considera el riesgo en términos de varianza sino del piso que se asegura el decisor.

Entonces, el criterio de decisión de Baumol permite restringir el conjunto de alternativas eficientes, considerando como relevantes aquellas combinaciones de alternativas que ofrecen un mayor valor esperado (E) y, a la vez (dentro de un

determinado nivel de confianza) un menor valor mínimo o piso (L). Conjunto de alternativas que ofrezcan mayor beneficio esperado y mayor mínimo (L), claramente dominan (será preferidos por todo decisor) a planes con igual o menor beneficio y también menor mínimo (L).

Este criterio establece el límite o frontera E - L, cuyo desarrollo matemático corresponde a:

$$L = E - k * \sqrt{\sigma}$$

Dónde: L es el límite de un intervalo de confianza para los beneficios

E es el beneficio esperado, o margen bruto en este trabajo.

k es una constante que depende de la actitud hacia el riesgo. En este caso K es igual a 2.

σ es la varianza, por lo tanto $\sqrt{\sigma}$ equivale al desvío estándar.

En el criterio de decisión de Baumol, un conjunto de alternativas B es dominado por otro conjunto A si se verifica que: $L(A) \geq L(B)$, para un mismo nivel de k.

Por lo tanto, la fórmula utilizada para el cálculo de L en este trabajo es:

$$L = MB - 2 * DS$$

CAPÍTULO 3

Este capítulo se divide en dos partes. En el primer apartado se realiza una breve descripción de las características agroeconómicas del departamento bajo estudio, reconociendo a las mismas como primeras determinantes de la competitividad y sustentabilidad de los establecimientos agropecuarios. En el resto del capítulo se describen los tres modelos de tambos representativos de la zona, que fueron denominados, por su tamaño medido en producción de leche diaria y superficie: Tambo Grande, Tambo Mediano y Tambo Pequeño.

3.1. Caracterización agroeconómica del departamento Las Colonias

3.1.1. Importancia de la lechería en el departamento Las Colonias

Según datos del Ministerio de la Producción de Santa Fe (2008)²⁷, esta provincia ha sido y es la primera productora de leche de Argentina, participando aproximadamente en un 30 % de la producción nacional. Castellano et al. (2009) informan que Santa Fe es la provincia que concentra el mayor número de tambos del país (predominando los establecimientos ubicados en el estrato de 100 a 500 cabezas), ocupa el primer lugar si se considera el índice de productividad individual de los animales (con un promedio de 16,4l/VO-día), y es la tercera provincia en importancia por la concentración de industrias lácteas (concentra el 19% de las industrias existentes en el país, luego de Córdoba y Buenos Aires, que concentran respectivamente 38% y 33%).

Las Colonias posee una importancia fundamental en la lechería de Santa Fe y del país. Junto a los departamentos Castellanos, San Cristóbal y San Martín conforman la Cuenca Lechera Central Santafesina²⁸, y con el oeste de Córdoba componen la Cuenca Lechera Central del país, que es la más grande de Latinoamérica (según información publicada por el Ministerio de la Producción de Santa Fe). La Cuenca Santafesina, a pesar de reunir los tambos más chicos en superficie, posee la mayor carga ganadera y la mayor utilización de pastos para la alimentación animal. En las

²⁷ Cadena Láctea Santafesina. Plan Estratégico, 2008. Ministerio de la Producción, Gobierno de Santa Fe. Link:<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/68953/334845/file/descargar.pdf>

²⁸ Una cuenca lechera es un área rural donde se concentra y predomina la producción de leche por sobre otras actividades agropecuarias.

mismas predomina la combinación del tambo con otras actividades agropecuarias (Canitrot; Iturregui, 2011).

La Cuenca Lechera Central Santafesina, concentra más del 75% de los tambos y de las vacas de la provincia; los departamentos Castellanos y Las Colonias participan, además, con algo más del 50 % de la producción y dotación de vacas lecheras (Castignani et al., 2008)

Si se toma como referencia el periodo comprendido entre los años 2000-2010, como puede observarse en la Figura 2, el departamento Las Colonias es predominantemente ganadero, a pesar de haber sufrido el fenómeno de agriculturización, que se produjo y aún se produce en todo el país, por el cual parte de la superficie ganadera fue ocupada por la agricultura. La superficie denominada “Otros” en el mismo gráfico, agrupa actividades con menor importancia relativa (de acuerdo a la superficie que ocupan) y que en las Encuestas Ganaderas se denominan como “Montes Forestales y Frutales”, “Granja, Floricultura, Horticultura y otras” y “Superficie de desperdicio”.

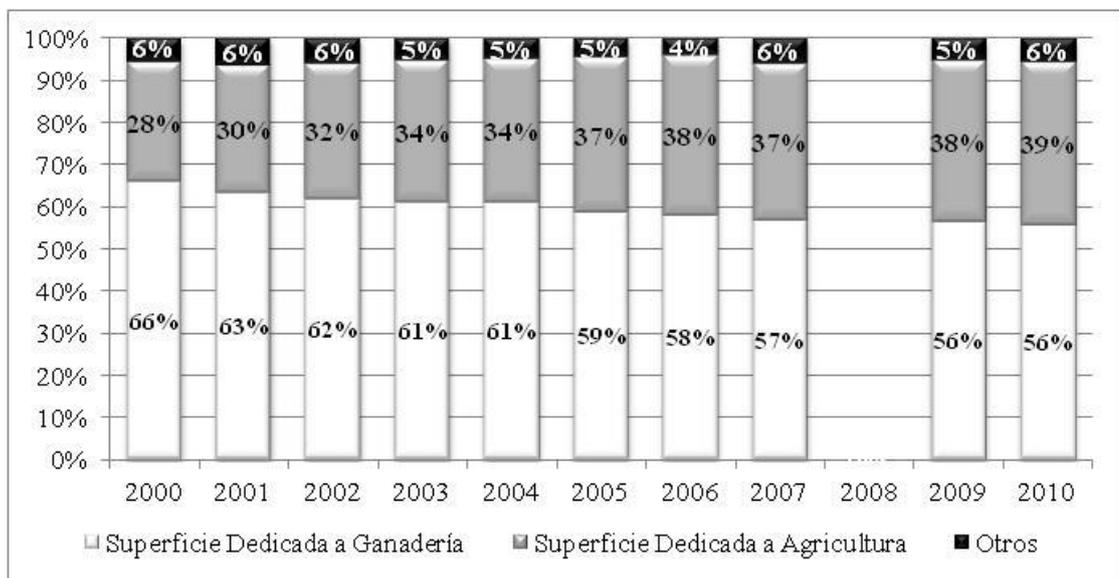


Figura 2. Ocupación del suelo del departamento Las Colonias. Período 2000-2010²⁹

En el mismo periodo considerado y fuente utilizada, en promedio, el 49% de los animales corresponden a la actividad tampera, el 33% son animales de invernada y el 18% de cría, es decir, aproximadamente la mitad de las cabezas del departamento componen rodeos lecheros. Las Colonias concentra en promedio, en la década

²⁹ Fuente. Elaboración propia en base a datos del Ministerio de la producción de Santa Fe (Encuestas Ganaderas).

considerada, el 22% de la leche producida en la provincia, el 21% de las vacas totales y entre el 26% y 27% de los tambos de Santa Fe.

Por último, es menester remarcar la importancia relativa del sector lácteo en cuanto a la demanda de mano de obra directa e indirecta, en la economía de las localidades del departamento y de la región. Según Terán (2009), en la provincia de Santa Fe se generan, en promedio, entre 2 y 3 puestos de trabajo en forma directa por tambo, considerando que en la gran mayoría toda la familia trabaja o colabora en la actividad.

3.1.2. Aspectos Socioeconómicos

El departamento Las Colonias está ubicado en el centro de la provincia de Santa Fe. Políticamente, está dividido en 37 distritos. Su capital, es la ciudad de Esperanza, conocida por ser la primera colonia agrícola organizada del país. Posee una superficie total de 6439 Km², lo que representa un 4,8% de la superficie provincial. Cuenta con una población total de 106761 habitantes (16,6hab/Km²), es decir, un 3,3% de la población provincial³⁰. El departamento cuenta con una red de rutas importantes y caminos, que permiten el transporte de la producción y unen grandes centros de consumo. La Ruta Provincial N°70, la vía de comunicación terrestre de mayor importancia, atraviesa el departamento de oeste a este vinculando importantes ciudades como Santa Fe, la capital provincial, ubicada en el departamento La Capital, y Rafaela, capital del departamento Castellanos. Se destacan, también, las Rutas Provinciales N° 10 y N° 6.

La agricultura y la ganadería (de leche y carne) constituyen las actividades productivas más importantes del departamento. Como se mostrara en la Figura 2, según la Encuesta Ganadera de la provincia de Santa Fe³¹, en promedio del período comprendido entre 2000 y 2010, el 60% de la superficie total trabajada se destina a ganadería (tambo, invernada y cría), el 35% a agricultura y el resto a otras actividades. Considerando el mismo período, el 30% de las empresas agropecuarias existentes en Las Colonias son establecimientos tamberos, y el 49% de las cabezas vacunas conforman rodeos de tambo. Con respecto a la agricultura, y de acuerdo a la superficie agrícola que ocupan, los principales cultivos de verano (tomando un promedio del

³⁰ Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda, 2010

³¹ Fuente: Instituto Provincial de Estadísticas y Censos. Encuesta por convocatoria. Informa sobre la existencia de ganado vacuno, porcino, caprino, lanar, caballar e invernada; actividad tampera, avícola; apícola; mortandad; destino de la tierra. La cobertura de los productores agropecuarios a nivel provincial según la encuesta ganadera es alrededor del 60% con respecto al registro provincial de productores agropecuarios (RPPA). Los datos informados son un promedio del período

periodo 2001-2009) son la soja (aproximadamente el 70% de la superficie agrícola), y el maíz (15% de la superficie respectivamente); en tanto que el trigo es el cultivo de invierno que mayor superficie sembrada manifiesta. Con respecto a la ganadería de carne vacuna, el 33% de las cabezas del departamento corresponde a animales de invernada y el 18% a animales de cría.

Con respecto al tamaño de las explotaciones agropecuarias (EAPs) existentes en el departamento, la Tabla 7 permite ver que una gran cantidad de productores operan pequeñas superficies. Según el Censo Nacional Agropecuario 2002, última fuente de datos censales disponible, el 66% de las EAPs posee 200 ha o menos. Esto se debe a la forma de colonización que tuvo el departamento³².

Tabla 7. Cantidad de EAPs y Superficie por estrato. Departamento Las Colonias

Estratos ha	EAPs		Superficie total		Superficie media
	casos	%	ha	%	ha
≤ 50	373	18	10707	2	29
> 50 ≤ 100	451	21	34402	6	76
> 100 ≤ 200	565	27	81944	14	145
> 200 ≤ 500	480	23	149210	25	311
> 500 ≤ 1000	151	7	105938	17	702
> 1000 ≤ 2000	76	4	103437	17	1361
> 2000 ≤ 7500	24	1	77545	13	3231
> 20000	2	0,09	43271	7	21636
Total	2122	100	606454	100	

Con respecto al régimen de tenencia de la tierra³³, en el departamento Las Colonias existen 2122 EAPs. El 44% de las mismas posee la totalidad de la superficie bajo un régimen de propiedad o sucesión, el 15% posee la totalidad de su superficie bajo contratos de arrendamiento y el 1% bajo otras formas de tenencia (aparcería, contratos accidentales, ocupación con o sin permiso, etc.). Por otra parte, el 34% de las EAP posee una combinación de tierra en propiedad o sucesión indivisa con arrendamiento y el 5% de las EAP combinan tierra en propiedad o sucesión indivisa

³² El 15 de junio de 1853, el ministro de Gobierno de la Provincia de Santa Fe, Manuel Leiva, en representación del gobernador, Domingo Crespo, y el empresario salteño, Aarón Castellanos, firmaron el Contrato de Colonización Agrícola bajo el sistema de "subdivisión de la propiedad" que otorgaba una concesión de tierra a cada familia colonizadora. Fuente <http://www.e-esperanza.gov.ar/historia.php>

³³ El régimen de tenencia de tierras puede ser: Propiedad, ó por contratos de arrendamiento ó aparcería. Propietario, posee un título válido de dominio sobre la tierra, o se ejerce plena posesión. Arrendatario. A los fines censales, se define como el contrato verbal o escrito en virtud del cual se adquiere el uso y goce de la tierra mediante el pago de una determinada cantidad de dinero. Aparcería es el contrato verbal o escrito por el cual se adquiere el uso y goce de la tierra mediante el pago de una proporción ó porcentaje de la producción.

con aparcería, contratos accidentales u otro tipo de combinación.³⁴ Se desprende de esto que las principales formas de tenencia de la tierra son por propiedad o sucesión, por arrendamiento, o por una combinación de ambas; el resto de las formas de tenencia no son tan frecuentes.

Considerando las posibilidades de comercialización de la producción, se destaca la riqueza institucional del departamento en relación a la actividad agropecuaria en general. Existen numerosas agroindustrias, tales como frigoríficos, productoras de aceite de soja, de cervezas, de conservas y frutas, de dulces, de gluten, de pallets y embalajes, por mencionar a algunas; como así también proveedores de insumos y servicios, entre los que se destacan importantes cooperativas, agronomías regionales y forrajerías, acopiadores de granos, consignatarios de hacienda, contratistas rurales, transportes de hacienda, secado de granos, vendedores de maquinarias agrícolas, equipamientos y herramientas para el agro, y muchas otras.

Con respecto al sector industrial, en la provincia de Santa Fe, se concentra el 19% de las industrias lácteas del país³⁵; además son las que presentan mayor capacidad de procesamiento y de tamaño de planta promedio, orientándose a la exportación de commodities. Junto a las de Córdoba son las que poseen mayor especialización en quesos (Canitrot; Iturregui, 2011). Particularmente, en Las Colonias, en octubre de 2010, asciende a 28 el número de plantas procesadoras de leche, aunque la concentración del procesamiento es muy importante³⁶.

Entre las instituciones públicas relacionadas al sector agropecuario se encuentran la Facultad de Ciencias Agrarias y la Facultad de Ciencias Veterinarias, la agencia de extensión agropecuaria de INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y la Sociedad Rural de Las Colonias (ubicadas en Esperanza), la Sociedad Rural de San Carlos, la Asociación de Productores de Santa Clara, entre otras.

³⁴ Fuente: Censo Nacional Agropecuario 2002.

³⁵ El dato que refiere a la proporción de Industrias lácteas en la provincia, corresponde al año 2009.

³⁶ Fuente: Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe - Dir.Gral.de Sanidad Animal - Departamento de Lechería - Plantas Lácteas. Sistema de Inspecciones

3.1.3. Aspectos Agroecológicos

3.1.3.1. Caracterización de los suelos y aptitud de las tierras

El departamento está dividido, en sentido longitudinal, en dos regiones naturales bien definidas: hacia el oeste, se encuentran los Bajos Submeridionales y hacia el este, la denominada Pampa Llana Santafesina. Junto al departamento Castellanos conforma la Zona Agroeconómica Homogénea (ZAH) Roca (Engler et al., 2009)

La Pampa Llana Santafesina se caracteriza por tener un relieve predominantemente normal-subnormal, con planos extendidos muy suavemente ondulados, de largas pendientes y gradientes menores al uno por ciento, exceptuando algunos sectores aledaños al Río Salado, donde se observa un relieve ondulado de pendientes más pronunciadas. El drenaje de la zona es bueno, no obstante existen algunas cubetas, como producto del relieve poco acentuado. La vegetación natural está compuesta por especies como *Stipa neesiana* y *S. hialina*, *Bromus unioloides*, *Setaria genniculata*, *Paspalum dilatatum*, *P. urvillei* y *P. elongatum*, en los sectores bien drenados. En los sectores algo deprimidos y frecuentemente encharcables, con suelos de cierta afectación de sales y álcalis, existen montes de chañares (*Geoffroea decorticans*), ñandubay (*Prosopis algarrobilla*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), algarrobo negro y blanco (*Prosopis nigra* y *P. alba*), cina-cina (*Parkinsonia aculeata*). Debajo de estos montes se encuentran hierbas halófitas, compuestas por *Chloris halophila*, *Ch. polydactyla*, *Diplanchna* sp., *Hordeum* sp., *Paspalum lividum alcalinum*, *Sporobolus poiretti*, *S. pyramydatus*, *Melilotus* sp., *Spartina argentinensis*, etc. Por último, en los relieves cóncavos de anegamiento periódico y con suelos salinos-alcálicos, la vegetación predominante está compuesta por espartillo (*Spartina* sp.), pelo de chancho (*Distichlis* sp.) y salicornia (*Salicornia* sp.)³⁷

El sector occidental del departamento, corresponde a la región de los Bajos Submeridionales. Esta zona está constituida por una sucesión de cañadas interrumpidas por lomadas bien drenadas de extensión variable. Se trata de un paisaje plano extendido, de relieve subnormal a subnormal-cóncavo, con numerosas vías de escurrimiento poco definidas, compuestas por una sucesión de cubetas de lento drenaje y frecuentemente encharcables. Existe una serie de arroyos y vías de

³⁷ Fuente: Mosconi et al. (1981).

escurrimiento que facilitan el desagüe de la zona. La vegetación natural de la zona está compuesta por espartillares (*Spartina argentinensis*) asociados a *Stipa neesiana*, *Sporobolus pyramidatus*, *Chloris virgata*, *Ch. gayana*, *Ch. halophila*, *Eriochloa montevidensis*, *Panicum bergii*, *Cynodon dactylon*, *Melilotus indicus*, etc. En las partes algo mejor drenadas, existen isletas de chañares (*Geoffroea decorticans*) y, en menor escala, ñandubay (*Prosopis algarrobilla*) cina-cina (*Parkinsonia aculeata*) y algunas especies de *Opuntia*³⁸.

Los suelos del departamento son de origen loésico (deposición por vientos) o limo-loésicos (deposición por viento y agua). En los valles de los arroyos Cululú, Las Prusianas y otros menores, pueden localizarse materiales netamente limosos. Se reconocen suelos Argiudoles en áreas suavemente onduladas, y Argialboles en relieves muy suavemente ondulados a planos. En zonas de cañadas, los Natracuafs son los más representativos, junto con Aluviales con predominante saturación por sodio³⁹.

Considerando la aptitud agrícola, se trata de tierras con un nivel de riesgo productivo bajo o medio; su aptitud productiva es alta o media. Con manejos adecuados pueden lograrse rendimientos altos. Las tierras de aptitud agrícola alta o media, pueden tener capacidad de uso I, II, III o IV. Las que corresponden a clases de capacidad de uso I y/o II poseen un índice de productividad igual o mayor a 70. Las que tienen capacidad de uso clase III, un índice de productividad entre 55 y 70, y aquellas con capacidad de uso clase IV, un índice de productividad de 40 a 55. Con respecto a la distribución de los diferentes tipos de suelos en el departamento, existen distritos totalmente conformados (en un 100% de su superficie) por suelos de alta o media aptitud agrícola; en el otro extremo, aquellos cuyo porcentaje es solo del 25% y el resto de su superficie está compuesto por tierras de menor aptitud.

El mapa presentado en la Figura 3 permite observar la distribución de los suelos según su capacidad productiva dentro del departamento.

³⁸ Mosconi et al. (1981)

³⁹ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Suelos y Aguas, Departamento de Suelos, Santa Fe (1977)

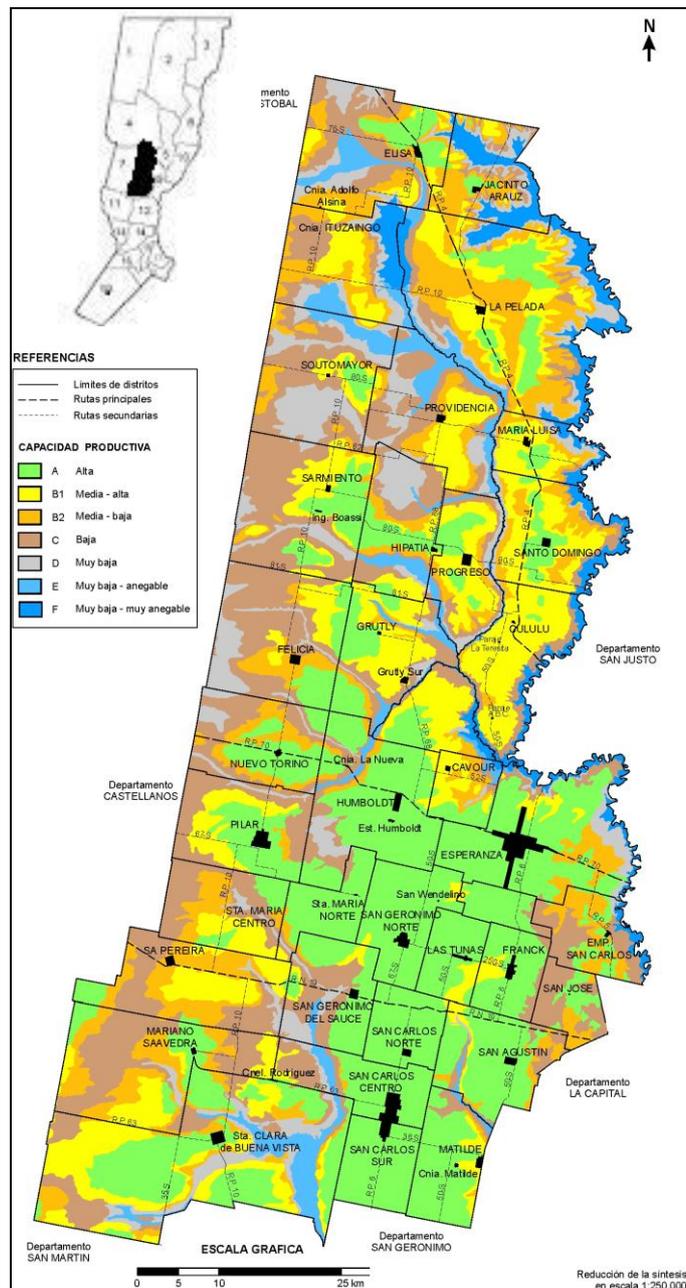


Figura 3. Capacidad productiva de las tierras para uso agrícola del departamento Las Colonias⁴⁰.

3.1.3.2. Caracterización del clima

La temperatura media anual de Las Colonias oscila entre los 17°C y 19°C, el período de heladas se extiende desde mayo a septiembre. El clima es sub-húmedo, con una precipitación media anual variable entre 900 mm y 1000 mm. Los déficits

⁴⁰ Fuente: Sapino et al., 2001.

hídricos se manifiestan, por lo general, durante junio, julio y agosto. Los vientos preponderantes de la zona son los alisios del sureste, cálidos y húmedos, que penetran como vientos del noreste por la acción de rotación que les imprime el anticiclón del Atlántico. Otros vientos que se presentan con relativa frecuencia en la zona son el Pampero, la Sudestada, y el Norte.

A modo de conclusión de esta primera parte del capítulo, se destaca que las características agronómicas del departamento determinan un amplio rango de posibilidades de producción agropecuaria. Esta fortaleza es acompañada, de manera positiva, por los sectores industriales y de servicios relacionados a este tipo de producciones convirtiéndose, el conjunto, en uno de los motores principales del crecimiento económico de la región.

3.2. Identificación y caracterización de los modelos productivos zonales

En esta segunda parte del capítulo tres se realiza una caracterización de los establecimientos tamberos identificados en el departamento en estudio.

Los tambos del departamento Las Colonias presentan una notable heterogeneidad respecto a sus condiciones estructurales, a la cantidad, tipo y organización de sus recursos, a las formas de dirección de la empresa e incluso en aquellos aspectos que repercuten en la intensificación de las distintas actividades que se desarrollan en los mismos. Esta importante diversidad imposibilita, prácticamente, la “modelización” de una empresa “promedio” de la zona. Procurando superar esta dificultad, se conforman tres modelos de producción lechera “representativos” del departamento, los que son presentados en los puntos siguientes.

3.2.1. Identificación y estratificación de establecimientos tamberos del Departamento

Según datos del Departamento de Lechería del Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe, en el año 2008 el departamento Las Colonias concentra el

25,4% de los tambos de la Provincia. Este porcentaje representa en el año mencionado un total de 1118 tambos.

Como se mencionara en la metodología, utilizando datos proporcionados por el Instituto Provincial de Estadísticas y Censos, se realiza una clasificación de los tambos del departamento; para ello se proponen dos criterios: volumen de producción de leche diaria (l/día) y superficie del establecimiento (ha).

A partir de los datos y los criterios mencionados, se elaboran dos histogramas de frecuencias de tambos; uno refleja el porcentaje de tambos grandes, medianos o pequeños, de acuerdo a la producción diaria de leche y el otro representa lo mismo que el anterior, pero en este caso considerando la superficie total (Figura 4). Como se puede ver en los gráficos, existe un claro predominio de tambos pequeños y medianos por sobre los grandes.

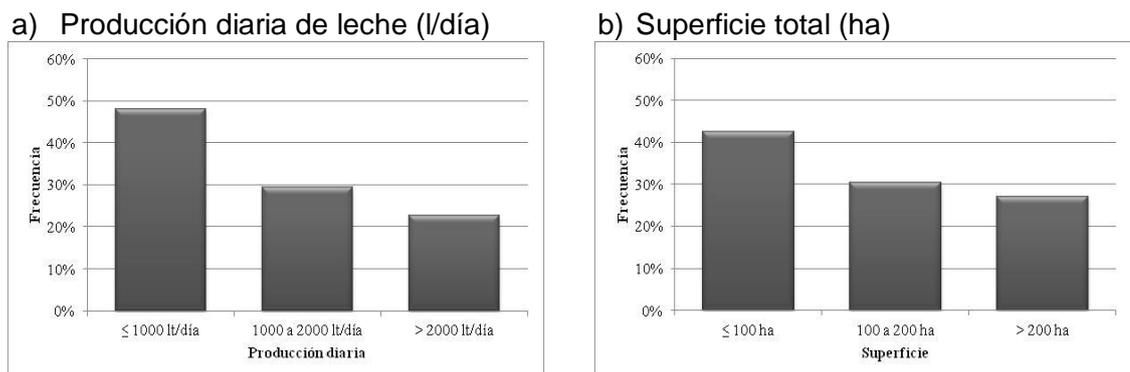


Figura 4. Agrupamiento de los 1118 tambos del departamento Las Colonias de acuerdo a la producción diaria y la superficie total⁴¹.

Para caracterizar los sistemas identificados en el departamento, se utilizan (como se mencionara en Materiales y Métodos) datos provenientes de una encuesta que realizó el departamento de producción primaria de MILKAUT S.A. a sus productores en el año 2008; a partir de esta información se elabora una base de datos que contiene datos productivos y de la organización, que se valida y completa con información recolectada mediante entrevistas a ingenieros agrónomos y veterinarios, que se desempeñan en el departamento, tanto en el ámbito privado como en el público.

⁴¹ Fuente. Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Instituto Provincial de Estadística y Censos de Santa Fe.

Los criterios determinantes que se aplican a la base de datos, para determinar si un tambo es grande, mediano o pequeño, son: el volumen de producción de leche diario (l/día) y la superficie del establecimiento (ha). Entonces, se considera que un “Tambo Pequeño” es aquel que entrega menos de 1000 litros por día y posee menos de 100 hectáreas, “Tambo Mediano” es el que entrega entre 1000,1 y 2000 litros por día y posee entre 100,1 y 200 hectáreas, y se denomina “Tambo Grande” a aquel que entrega más de 2000,1 litros por día y posee más de 200,1 hectáreas. En el caso de que un tambo no pueda ubicarse dentro de una de las tres tipologías elaboradas, porque no coinciden los dos criterios utilizados, el criterio que define si el mismo es grande, mediano o pequeño, es su producción diaria. Por lo tanto, la base de datos queda conformada por 135 tambos pequeños, 70 tambos medianos y 35 tambos grandes (56%, 29% y 15%, respectivamente). Es decir, la muestra sigue la tendencia de la población del departamento (el tamaño de cada uno de los estratos de la muestra es proporcional al tamaño de cada estrato de la población). La caracterización de los tambos se realiza considerando variables relacionadas con la estructura, la eficiencia productiva, el manejo y la tecnología.

3.2.2. Caracterización establecimientos tamberos zonales

A fin de realizar una descripción cuali y cuantitativa de las características estructurales, productivas y de manejo de los tres grupos de tambos identificados en la zona de estudio, se elaboran distintos tipos de indicadores. Estos indicadores hacen referencia a:

- Estructura productiva (superficie total y por tipo de actividad, régimen de tenencia de la tierra, cantidad de vacas (totales y en ordeño), producción total diaria de leche, mano de obra ocupada y relación mano de obra familiar sobre mano de obra total)
- Eficiencia productiva (productividad de la tierra y sus determinantes - carga animal, producción individual de leche y eficiencia reproductiva- e indicadores de productividad de la mano de obra)
- Manejo (uso del suelo, tecnologías y prácticas utilizadas)

3.2.2.1. Tambos grandes

3.2.2.1.1. Indicadores de estructura productiva

En la Tabla 8 se consignan los indicadores de estructura de mayor relevancia, calculados en base al promedio de los 35 casos encuadrados en la denominación “tambos grandes”.

Tabla 8. Indicadores de estructura productiva de tambos grandes

	Unidades	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío S.	CV
Sup. Total ⁴²	ha	273	1.036	100	194	71%
Sup. Arrendada	ha	99	670	0	136	137%
	% de la sup.	34	100	0	37	
Sup. Tambo	ha	150	277	80	50	33%
Sup. Agricultura	ha	24	48	0	50	208%
Sup. Ganadería	ha	52	200	0	53	102%
Vacas en ordeño	cab	145	250	95	36	25%
Vacas totales	cab	182	330	114	50	27%
Producción diaria de leche	l/día	2.805	4.859	2.042	720	26%
Mano de obra	EH	3,38	6,36	1,7	1,16	34%
Total	% MO familiar	24	100	0	22	

La superficie promedio de estos sistemas productivos es 273ha, considerando la superficie propia más la arrendada. El análisis de la dispersión de los valores respecto a la media (medidos a través del desvío estándar -Desvío S.-) evidencia valores de superficie total ubicados entre 100 y 1036 ha; si bien sólo poco más de la mitad de los casos (54%) superan las 200 ha. El 46% restante de los casos opera entre 100 y 200 ha, es decir, se encuentran por debajo del criterio establecido para ser considerados “tambos grandes” pero, debido a su producción diaria de leche (y de acuerdo a lo preestablecido al respecto), son considerados dentro de este grupo y denominados de esta manera.

En cuanto al régimen de tenencia de tierra, se producen tres situaciones particulares: en 13 de los 35 “tambos grandes” (37% de los casos) la superficie trabajada es totalmente propia, 5 (14%) operan sobre superficie completamente arrendada; el 49% restante arrienda, al menos, un cuarto de la superficie total

⁴² La diferencia existente entre la superficie promedio total y la suma de la superficie promedio destinada a cada actividad (46 ha) se debe a causas originales de la recolección de datos.

trabajada. Los asesores encuestados coinciden en que no es común en la zona la tenencia por aparcería en los establecimientos tamberos.

Es decir que, en los tambos grandes, lo más frecuente es que se trabaje sobre tierra propia combinada con parte de la superficie en condiciones de arrendamiento. En ese caso, los valores modales rondan las 170ha propias y 100ha tomadas en arrendamiento de terceros. Por lo tanto, estas son las superficies que se utilizan como base de análisis en el modelo representativo de tambos grandes.

Con respecto a las actividades desarrolladas, el 20% de los denominados “tambos grandes” (7 de 35) destina la totalidad de su superficie al tambo. En el 80% restante la asignación de la superficie presenta la diversificación característica de las empresas predominantemente lecheras de la zona. La superficie destinada al tambo propiamente dicho (sup. VT) es del 69%.

El 71% de los casos (25 de los 35 tambos), integra la actividad lechera con otras actividades ganaderas, el 88% de estos tambos realiza la cría y recría de hembras para reposición del rodeo lechero (88% de los casos); poco más del 40% recría los terneros machos, pero sólo un pequeño porcentaje (12%) los termina con destino al consumo (engorde de terneros).

Solo un tercio de estas unidades productivas (13 de 35 casos) incluye la producción de granos, principalmente a través del cultivo de soja.

Otro indicador de estructura productiva considerado es el número de vacas totales (vacas en ordeño más vacas secas) y el número de vacas en ordeño (rodeo productivo). Como se puede ver en la Tabla 8, estas variables no poseen una dispersión tan importante como ocurre en el resto de las variables, esto puede verse a través del valor del coeficiente de variación (CV).

En cuanto a la producción diaria de leche en este tipo de tambos, la tabla precedentemente citada permite observar la dispersión de resultados obtenidos. Se encontraron valores de esta variable ubicados entre 2042 y 4859 l/día, sin embargo poco más de la mitad de las explotaciones (57%) produce diariamente entre 2042 y 2605 litros de leche; y solo 10 (de los 35 casos) superan los 3000 litros diarios.

Con respecto a la composición de la fuerza laboral, en sólo 2 de los 35 “tambos grandes” la mano de obra es netamente familiar, lo que implica que la totalidad de los

trabajos son realizados por mano de obra no asalariada. En el otro extremo, el 14% de los casos (5 de los denominados “tambos grandes”) contrata la totalidad de sus recursos humanos, por lo que la dedicación de los propietarios a las tareas del tambo es nula. En el resto de los tambos (28 de 35) se trabaja con un sistema mixto aportando, la familia, en promedio el 28% del total de equivalentes hombre (EH)⁴³ empleados. En ese caso, la mano de obra contratada se encuentra representada por la figura del tambero, encargándose la familia propietaria de realizar el gerenciamiento de la empresa o en algunos casos de realizar tareas generales o relacionadas a otra actividad que se realice en el campo (agricultura, cría ó invernada, etc). Considerando la totalidad de los tambos grandes caracterizados, es decir, la edad promedio del propietario y su esposa es de 66 y 64 años respectivamente y tienen en promedio 2 hijos de entre 30 y 40 años. El mediero y su esposa (en los casos en que existe esta figura) tienen en promedio 43 y 40 años respectivamente y la mayoría tiene 2 hijos de entre 17 y 25 años que colaboran en las tareas diarias.

Por último, haciendo referencia al tipo de instalaciones de ordeño⁴⁴ de estos tambos, predomina la espina de pescado⁴⁵ con 8 a 10 bajadas. El 100% de los casos posee sistema de ordeño en línea, y la capacidad del tanque de frío es de 5059 litros, siendo el desvío estándar de 1984 litros.

3.2.2.1.2. Indicadores de eficiencia productiva

En la Tabla 9 se muestran los indicadores considerados como de mayor relevancia de eficiencia productiva. Los valores consignados corresponden a los promedios registrados para 35 casos agrupados dentro del tipo “tambo grande”.

Se entiende como productividad a la relación que existe entre la cantidad de leche obtenida en relación con los insumos utilizados (por ejemplo tierra ó mano de obra). En la Tabla 7 queda expuesta la gran dispersión que existe en la productividad de la tierra, medida como litros sobre superficie de vaca total, encontrándose valores extremos ubicados entre los 2873 y los 11558 l/haVT-año. A pesar de la gran

⁴³ EH: Es una unidad de mano de obra. Un equivalente-hombre es igual a 1 año de ocupación plena de un hombre. Por esta razón se lo llama año-hombre. Se considera igual a 300 jornadas (que representa la cantidad de jornadas que está dispuesto a trabajar cada hombre adulto por año). La jornada completa de la mujer es igual a un equivalente-hombre. (Guerra, 1977)

⁴⁴ El tamaño del rodeo es uno de los principales elementos que determina el tipo de instalación de ordeño.

⁴⁵ Las características principales de este tipo de instalaciones son: la poca mano de obra necesaria (respecto a otros tipos de instalaciones), un mayor capital inmovilizado y se prioriza una posición de trabajo del operario completamente derecha y erguida, lo que mejora las condiciones de trabajo del personal.

dispersión hallada, en aproximadamente el 70% de los denominados tambos grandes, la productividad se ubica entre 6500 y 10000l/haVT. La productividad está determinada por la carga animal, la producción individual y la relación vaca ordeño/vaca total.

Tabla 9. Indicadores de eficiencia productiva de tambos grandes

	Unidades	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío S.	CV
Productividad de la tierra	l/haVT-año	7253	11558	2872	1894	26%
Carga animal	VT/haVT	1,28	2,11	0,54	0,33	26%
Producción individual	l/VO-día	20	24	12	3	15%
Relación VO/VT	%	80	93	63	6	
Productividad de la mano de obra	l/EH-día	908	1879	476	326	36%
	VO/EH	47	81	21	17	36%
	VT/EH	59	107	26	22	37%

La carga animal promedio es de 1,28 vacas totales/ha vaca total, a pesar de que 20 de los 35 tambos grandes mantienen cargas más elevadas (entre 1,5 y 1,8 vacas totales por hectárea de tambo propiamente dichas). La producción individual promedio (y más frecuente) es de 20 litros por vaca en ordeño por día, ubicándose el 54% de los casos entre 19 y 24 litros diarios por animal. En cuanto a la eficiencia reproductiva, el promedio de la muestra se ubica en aproximadamente 80%, es decir, 80 vacas en producción cada 100 vacas totales, en tanto que la eficiencia reproductiva del 50% de los casos se ubica entre el 75 y 80% VO/VT.

Considerando la productividad de la mano de obra, medida en función de litros diarios y de cantidad de vacas en ordeño o totales, existe una amplia gama de situaciones dentro de este tipo de tambos.

3.2.2.1.3. Indicadores de manejo

En la Tabla 10 se presentan algunos indicadores de manejo, tecnologías y prácticas implementadas por los denominados "tambos grandes". La muestra está compuesta, como se mencionara en párrafos anteriores, por 35 casos.

Se trata de modelos de producción principalmente pastoriles, con uso de suplementación. La pastura de base alfalfa (pura o consociada con gramíneas y tréboles) es la base forrajera de la totalidad de estos planteos tamberos. La superficie

ocupada por pasturas en cada tambo en promedio es aproximadamente del 50% de la superficie total de la unidad de producción y 64% de la superficie ganadera total (leche + carne). La pastura de alfalfa es acompañada con verdes de invierno (avena, principalmente; raigrass; trigo; etc.) y de verano (moha para confección de rollos y sorgo forrajero). En los tambos en los que se realizan estas prácticas, el promedio de hectáreas sembradas es de 26ha (llegando a ocupar hasta un 31% de la superficie total) en el caso de verdes de invierno y 24ha (hasta un 27% de la superficie total) por establecimiento (Desv. Est. 10 y 9 ha, respectivamente). Los verdes de invierno son utilizados por prácticamente la mayoría de los grandes tambos, cuestión no tan marcada en los verdes de verano. Estos valores de uso del suelo, por parte de pasturas y verdes, fueron validados por los asesores encuestados.

Tabla 10. Indicadores de manejo de tambos grandes

	% de los casos
Implantan praderas	100
Implantan verdes de verano	69
Implantan verdes de invierno	94
Hacen silo de planta entera	91
Hacen grano húmedo	34
Utilizan concentrados (granos)	74
Utilizan concentrados (balanceados)	83
Realizan Preparto	97
Realizan Inseminación Artificial	89
Realizan Control Lechero	83

Con respecto a la suplementación, son muy utilizados los silos de planta entera, principalmente de maíz (94% de los casos que hacen silo de planta entera); silos de sorgo, pasturas y soja son utilizados en menor medida (34%, 22% y 13%, respectivamente, de los casos que realizan esta prácticas de suplementación). El 34% de los tambos grandes utiliza silo de grano húmedo principalmente de maíz y sorgo en 67% y 58% de estos casos respectivamente), aunque también suelen cosecharse granos de soja (17% de los casos que usan grano húmedo) para ser consumidos por el rodeo.

De los 35 casos que conforman la muestra de “tambos grandes”, solo uno menciona que el consumo de concentrados se realiza estratégicamente (de manera estacional), el resto suplementa el rodeo todo el año con estos elementos. La utilización de granos y balanceados, solos o combinados entre sí, se realiza tanto

durante el ordeño en el caso de vacas en lactancia como para suplementar a otras categorías.

Por último, existen prácticas que afectan la productividad individual del rodeo tales como la inseminación artificial, la realización de parto⁴⁶ y control lechero. Se trata de prácticas muy difundidas en este tipo de tambos, aunque se esperaría un uso generalizado de las mismas, considerando los beneficios que brindan.

3.2.2.2. Tambos medianos

3.2.2.2.1. Indicadores de estructura productiva

En la Tabla 11 se muestran los indicadores de estructura productiva correspondientes a los 70 tambos denominados “tambos medianos”.

Tabla 11. Indicadores de estructura productiva de tambos medianos

	Unidades	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío S.	CV
Sup. Total ⁴⁷	ha	146	400	70	65	45%
Sup. Arrendada	ha	50	180	0	51	102%
	% de la sup.	36	100	0	35	
Sup. Tambo	ha	96	240	45	29	30%
Sup. Agricultura	ha	7	100	0	16	229%
Sup. Ganadería	ha	40	250	0	46	115%
Vacas en ordeño	cab	86	142	56	17	20%
Vacas totales	cab	111	202	67	25	23%
Producción diaria de leche	l/día	1385	1959	1012	253	18%
Mano de obra	EH	3,1	7,05	0,39	1,33	43%
Total	% MO familiar	40	100	0	30	

La superficie promedio de estas unidades de producción es 146ha Solo un 60% de estos tambos poseen la superficie establecida como criterio para denominarlos “medianos”, esto es, entre 100ha y 200ha. Pero, como se explicara previamente, se consideran tambos medianos por su producción de leche diaria (entre 1000 y 2000 l/día). Aproximadamente el 25% de los casos posee menos de 100ha, en tanto que el resto de los tambos (15%) superan las 200ha totales.

⁴⁶ Se denomina parto al período previo al parto (1 mes generalmente) en el que se le brinda un tratamiento diferencial al animal en cuanto a cuidados y alimentación.

⁴⁷ La diferencia existente entre la superficie promedio total y la suma de la superficie promedio destinada a cada actividad (3 ha) se debe a errores propios de la fuente de datos original.

Con respecto a las formas de tenencia de la tierra, el 31% de estos tambos producen sobre superficie propia, trabaja sobre superficie completamente arrendada el 13%, y el resto (56%) combina la propiedad con el arrendamiento, tomando, en promedio, 73ha con un desvío de 47ha. En el caso de los tambos medianos no es común la tenencia por aparcería.

En el caso de los denominados tambos medianos, lo más frecuente es que se trabaje sobre tierra propia combinada con parte de la superficie en condiciones de arrendamiento, tal como ocurre en el caso de los tambos grandes. Considerando esta situación, los valores modales rondan las 100ha propias y 45ha tomadas en arrendamiento de terceros. Por lo tanto, estas son las superficies que se utilizan para modelizar los tambos medianos.

En relación a la integración de actividades en la misma empresa, el 20% de los casos que conforman la muestra de “tambos medianos” realiza solamente la actividad tambo (14 de 70). El resto diversifica y, en este caso, en promedio, el 70% de la superficie se destina a la producción de leche (sup. VT) y el resto se reparte entre agricultura y ganadería de carne. El 76% de los casos (53 de los 70 tambos) realizan cría y engorde de animales. La mayoría de los productores crían y crían las hembras para reposición de sus rodeos (96%); en tanto que el 75% de los que incluyen ganadería como actividad, crían los terneros machos pero solo un pequeño porcentaje (9%) los termina (engorde de terneros). Únicamente 23 de las 70 explotaciones (33%) incorpora agricultura a su sistema productivo, y también es el cultivo de soja el que se realiza en mayor proporción.

En cuanto a la producción de leche, a pesar de que esta se encuentra entre 1012 l/día y 1950 l/día, aproximadamente el 80% de los casos produce diariamente menos de 1605 litros diarios, por lo que el histograma de frecuencias muestra una mayor concentración de tambos hacia la izquierda.

El 14% de los establecimientos de la muestra son netamente familiares; por el contrario, el 9% contrata la totalidad de sus recursos humanos. La mayoría de los casos (77%) trabaja con un sistema mixto aportando la familia, en promedio, el 34% de los EH (1,21EH). Como se mencionara para el caso de los tambos grandes, la mano de obra contratada se encuentra representada por la figura del tambero, encargándose la familia propietaria de realizar el gerenciamiento de la empresa o en algunos casos de realizar tareas generales o relacionadas a otra actividad que se

realice en el campo (agricultura, cría o internada, etc). En los tambos medianos, el propietario y su esposa poseen 61 y 56 años respectivamente, en tanto que el tambero (en los casos en que esta figura se encuentra presente) y su esposa tienen en promedio 42 y 40 años. Ambos tienen por lo menos 2 hijos, en el primer caso de entre 33 y 34 años, y en el segundo caso entre 16 y 21 años.

En los tambos medianos de la muestra analizada, predominan las instalaciones de tipo brete a la par con 6 bajadas. El 100% de los establecimientos posee sistema de ordeño en línea y la capacidad del tanque de frío es de 3000 litros, con un desvío estándar de 840 litros.

3.2.2.2. Indicadores de eficiencia productiva

En la Tabla 12 se presentan indicadores de eficiencia productiva; estos son un promedio de las 70 explotaciones incluidas dentro del tipo “tambo mediano”.

Tabla 12. Indicadores de eficiencia productiva de tambos medianos

	Unidades	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío S.	CV
Productividad de la tierra	l/haVT-año	5607	11689	1680	1616	29%
Carga animal	VT/ha tbo	1,21	2,4	0,62	0,33	27%
Producción individual	l/VO-día	16	23	10	6	38%
Relación VO/VT	%	78	93	55	7	
Productividad de la mano de obra	l/EH-día	558	4395	172	503	90%
	VO/EH	34	236	12	27	79%
	VT/EH	43	289	15	33	77%

A pesar de que el 60% de los establecimientos poseen una productividad de leche por hectárea de tambo ubicada entre 4100 l/haVT-año y 6600 l/haVT-año, existe una importante diferencia entre valores extremos con un mínimo de 1680 l/haVT-año y un máximo de 11689 l/haVT-año. La carga animal es, en promedio, de 1,21VT/haVT, encontrándose extremos tales como 0,62VT/haVT y 2,4VT/haVT. La producción individual promedio es de 16 litros por vaca en ordeño por día, ubicándose el 76% de los casos entre 12 y 18 litros por animal (los valores modales se encuentran en el orden de los 17l/VO-día). Por último, la cantidad de vacas en ordeño en relación al rodeo en general (vacas en ordeño más vacas secas) también es levemente inferior a la que presentan, en promedio, los “tambos grandes”.

La productividad de la mano de obra es muy variable y no guarda relación alguna con la productividad de la tierra. En aproximadamente el 70% de los tambos medianos, un EH no se encarga de más de 40 vacas en ordeño ó 50 a 55 vacas totales, y no ordeña más allá de 600 a 700 litros de leche por día, lo que implica una relativa baja productividad de la mano de obra.

3.2.2.2.3. Indicadores de manejo

En la Tabla 13 se presentan algunos indicadores de manejo, tecnologías y prácticas implementadas por los denominados “tambos medianos”, considerando la muestra de 70 casos de la base de datos. Al igual que en el caso de los denominados “tambos grandes”, todos son modelos de producción pastoriles, con uso de suplementación.

Tabla 13. Indicadores de manejo de tambos medianos

	% de los casos
Implantan praderas	100
Implantan verdeos de verano	61
Implantan verdeos de invierno	96
Hacen silo de planta entera	87
Hacen grano húmedo	39
Utilizan concentrados (granos)	79
Utilizan concentrados (balanceados)	84
Realizan Parto	96
Realizan Inseminación Artificial	62
Realizan Control Lechero	54

La pradera de base alfalfa (pura o consociada con gramíneas y tréboles) es la base forrajera de la totalidad de los establecimientos del grupo. El promedio de superficie ocupada por praderas en cada tambo es de 95ha (desvío estándar = 50ha), aproximadamente un 65% de la superficie total de la unidad productiva, y el 69% de la superficie ganadera.

El 96% de los tambos medianos acompaña las pasturas de alfalfa con verdeos de invierno, en tanto que los que implantan verdeos de verano solo representan un 61%. El promedio de hectáreas sembradas de cada uno de estos verdeos es 19ha en sendos casos (el desvío estándar es, respectivamente, de 13ha y 8ha, para verdeos de invierno y verano). En conjunto, los verdeos ocupan hasta el 31% de la superficie total de los establecimientos que lo realizan.

Los forrajes en pié son suplementados con silos de planta entera y con grano húmedo, este último utilizado en menor proporción que el primero. El 87% de los productores medianos confeccionan silos de planta entera, en tanto que el 38% confeccionan grano húmedo. Considerando los silos de planta entera, predomina el de maíz (84% de los casos en los que se confeccionan silos de planta entera), silos de sorgo, pasturas y soja se realizan en menor medida (34%, 10% y 7% respectivamente); con respecto al grano húmedo, el 67% de los tambos medianos que confecciona reservas con grano húmedo utiliza el maíz, en tanto que el sorgo sólo es usado por el 37% de los casos.

El uso de concentrados, en forma de granos y balanceados, es considerable en este tipo de sistemas productivos. El 94% de los 70 tambos medianos aporta concentrados de manera permanente, el resto (6%) lo hace de manera estratégica.

Con respecto a las prácticas como la inseminación artificial y el control lechero, el uso de las mismas solo es realizado por la mitad, aproximadamente, de los tambos medianos. Esta situación cambia cuando se pregunta por el periodo de parto de los vientres, debido a que prácticamente la totalidad de los mismos (excepto 3 casos) lo hace.

3.2.2.3. Tambos pequeños

3.2.2.3.1. Indicadores de estructura productiva

En la Tabla 14 se consignan los indicadores de estructura, correspondientes a los denominados “tambos pequeños”. Los valores que figuran en la tabla, son un promedio de 135 unidades productivas.

La superficie promedio total es 105 ha, pero se encuentran extremos tales como 38ha y 463ha. Como se explicó, para ser considerados “tambos pequeños” estos tambos deben tener menos de 100ha, criterio que se verifica en el 65% de los casos. A pesar que el 36% restante supera esta superficie límite, la totalidad de los casos producen menos de 1000 litros diarios de leche, situación que los incluye en el estrato de “tambos pequeños”.

Con respecto a las formas de tenencia de la tierra, el 36% de los casos desarrolla sus actividades sobre tierra completamente propia, en tanto que el 22% arrienda la

totalidad de la superficie. El resto de los empresarios alquila, en promedio, un 40% de la superficie total de la explotación, lo que equivale a 35ha con un desvío estándar de 36 ha.

Tabla 14. Indicadores de estructura productiva de tambos pequeños

	Unidades	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío S.	CV
Sup. Total ¹	ha	105	463	38	69	66%
Sup.	ha	35	190	0	36	103%
Arrendada	% de la sup.	40	100	0	39	
Sup. Tambo	ha	62	131	20	22	35%
Sup. Agricultura	ha	15	250	0	34	227%
Sup. Ganadería	ha	28	350	0	43	154%
Vacas en ordeño	cab	46	118	10	17	37%
Vacas totales	cab	60	150	15	23	38%
Producción diaria de leche	l/día	504	1000	105	243	48%
Mano de obra total	EH	2,51	5	1	0,85	34%
	% MO familiar	64	100	0	39	

Igual a lo que ocurre en los tambos grandes y medianos, en el caso de los denominados tambos pequeños, lo más frecuente es que se trabaje sobre tierra propia combinada con parte de la superficie en condiciones de arrendamiento. Considerando entonces esta situación, los valores modales rondan las 70ha propias y 30ha tomadas en arrendamiento de terceros. Por lo tanto, estas son las superficies que se utilizan para modelar los tambos pequeños.

Solo el 26% de los tambos pequeños de la muestra destina la totalidad de la superficie a la producción de leche, el resto diversifica la producción incorporando ganadería y agricultura. El 70% de la superficie de las unidades productivas que diversifican sus actividades, en promedio, se destina a la producción de leche (sup. VT) y el resto se reparte entre agricultura y ganadería. El 68% de las explotaciones crían y engordan animales, en mayor medida realizan cría de hembras (91%) y de machos (67%). El 39% de los establecimientos (53 de 135 casos) complementa la producción de leche con producción de granos, y también es el cultivo de soja el que se realiza en mayor proporción.

El 85% de los casos posee entre 30 y 90 vacas totales; el 62% posee entre 40 y 76 vacas. La producción diaria promedio de leche de estos tambos es baja, y se

encuentra entre los 105 y 1000 litros por día, aunque el 60% de los casos produce entre 200 y 700 litros.

Considerando la mano de obra total, el 70% de los establecimientos emplea entre 1,5 y 3,2 EH totales. En el 50% de los tambos pequeños de la muestra, la mano de obra es aportada totalmente por miembros de la familia propietaria; solo 8 de los 135 establecimientos encuestados contrata la totalidad de la fuerza de trabajo. En el resto de los casos (60) la mano de obra es mixta, aportando la familia en promedio el 32% de los EH (1EH). Lo mismo que para el caso de los tambos grandes y medianos, la mano de obra contratada se encuentra representada por la figura del tambero, encargándose la familia propietaria de realizar el gerenciamiento de la empresa o en algunos casos de realizar tareas generales o relacionadas a otra actividad que se realice en el campo (agricultura, cría ó invernada). La edad promedio del propietario y de su esposa es de 57 y 53 años respectivamente y la mayoría tiene 2 hijos de entre 22 y 28 años. El mediero y su esposa cuentan, en promedio, con 41 y 37 años de edad respectivamente, y 2 hijos de entre 11 y 19 años.

En los “tambos pequeños” predominan las instalaciones de tipo brete a la par con 4 bajadas (Desvío S. = 1 bajada). El 96% de los establecimientos trabaja con un sistema de ordeño en línea y la capacidad del tanque de frío de 1655 litros, siendo el desvío estándar de 749 litros.

3.2.2.3.2. Indicadores de eficiencia productiva

En la Tabla 15 se consignan los valores promedios de los principales indicadores de eficiencia productiva, correspondientes a los 135 tambos denominados “pequeños”.

Tabla 15. Indicadores de eficiencia productiva de tambos pequeños

	Unidades	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvío S.	CV
Productividad de la tierra	l/haVT-año	3094	6499	790	1286	42%
Carga animal	VT/ha tbo	1,03	2,6	0,36	0,32	31%
Producción individual	l/VO-día	11	21	4	4	36%
Relación VO/VT	%	76	97	50	9	
Productividad de la mano de obra	l/EH-día	214	592	49	108	50%
	VO/EH	20	77	4	9	45%
	VT/EH	26	101	6	12	46%

La productividad promedio de estos tambos es de 3094 l/haVT. El 81% de los casos posee valores de productividad ubicados entre 1441l/haVT y 4692 l/haVT; pero existen casos con productividades tan bajas como 790 l/haVT y tan altas como 7944l/haVT. Se trata de tambos de baja productividad, en general, con respecto a lo potencialmente esperado en la zona.

La carga animal también es baja. El promedio de 1,05 vacas totales por hectárea destinada a tambo, ubicándose el 73% de los casos entre 0,77 VT/haVT y 1,38 VT/haVT. La producción individual promedio es baja, 11 litros por vaca en ordeño por día en promedio, siendo el valor más frecuente o moda 12 litros por vaca en ordeño por día, ubicándose el 84% de los casos entre 5 y 16 litros por animal. Estos indicadores relativamente bajos (en función de lo esperado para la zona) de carga animal y de producción individual, sumados a una relación VO/VT promedio también por debajo de lo normal, serían determinantes para que la productividad total de la superficie no supere en ningún caso los 6499 l/haVT.

La productividad de la mano de obra es, en general, muy baja, tal como puede observarse en la tabla 15.

3.2.2.3.3. Indicadores de manejo

En la Tabla 16 se exponen los principales indicadores de manejo, tecnologías y principales prácticas utilizadas por el grupo de los 135 “tambos chicos”

Tabla 16. Indicadores de manejo de tambos pequeños

	% de los casos
Implantan praderas	100
Implantan verdeos de verano	79
Implantan verdeos de invierno	74
Hacen silo de planta entera	46
Hacen grano húmedo	33
Utilizan concentrados (granos)	59
Utilizan concentrados (balanceados)	81
Realizan Parto	47
Realizan Inseminación Artificial	21
Realizan Control Lechero	11

Se trata de tambos predominantemente pastoriles, con pradera de base alfalfa como base forrajera, y uso de suplementación. El promedio de superficie ocupada por

praderas en cada tambo es de 53ha (desvío estándar = 48ha), lo que equivale en promedio al 53% de la superficie total del campo y 55% de la superficie ganadera total.

Los verdes de verano y de invierno también aparecen formando parte de la rotación forrajera, estando presentes en el 79% y 74% de los casos respectivamente. Los primeros ocupan, en promedio, 13ha y los segundos 12ha (con un desvío estándar de 9 ha y 7 ha, respectivamente). Considerando los dos tipos de verdes en conjunto, estos ocupan en promedio un 11% de la superficie total (lo que significa hasta un 48% de la superficie)

La suplementación con silos de planta entera y con grano húmedo no es una práctica generalizada en este estrato de tambos. Solo el 46% de los casos utiliza silos de planta entera (predominando ampliamente -84% de los casos- el silo de maíz) y el grano húmedo se realiza aún en menor proporción (33% de los casos), existiendo también un predominio del cultivo de maíz, ya que se utiliza en el 67% de los casos que utilizan silo de grano húmedo. También se usan silos de planta entera de sorgo, soja y pasturas, y grano de sorgo y soja, pero en la minoría de los casos.

El uso de concentrados, en forma de granos es relativamente bajo, siendo más generalizada la incorporación de balanceados en las raciones. El 80% de los 135 tambos pequeños, aporta concentrados permanentemente mientras que el 20% restante lo hace de manera estratégica.

3.2.2.4. Comparación de los tres modelos

3.2.2.4.1. Indicadores de estructura productiva comparados

En la Tabla 17 se comparan los indicadores de estructura productiva y, como ya se mencionara en Materiales y Métodos, se realiza un análisis de la varianza (ANOVA) y posteriormente un test de comparaciones múltiples (Test de Tukey, con un nivel de significación de 0,05) para comprobar si las medias de las variables difieren significativamente entre los tres tamaños de tambo.

Una caracterización del tambo argentino realizada por Castignani et al., (2005) indica que el promedio general tiene 271 hectáreas de superficie total, 157 cabezas en el rodeo lechero y tiene una entrega diaria de leche de 2093 litros. Comparando estos indicadores de tamaño con los tres tipos caracterizados, se observa que el tamaño del

“tambo promedio argentino” definido por Castignani et al. (2005), se corresponde con el de los aquí denominados “tambos grandes”, no obstante, la cantidad de vacas totales y la producción diaria de leche son, respectivamente, 13,5% y 25% superior en estos últimos. Los “tambos medianos y chicos” identificados cuentan con un tamaño sensiblemente menor. Con respecto a la mano de obra, los asesores entrevistados mencionaron que para el caso de los tambos grandes caracterizados se requerirían entre 4 y 6 personas, para los tambos medianos de 3 a 4 personas y para los tambos pequeños 2 personas. Mencionan que este número de operarios sería suficiente para realizar todas las tareas relacionadas al tambo propiamente dicho.

Tabla 17. Comparación de indicadores de estructura productiva

		Tambo Grande (a)	Tambo Mediano (b)	Tambo Pequeño (c)	Diferencia estadística ⁴⁸
	Unidades	Promedio	Promedio	Promedio	
Sup. Total	ha	273	145	105	a b c
Sup. Arrendada	ha	100	45	35	a bc
	% sup.	34	36	40	abc
Sup. Tambo	ha	150	96	62	a b c
Sup. Agricultura	ha	24	7	15	a bc
Sup. Ganadería	ha	52	40	28	ab bc
Vacas en ordeño	cab	145	86	46	a b c
Vacas totales	cab	182	111	60	a b c
Producción diaria de leche	l/día	2805	1385	504	a b c
Mano de obra	EH total	3,38	3,1	2,51	ab c
	% MOF	24	40	64	a b c

En la misma caracterización realizada por los autores anteriormente mencionados, se indica que el promedio del uso del suelo sobre la superficie total se reparte en 59% vacas totales (tambo), 20% recria, 16% agricultura y 5% ganadería. Considerando a la ganadería como la suma de la recria de hembras y de machos para engorde, el uso del suelo se repartiría en 59% tambo, 16% agricultura y 25% ganadería. En la Figura 5 se compara el uso del suelo del tambo promedio argentino con los sistemas identificados en el presente trabajo. Se puede ver que, aun considerando la superficie no especificada por los productores, la distribución del uso del suelo del tambo promedio argentino se asemeja a la de los denominados tambos pequeños.

⁴⁸ $\alpha = 5\%$; Letras separadas indican diferencias significativas entre las medias de las muestras. Letras juntas expresan que no hay diferencias estadísticas significativas entre las medias de las muestras. (a: tambo grande; b: tambo mediano; c: tambo pequeño).

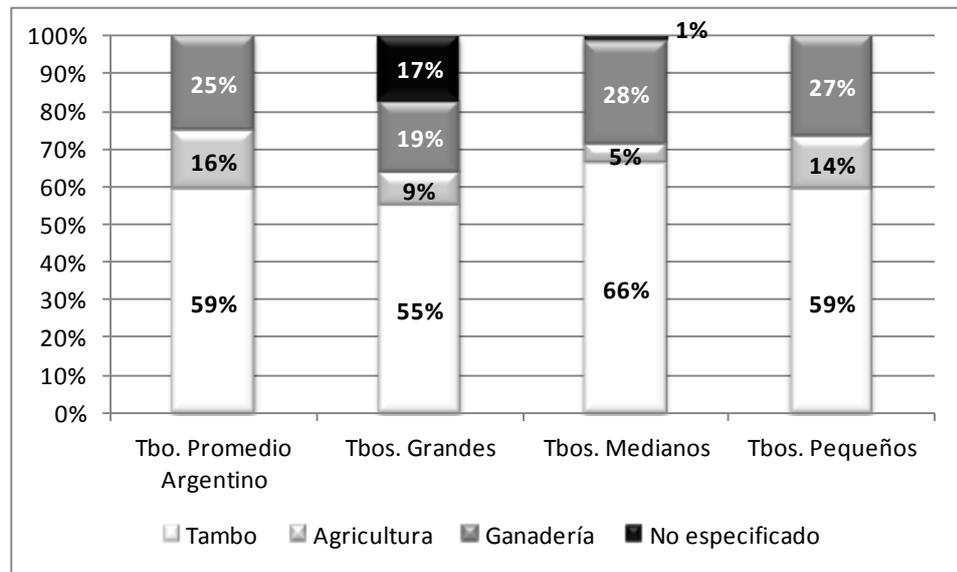


Figura 5. Porcentaje de la superficie destinada a cada actividad en cada uno de los sistemas lecheros identificados vs el “Tambo promedio Argentino”

En la mayoría de los tambos mixtos, la ganadería, refiere principalmente a la cría y recría de hembras para atender a la reposición de las vacas del rodeo lechero; esto es confirmado por los asesores encuestados, quienes coinciden en que no existe prácticamente superficie destinada a la invernada propiamente dicha en explotaciones lecheras. Agregan, no obstante, que algunos productores engordan los terneros que salen del tambo (en lotes de pasturas degradadas y pastos de muy baja calidad) hasta los 300-350Kg, y que este engorde es visto por los productores como una especie de caja de ahorros. En cuanto a la actividad agrícola, los asesores encuestados expresan que la principal agricultura que existe en los tambos es la de verano (soja) principalmente por cuestiones económico - financieras y, en parte, también técnicas ya que este cultivo permite realizar una limpieza de los lotes para luego implantar pasturas o verdes. Agregan, además, que en la mayoría de los “tambos grandes” se cultiva maíz y sorgo para consumo de sus animales. Por lo tanto, como expresan Castignani et al., (2010) en las empresas que diversifican sus actividades, la producción de leche permite atender al flujo financiero mensual, el ganado en engorde funciona como caja de ahorro y la agricultura genera un ingreso adicional con alta rentabilidad del capital operativo y escasa demanda de mano de obra.

Con respecto al régimen de tenencia de la tierra, este no difiere entre los tres tamaños de tambos mencionados. En la Figura 6 se compara la proporción de productores según tenencia de la tierra, para cada uno de los tamaños de tambo identificados.

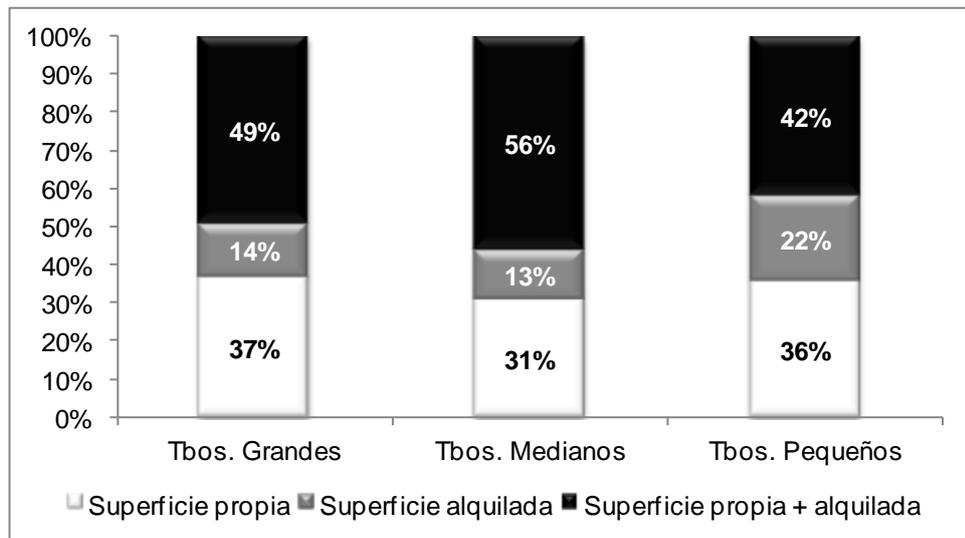


Figura 6. Porcentaje de productores según tenencia de la tierra

Las proporciones de productores de tambos pequeños son similares a las encontradas por Castignani et al. (2005), quienes señalan que un 43% de los tambos desarrollan su actividad utilizando superficie propia y alquilada y un 40 % en superficie propia. Considerando solamente los casos que trabajan superficie propia más alquilada, en el caso de los tambos grandes alquilan, en promedio, un 34% de la superficie total trabajada, en tanto que los tambos medianos y los pequeños alquilan respectivamente 36% y 40% de la superficie. No se encuentran, ni son mencionados por los asesores, casos de tenencia por aparcería en los tipos de tambos identificados. Estas formas de tenencia de la tierra coinciden con lo que se mencionara en la descripción del departamento Las Colonias realizada en el apartado anterior del presente capítulo.

La producción total diaria de leche difiere estadísticamente entre los tambos grandes, medianos y pequeños. Esta situación es esperable desde que tanto el número de vacas en ordeño como la producción individual (ver Tabla 18) de los mismos también difieren de manera significativa, disminuyendo a medida que lo hace el tamaño del tambo.

Por último, con respecto a la mano de obra, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre tambos grandes y medianos, pero si entre estos y los tambos chicos. Se destaca que, a medida que el tamaño del tambo aumenta, la proporción de mano de obra familiar con respecto a la mano de obra total en promedio se reduce. Esto se condice con lo mencionado por Osan (2003) quien, a partir de la elaboración de una tipología de empresas lecheras de la región pampeana de

Argentina, verificara que la proporción de la mano de obra contratada aumenta con la escala de producción, consecuentemente se reduce el aporte de mano de obra familiar. No obstante, la mayoría de los casos contratan mano de obra. La figura del peón aparece principalmente en tambos grandes (32% de los casos) siendo menos frecuente en tambos medianos y pequeños (10% y 8% de los casos, respectivamente); mucho menos importante en cantidad son los casos (dentro de todos los estratos de producción) que poseen la figura del tractorista o del administrador.

3.2.2.4.2. Indicadores de eficiencia productiva comparados

En la Tabla 18 se comparan los indicadores de eficiencia productiva de los tres tamaños de tambo (35 tambos grandes, 71 medianos y 135 pequeños), y se analiza (como en el caso anterior) la existencia de diferencias estadísticamente significativas mediante un análisis de la varianza (ANOVA) y posteriormente un test de comparaciones múltiples (Test de Tukey, con un nivel de significación de 0,05)

Tabla 18. Comparación de indicadores de eficiencia productiva

		Tambo Grande (a)	Tambo Mediano (b)	Tambo Pequeño (c)	Diferencia estadística ⁴⁹
	Unidades	Promedio	Promedio	Promedio	
Productividad	l/haVT-año	7253	5607	3142	a b c
Carga animal	VT/ha tbo	1,28	1,21	1,05	ab c
Producción individual	l/VO-día	20	16	11	a b c
Relación VO/VT	%	80	78	76	ab bc
Productividad de la mano de obra	l/EH-día	907	558	261	a b c
	VO/EH	47	34	25	ab bc
	VT/EH	59	43	34	ab bc

Dentro de cada uno de los tres grupos de tambos caracterizados, se detecta una importante variabilidad de la productividad (producción de leche por hectárea dedicada a tambo); a su vez existe diferencia significativa entre las medias de los tres tipos de tambos. En este sentido, Cursack et al. (2010) mencionan que la producción (media del país) de leche por hectárea es de 5300 litros por hectárea, valor que no es superado por el promedio de los tambos pequeños. Considerando los determinantes de la productividad de la tierra, la diferencia fundamental se encuentra en la

⁴⁹ $\alpha = 5\%$. Letras separadas indican diferencias significativas entre las medias de las muestras. Letras juntas expresan que no hay diferencias estadísticas significativas. (a: tambo grande; b: tambo mediano; c: tambo pequeño).

producción individual promedio de las vacas. Como se puede observar, la media de este indicador disminuye considerablemente a medida que el tamaño del tambo es menor. La carga animal, es decir, el número de vacas totales por unidad de superficie de tambo (VT/haVT), difiere de manera estadísticamente significativa cuando se comparan tambos grandes con pequeños ó medianos con pequeños, pero no hay diferencia entre las medias de tambos grandes y medianos. En tanto que la eficiencia reproductiva (relación VO sobre VT) solo difiere, significativamente, cuando se contrastan tambos grandes con pequeños.

Por último, haciendo referencia a la productividad de la mano de obra, la producción de litros por EH difiere estadísticamente entre los tres tamaños de tambo. Esta situación es determinada principalmente por la importante diferencia en la producción diaria de los tres tipos de tambo. No existe diferencia significativa entre tambos medianos y pequeños considerando la cantidad de VO y VT respecto a la cantidad promedio de EH que aportan la fuerza laboral en cada uno de estos sistemas, tampoco existen diferencias en este mismo aspecto entre tambos medianos y grandes, aunque si difieren los tambos pequeños con respecto a los tambos grandes, donde la productividad del factor es sensiblemente mayor.

3.2.2.4.3. Indicadores de manejo comparados

Prácticamente no se observan diferencias en el uso del suelo ó en el planteo alimenticio. En los tres tamaños de tambos identificados, se trata de sistemas predominantemente pastoriles, con uso de suplementación a base de forrajes voluminosos y concentrados (granos y balanceados).

La pastura de base alfalfa (pura o consociada con gramíneas y tréboles) es la base forrajera de la totalidad de los planteos tamberos. Esta ocupa, en promedio, aproximadamente el 50% de la superficie implantada total de los denominados tambos grandes, el 65% de la superficie de los tambos medianos y el 53% de los pequeños. En los tres tamaños de tambos, la pastura de alfalfa es acompañada con verdeos de invierno (avena principalmente, raigrass, trigo, etc.) y de verano (moha para confección de rollos y sorgo forrajero) El uso del suelo, con pasturas y verdeos, es validado por los asesores encuestados.

Desde el punto de vista de la eficiencia en la implantación de pasturas y verdeos, siete de los doce asesores encuestados mencionan que las diferencias existentes en

este aspecto no dependen del tamaño del tambo, sino de la gestión del empresario. En tanto que, dos de los asesores explican que el tamaño influye cuando no se dispone de equipos propios de laboreo de suelo (lo que generalmente ocurre en tambos de menores superficies), por lo que los productores deben esperar por los turnos de los contratistas, retrasándose en muchas ocasiones el momento de las labores, afectando consecuentemente la productividad de sus forrajes. Uno de los asesores encuestados remarca que la gran diferencia, en cuanto a la eficiencia del uso del suelo, no se encuentra dentro de los productores tamberos entre sí, sino entre tamberos y agricultores, destacando la eficiencia con la que se desempeñan en este aspecto prácticamente la generalidad de los agricultores, cuestión que no se presenta con tanta fuerza en los productores lecheros.

El uso de reservas aporta estabilidad a la producción forrajera a lo largo del año. La confección de silos de planta entera es una práctica altamente adoptada en los tambos grandes y medianos, pero ocurre lo contrario en los tambos pequeños, donde la técnica es adoptada de manera poco satisfactoria, en término de cantidad de casos, a pesar del impacto favorable que esta práctica posee sobre el sistema. En los tres casos, el maíz es el cultivo que mayormente se utiliza para la confección de silos, aunque aparecen también el sorgo, la soja y las pasturas pero en menor medida.

La suplementación de los animales en pastoreo, con granos o concentrados balanceados permite aumentar la cantidad de energía y proteína que el animal consume diariamente, persiguiendo propósitos como producir más por animal o incrementar la carga animal. En este sentido, la práctica de suplementar con granos y balanceados (solos o combinados entre sí) es generalizada en todos los tambos, sin importar el tamaño de los mismos. No se observan diferencias respecto a la forma en que se aportan: una pequeña fracción de tambos grandes y medianos (3% y 6%, respectivamente) y una cantidad mayor (20%) de los tambos pequeños, suplementa de manera estratégica con concentrados, no obstante la mayor parte de los productores los utiliza durante todo el año.

Con respecto a prácticas como la inseminación artificial, el control lechero y el parto, se observan diferencias importantes entre los diferentes estratos de producción, en cuanto al número de casos que las implementan, siendo menor el número de tambos pequeños que adoptan este tipo de prácticas.

A modo de conclusión, se observa que las diferencias más importantes entre los tres tamaños de tambos se encuentran en aspectos de estructura, en término de superficie y vacas totales, en la composición de la mano de obra y en productividad, lógicamente por estar relacionado a la producción individual y a la carga animal. Además, la adopción de ciertas tecnologías, parecieran estar relacionadas con la superficie de los establecimientos. En relación a esto, los tambos grandes utilizan en mayor medida las reservas (silo) como medio para estabilizar la oferta forrajera. Lo mismo ocurre con la inseminación artificial (como parte del mejoramiento genético), con el control productivo individual de los animales del tambo (a través del control lechero) y con la atención diferencial a los animales en periodos previos al parto (preparto), aunque estas últimas prácticas se presentan, en mayor ó menor medida, en los tres estratos caracterizados.

CAPÍTULO 4

En el capítulo cuatro se analiza la lógica de funcionamiento técnico - económica de los tres sistemas de producción de leche considerados. Este análisis se aborda (como se mencionara en Materiales y Métodos) a través de un modelo de programación lineal. Esta herramienta permite representar y evaluar las interrelaciones entre actividades y la naturaleza y peso de las restricciones que enfrenta cada sistema. El capítulo se separa en dos apartados. En el primero se detallan los supuestos sobre los que se elabora la matriz de programación lineal; en la segunda parte se muestran los resultados de la “modelización” en términos físicos y económicos, y se realiza una comparación entre los mismos y entre estos y los sistemas representativos caracterizados en el capítulo anterior.

4.1. “Modelización”: año actual o base

4.1.1. Supuestos de los modelos representativos de tambos grandes, medianos y pequeños

En base a la caracterización de los tambos del departamento Las Colonias realizada en el capítulo anterior y considerando la heterogeneidad existente dentro de cada uno de los estratos identificados, se modelan los tres sistemas mixtos “representativos” de sendos grupos. Como se viera en la segunda parte del Capítulo tres, las variables de estructura y productividad, son las que en mayor medida definen las diferencias entre los modelos.

La producción total diaria de leche del tambo, se modela como una actividad de la matriz, por lo que el óptimo en base a los recursos disponibles es parte de la solución del modelo. En tanto que la superficie se considera como limitante del sistema, por lo tanto, forma parte de las restricciones.

Las superficies propias utilizadas como base de análisis, y que se imponen como restricciones para representar las diferencias entre los tres modelos, son las más frecuentes (modales) encontradas en cada uno de los estratos caracterizados, motivo

por el cual se consideran representativas de cada uno de los tamaños de tambos. Las mismas se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Restricciones de superficie propia de cada modelo

	Tambo pequeño	Tambo mediano	Tambo grande
Suelo calidad agrícola (ha)	63	90	153
Suelo calidad ganadera (ha)	7	10	17
Superficie propia total (ha)	70	100	170

Respecto a la proporción de suelos agrícolas y ganaderos, se utiliza el criterio mencionado por los asesores encuestados de que aproximadamente un 10% de la superficie del campo posee suelos de aptitud ganadera y el resto es agrícola, como se mencionara en la metodología.

En los tres casos existen posibilidades de arrendar superficie agrícola, a un valor de 13 quintales de soja por hectárea y año. La restricción de máximo de tierra arrendada se establece también considerando la superficie más frecuente hallada en la caracterización para los tambos que operan superficies propias y arrendadas a terceros⁵⁰. Para el modelo que representa los tambos pequeños la máxima superficie posible de arrendar es de 30 ha, 45 ha en el caso de los tambos medianos y 100 ha en los tambos grandes. Pero la cantidad de hectáreas arrendadas que optimizan la función objetivo de cada uno de los modelos, aparece como parte de la solución de la matriz, debido a que el arrendamiento de tierras también es una actividad modelada.

En los tres tipos de tambos se pueden implantar los cultivos agrícolas que se muestran en la Tabla 20, donde además se representa el tiempo de ocupación del suelo por parte de cada uno de ellos. Para estos cultivos, representativos de la zona analizada, los modelos solo admiten su siembra sobre los suelos de aptitud agrícola.

Los períodos de ocupación comienzan con la primera labor realizada y finalizan con la cosecha. Para todos los cultivos se considera el paquete tecnológico que los profesionales entrevistados mencionan como utilizado generalmente en el departamento Las Colonias. En la Tabla 21 se muestran las principales características de cada uno de ellos.

⁵⁰ En la caracterización de los tambos del departamento Las Colonias realizada en el capítulo precedente se observa que esta forma de tenencia de la tierra, en parte propia y en parte arrendada a terceros, es la predominante.

Tabla 20. Cronograma de ocupación del suelo de cultivos agrícolas

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Trigo												
Soja 1°												
Soja 2°												
Maíz												
Sorgo												

	Libre
	Barbecho
	Cultivo

Tabla 21. Características técnicas de los cultivos agrícolas

	Trigo (Tg)	Soja 1° (Sj1°)	Soja 2° (Sj2°)	Maíz (Mz)	Sorgo (Sg)
Siembra directa (lab/ha)	1	1	1	1	1
Semillas (Kg/ha) / (bolsas/ha)	120	75	70	0,9	7
Fosfato diamónico (Kg/ha)	100			70	
Urea (Kg/ha)	80				50
Superfosfato simple (Kg/ha)		80			
Superfosfato triple (Kg/ha)			70		
Sulfato de calcio (Kg/ha)			140		
UAN (Kg/ha)	100			120	

Los resultados económicos estimados para cada cultivo (a precios de junio de 2010) se muestran en la Tabla 22. El único destino de la producción es la venta de granos. En todos los casos se supone que las labores de preparación de suelo, siembra, protección y cosecha de los cultivos, son contratadas. Los rindes utilizados son los más frecuentemente mencionados por los asesores entrevistados.

Tabla 22. Resultados económicos de los cultivos agrícolas

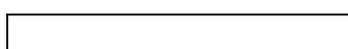
	Trigo (Tg)	Soja 1° (Sj1°)	Soja 2° (Sj2°)	Maíz (Mz)	Sorgo (Sg)
Rendimiento (qq/ha)	38	32	25	75	60
Precio bruto (\$/qq)	62,8	103	103	53,2	42,4
Ingresos Netos de gastos de comercialización (\$/ha)	1969	2824	2206	3491	1972
Gastos directos	1214	1407	1220	1721	984
Margen bruto (\$/ha)	755	1417	986	1770	887

Para realizar un manejo conservacionista del suelo se impone una restricción de máximo de cultivos anuales. La misma indica que el 50% del tiempo que dura la rotación de cultivos, el suelo permanece bajo praderas, el resto del tiempo bajo cultivo anual. Se trata de una restricción de conservación de suelos; los coeficientes técnicos fueron proporcionados por especialistas.

Con respecto a la producción de forrajes, en los tres modelos se plantean como alternativas la siembra de las pasturas y verdeos que se muestran en la Tabla 23, donde también se puede ver el tiempo de ocupación del suelo por parte de cada uno de ellos.

Tabla 23. Cronograma de ocupación del suelo de los forrajes representativos de los tambos del departamento Las Colonias

Alternativas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alfalfa 1° año (A1)												
Alfalfa 2° año (A2)												
Alfalfa 3° año (A3a)												
Alfalfa 3° año (A3b)												
Avena pastoreo (Av)												
Avena para Rollo (AvR)												
Sorgo Forrajero pastoreo (SFP)												
Soja para pastoreo (SjP)												
Moha para Rollo (MhR)												
Campo Natural (CN)												
C. Natural Mejorado (CNM)												
Otra Pastura (Pastura)												
Rastrojo Trigo (RTg)												
Rastrojo Maíz (RMz)												
Rastrojo Sorgo (RSg)												
Maíz p/Grano Húmedo (MzGH)												
Maíz p/Grano Seco (MzGS)												
Maíz para Silo (MzS)												
Sorgo p/Grano Húmedo (SgGH)												
Sorgo p/Grano Seco (SgGS)												
Sorgo para Silo (SgS)												
Soja para Silo (SjS)												



Libre



Cultivo

Campo natural, campo natural mejorado y otras pasturas, solo se admiten sobre suelo clase ganadera⁵¹; el resto de los cultivos destinados a la alimentación del ganado (pasturas de alfalfa y verdeos para consumo en pie o para confección de reservas) y los rastrojos de cosecha de cultivos agrícolas se plantean sobre suelos de aptitud agrícola.

En la Tabla 24 se muestra la época de aprovechamiento y los aportes de materia seca (aprovechables), de energía, proteína y fibra de detergente neutro⁵² de los verdeos, pasturas, campo natural y rastrojos que se utilizan como alimento de los animales del tambo. Además, se muestran los costos de implantación por hectárea de alfalfa de 1° año, avena, sorgo forrajero y soja (todos para pastoreo); y los gastos anuales de mantenimiento de alfalfa de 2° y 3° año. La vida útil de las pasturas de alfalfa es de 2,5 a 3 años, según datos proporcionados por los asesores entrevistados.

En todos los casos se considera el paquete tecnológico que profesionales del sector mencionan como utilizado generalmente en el departamento. Se supone además, como en los cultivos para cosecha, que se contratan los servicios de laboreo del suelo, siembra y protección y los servicios de confección de reservas. La excepción es el mantenimiento (desmalezado) de pasturas que normalmente es realizado por el tambero del establecimiento.

El mejoramiento del “campo natural mejorado”, se realiza mediante fertilización nitrogenada (con 80Kg/ha de Urea), acción que reporta un gasto anual de 156\$/ha. En el caso del campo natural, no se consideran costos de implantación o gastos de mantenimiento, debido a que la única actividad que se realiza sobre este es el cierre (se evita el ingreso de animales al lote) durante el verano para favorecer la resiembra natural, acción que no reporta costos en términos económicos⁵³ (pero si en términos nutricionales, debido a que durante el periodo de cierre del lote, no aportan nutrientes a los animales).

⁵¹ Como se explicara, en promedio, un 10% de la superficie de las explotaciones corresponde a suelos de aptitud ganadera. Estos suelos poseen menor capacidad productiva que los suelos agrícolas y normalmente pueden tener limitaciones por drenaje, limitaciones por drenaje y sales y/o sodio, etc. Por este motivo, no se recomienda el uso agrícola de estas tierras, aunque es posible la implantación de pasturas resistentes a las condiciones edáficas mencionadas, o simplemente aprovechar los campos naturales (la composición de los mismos se encuentra desarrollada en la sección 5, en el apartado de caracterización agroeconómica).

⁵² La Fibra de Detergente Neutro (FDN) es la fracción de la fibra contenida en un alimento que es insoluble en un detergente neutro. En lechería, el nivel de FDN de una dieta es un factor muy importante ligado a la salud ruminal, al nivel de grasa en leche y al consumo de las vacas. (Fuente. Manual de Gestión Integral de la Empresa Tampera -2009- SanCor C.U.L.)

⁵³ La mano de obra se considera aparte, como actividad de la matriz.

Tabla 24. Aportes de materia seca aprovechable, energía, proteína y fibra de detergente neutro, de acuerdo a la estación del año, de pasturas, verdeos, campo natural y rastrojos de cultivos agrícolas⁵⁴

	Costos de implantación ó Gastos anuales (\$/ha)	Producción de Materia Seca aprovechada (Kg MS/ha)				Producción de Energía (Mcal/ha)				Producción de Proteína (KgPr/ha)		Producción de FDN (KgFDN/ha-año)
		Ver	Oto	Inv	Prim	Ver	Oto	Inv	Prim	Prim-Ver	Oto-Inv	
Alfalfa 1° año (A1)	1304			1006	3869			2535	9750	696	211	2480
Alfalfa 2° año (A2)	248	1823	1585	824	3567	4485	3900	2028	8775	970	506	3825
Alfalfa 3° año (A3a)	248	877	802	418	1804	2048	1872	975	4212	483	256	1913
Alfalfa 3° año (A3b)	124	877	802			2048	1872			158	168	782
Avena pastoreo (Av)	411		1746	1293			4556	3375			550	2152
Sorgo Forrajero pastoreo (SFP)	461	3853			1147	8400			2500	548		3108
Soja para pastoreo (SjP)	480	2400			600	5760			1440	507		1593
Campo Natural (CN)	-		384	250	710		768	518	1411	89	80	679
C. Natural Mejorado (CNM)	156	810	540	359	999	1620	1080	729	1984	271	134	1364
Otra Pastura (Pastura)	788	312	1070	1300	817	735	2520	3063	1925	202	424	1502
Rastrojo Trigo (RTg)	254				2000				3200	72		1700
Rastrojo Maíz (RMz)	175		3000				4500				125	210
Rastrojo Sorgo (RSg)	175		2500				3625				180	2040

⁵⁴ Fuente: Elaboración propia en base a información aportada por datos de la cátedra de producción de forrajes de la FCA y en base a datos publicados por Gagiotti et al. (1996)

Las denominadas “otras pasturas” son consociaciones de tréboles y gramíneas⁵⁵, su costo anual (gastos más la cuota de amortización) se estimó en 788\$/ha.

En el caso de los rastrojos, los gastos se deben al picado de los mismos, que se realizan para lograr un mejor aprovechamiento por parte de los animales.

En la Tabla 25 se muestran las principales características nutritivas de los forrajes conservados y el costo por kilo de materia seca de cada uno.

Tabla 25. Costo por kilo de materia seca y aportes de los forrajes conservados⁵⁶

	\$/KgMS	Energía (Mcal/KgMS)	Proteína % s/KgMS	FDN % s/KgMS
Rollos de alfalfa	0,25	1,97	19	54
Rollos de moha	0,22	2	11	74
Rollos de avena	0,24	2,6	10	74
Silo de alfalfa	0,31	2,14	19	49
Silo de maíz	0,27	2,1	8	57
Silo de sorgo	0,25	2,1	11	61
Silo de soja	0,27	2,34	18	49
Grano húmedo de maíz	0,30	3,14	9	18
Grano húmedo de sorgo	0,23	2,82	10	26
Grano seco de maíz	0,25	3,03	9,6	21,7
Grano seco de sorgo	0,18	2,7	9	22,3

Los costos de los forrajes conservados se estiman, en cada caso, considerando:

Rollos de alfalfa: se supone la confección en promedio de 2 a 3 rollos de 560KgMS por corte y por hectárea de alfalfa, 70\$/rollo (solo la confección, porque la implantación de la pastura y su mantenimiento anual se consideran por separado)

Silo de alfalfa: se supone la confección de una bolsa de 75mt. Su costo de confección es de 28630\$/bolsa

Rollos de avena y moha: Se considera el costo de implantación de 1 hectárea de verdeo mas la confección de 8 rollos/ha de moha y 7 rollos/ha de avena, en promedio. Por lo tanto el costo por hectárea de moha para rollos es de 818\$/ha y el de la avena para rollos de 835\$/ha (un rollo de moha pesa 450KgMS y uno de avena 500KgMS).

⁵⁵ La consociación está compuesta por 1Kg/ha de trébol rojo (*Trifolium pratense*), 0,5Kg/ha de trébol blanco (*Trifolium repens*) y 15Kg/ha de cebadilla (*Bromus sp.*)

⁵⁶ Fuente. Elaboración propia. Aportes nutricionales en base a datos de Gagiotti et al. (1996)

Silos de maíz, sorgo y soja: los costos se calculan por hectárea e incluyen, en cada caso, el costo de implantación de los cultivos más los costos derivados del proceso de ensilado (corte, picado y embolsado). Los costos son, respectivamente 2634\$/ha, 2265\$/ha y 2221\$/ha, para los silos de planta entera de maíz, sorgo y soja.

Maíz y sorgo para grano húmedo: se suman los costos de implantación por hectárea más los costos correspondientes al embolsado de los granos producidos en una unidad de superficie. El costo estimado del grano húmedo de maíz es 1724\$/ha, en tanto que el correspondiente al grano húmedo de sorgo es 994\$/ha.

Maíz y sorgo para grano seco consideran, además del costo de implantación de una hectárea del cultivo correspondiente, la cosecha y acondicionamiento de los granos obtenidos en esa superficie, resultando 1801\$/ha para el caso del maíz y 1035\$/ha para el sorgo.

En los tres tamaños de tambo, se presenta como alternativa la compra de los alimentos concentrados en comercios locales; en la Tabla 26 se muestran los costos por kilo de materia seca y las características nutricionales de cada uno de ellos.

Tabla 26. Costo por kilo de materia seca y aportes de los alimentos concentrados⁵⁷

	\$/KgMS	Energía (Mcal/KgMS)	Proteína % s/KgMS	FDN % s/KgMS
Grano maíz	0,59	3,03	9,6	21,7
Grano sorgo	0,47	2,7	9	22,3
Semilla algodón	0,48	3,8	22,5	47,1
Sojilla	0,8	2,35	24,7	63,5
Expeller de soja	1,7	3,2	43,8	34,3
Poroto de soja	1,14	3,6	42,8	13
Balanceado parto	0,84	2,8	17,7	17
Balanceado 16% vaca lechera	1,05	1,7	17	21
Sustituto lácteo (\$/bolsa) ⁵⁸	221	(-)	(-)	(-)
Balanceado iniciador	1,05	(-)	(-)	(-)
Balanceado cría	0,81	(-)	(-)	(-)

Las categorías animales que conforman los rodeos de los tres modelos son las vacas totales (vacas en ordeño mas vacas secas), terneras y terneros de estaca,

⁵⁷ Fuente. Elaboración propia. Aportes nutricionales en base a datos de Gagiotti et al. (1996)

⁵⁸ Con una bolsa de sustituto lácteo se pueden preparar 240 litros. El precio se expresa en pesos por bolsa. (-) Datos no utilizados.

vaquillas (R1 ó recria 1) y vaquillonas (R2 ó recria 2). La unidad base de análisis es la vaca; se trata de animales de raza Holando Argentino.

Con respecto a las vacas, existen tres alternativas para cada modelo, que dependen básicamente de aspectos productivos y reproductivos. Esto se representa en la Tabla 27.

Tabla 27. Características de los animales

	Vaca A	Vaca B	Vaca C
Peso promedio (Kg/cab)	580	580	580
Producción individual (lt.leche/día)	12	17	20
Pico máximo de prod a los 60-65 días posteriores al parto (lt/día)	17-18	28-29	33-34
Duración de la lactancia (meses) ⁵⁹	10	11	11
Producción por lactancia (lt.leche)	3448	5711	6652
Intervalo parto-parto (días)	360	400	400
Relación VO/VT (%)	85	85	85
Tasa parición (%)	79	87	87
Mortandad de adultos (%)	4	4	4
Descartes (rechazos) (%)	21	21	21

Un promedio que ronda el 20-25% de las vacas del rodeo productivo se considera que son descartadas anualmente por diferentes motivos (el porcentaje de descarte considerado en la matriz fue 21%). Según los asesores encuestados, de los vientres que se descartan anualmente, la mitad aproximadamente se vende por problemas reproductivos (las vacas no vuelven a quedar preñadas ó tienen problemas de ubre, etc.) ó por alguna enfermedad que no afecta el estado general corporal de la vaca. Por lo tanto, la misma, finaliza su periodo de lactancia y, generalmente, se encuentra en buen estado corporal pudiendo ser vendida dentro de la categoría “vaca de consumo”. El resto del refugo (la otra mitad) se descarta por tratarse de animales viejos o que tienen alguna enfermedad ó problemas que afectan negativamente el estado corporal del vientre, razón por la cual son vendidas dentro de la categoría “vacas conserva”⁶⁰.

⁵⁹ Una lactancia comprende el periodo desde que la vaca tiene un parto, hasta que es secada, o sea, que no se ordeña más.

⁶⁰ En este sentido, los asesores explican que no es común que los productores retengan lotes de vacas de refugo para engordarlas y cambiar su categoría (por ejemplo de vaca conserva a vaca consumo) Suele pasar que, esperando algún refugo inminente, guarden unas pocas vacas para armar un lote de venta, pero por lo general estos animales se destinan a lotes de forrajes mala calidad, donde pierden estado corporal. No los destinan a lotes de forrajes de buena calidad porque, a los productores les genera una complicación adicional en la disposición de potreros que normalmente son destinados a vacas en producción o sus crías y el manejo mismo de los animales.

Las vacas para consumo son animales gordos (450-500Kg) y por lo general jóvenes, las vacas conserva son flacas (300-500Kg).

El 25% de animales que salen del rodeo, por muerte o descarte, se reemplaza con vaquillonas (de reproducción propia o de compra). Se supone que se realiza inseminación artificial en el rodeo, por lo tanto se asume la inexistencia de toros en los tres modelos. Además, se realiza control lechero y se encierran los animales durante el período de parto. Las vacas, requieren alimentos (materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro) para vivir, reproducirse y producir leche. Estos requerimientos dependen de la producción individual de leche del animal (con un determinado nivel de proteína, grasa y lactosa) y del estado reproductivo por el que estén atravesando⁶¹, sumado a su propio metabolismo basal, motivo por el cual, los requerimientos de las Vacas A, Vacas B y Vacas C difieren entre sí.

Terneritas y terneros de estaca: Ingresan a estaca los animales recién descalostrados, con un peso promedio de 40Kg y llegan a pesar 60-70Kg aproximadamente al finalizar el periodo. Según el sistema tradicional esta etapa dura 60 días, durante la misma se suministra una cantidad constante de leche ó sustituto lácteo a cada animal, cuatro litros por día (equivalentes al 8 a 10 % de PV), repartidos en dos tomas, dieta a la cual se le agrega un balanceado iniciador ó grano de maíz, desde los primeros días. El porcentaje de mortandad durante este periodo es de aproximadamente 12%. Previo al periodo de estaca, existe un periodo que abarca 2 ó 3 días en el que los animales recién nacidos solo consumen el calostro de la madre.

La etapa de recría 1 (R1) dura aproximadamente dos meses, después del periodo de estaca, y se logra una vaquilla de cuatro a cinco meses de edad, con un peso promedio de 110 a 120 Kg. Estos animales pueden consumir pastos tiernos (alfalfa en pié o rollos de alfalfa de excelente calidad), y 90Kg durante todo el periodo de grano de maíz o balanceado de cría. La mortandad ronda el 4%

Con respecto a la recría 2, se modela la posibilidad de realizar dos niveles de intensidad de recría de la vaquillona, que dependen básicamente del plano nutricional;

⁶¹ En este sentido, una vaca puede encontrarse atravesando por la lactancia temprana (primeros 3 meses de lactancia, con una preñez de menos de una mes), lactancia media (entre los 3 y los 6 meses de lactancia con una preñez de 1 a 4 meses) o una lactancia avanzada (últimos 3 a 4 meses de lactancia, dependiendo esto de la duración total de la lactancia, con una preñez de 4 a 7 meses. Una vez finalizado la lactancia, la vaca se encuentra "seca" (no produce leche) con una preñez avanzada de 8 meses, o "seca con preñez adelantada" lo que indica que se encuentra próxima a parir (le falta menos de una mes) y sin producir leche.

las vaquillonas R2A, requieren menos cantidad de materia seca que las vaquillonas R2B, pero de mejor calidad. La mortandad considerada en esta etapa es del 4%.

- Vaquillonas R2 (A): Ingresan a esta etapa con 100-120Kg y con cuatro a cinco meses de edad y llegan a pesar 320-350Kg, momento en el cual se les brinda servicio. En este periodo, el aumento de peso diario es de aproximadamente 500 gramos por lo que llegan al peso de servicio a los 20 meses de edad (el período R2 dura 16 meses) Esta categoría pare e ingresa al rodeo productivo a los 29 meses de edad.

- Vaquillonas R2 (B): También ingresan a esta etapa con 100-120Kg y con cuatro a cinco meses de edad y llegan a pesar 320-350Kg al momento de servicio. Este aumento de peso (de 100-120Kg a 320-350Kg) se realiza en este caso en 24 meses (la ganancia diaria de peso vivo es de aproximadamente 300-400 gramos) pudiendo ser preñada a los 29 meses de edad. Esta categoría pare e ingresa al rodeo productivo a los 37 meses de edad.

Respecto a los requerimientos de materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro de los animales del rodeo, como se menciona en la metodología, se utilizan para su cálculo las fórmulas del NRC 2001.

Los requerimientos en materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro, de cada categoría durante el tiempo que pasa en determinada etapa, se muestran en la Tabla 28.

En la Tabla 29 se muestran los gastos de sanidad y reproducción de las vacas y vaquillonas R2 y los gastos de sanidad de las demás categorías, es decir, gastos de mantenimiento sin incluir la alimentación y la mano de obra, porque se contemplan por separado. Además, se exponen los precios de compra y de venta considerados para las diferentes categorías.

Tabla 28. Requerimientos de diferentes categorías de animales⁶²

	Requerimientos de materia seca (KgMS)	Energía (Mcal)	Proteína (KgPr)	FDN (KgFDN)
Vacas A	5683	11277	740	2606
Vacas B	7129	15100	1055	3134
Vacas C	7500	16421	1183	3243
Vacas A (preparto)	413,5	813	47,5	214
Vacas B (preparto)	425	836	49	219
Vacas C (preparto)	407	806	48	211
Vaq. Preñadas	2227	4523	252	1157
Vaq. Preparto	276	739	48	219
Vaquillonas R2 A	2930	6085	331	1415
Vaquillonas R2 B	4724	8802	498	2209
Vaquillas R1	138	405	22,5	54
Terneros/as estaca	55	235	12	26

Tabla 29. Gastos en sanidad y reproducción, precios de compra y precios de venta de las diferentes categorías⁶³

	Gastos (\$/cab)	Precio de compra (\$/cab)	Precio de venta (\$/cab)
Vaca	199	-	Consumo: 4585 Conserva: 2880
Tenera de estaca	4,3	-	452
Vaquilla R1	12	-	645
Vaquillona R2	22	3521	3185
Vaquillona Preñada	50	-	-
Vaquillona preparto	-	7171	6579
Terneros descalostrados	-	-	270
Terneros de estaca	4,3	-	378

Con respecto a la comercialización de la leche producida en los establecimientos, se considera un precio de 1,2 \$/l.

Respecto a la mano de obra, como ya fuera mencionado en metodología, el cálculo de los requerimientos de mano de obra por cada vaca se realizó en base a Taverna (2008). Para el cálculo de los coeficientes se supone además que las mismas personas que realizan las labores de ordeño (durante aproximadamente 90 minutos

⁶² Vacas: desde parto hasta 1 mes previo al parto siguiente; Preparto (vacas y vaquillonas): periodo comprendido dentro de los 30 días previos al parto.

⁶³ Los gastos de sanidad no incluyen honorarios del veterinario. Los precios de compra y venta incluyen gastos de comercialización. En el caso de los terneros de estaca, en el precio de venta ya se descontaron los gastos de sanidad. Fuente: precios proporcionados por la Coop. Guillermo Lehmann y comercios de la zona.

por rutina) son las que luego realizan las demás tareas del campo⁶⁴. Dentro de esas tareas diarias se incluyen el arreo de la hacienda, la limpieza de las instalaciones luego de cada ordeño, la preparación de las raciones, la alimentación, el cuidado y la atención del rodeo, la toma de registros, el desmalezado, y el mantenimiento de alambrados y equipos. Se asume también que en todos los tambos participa mano de obra familiar y contratada, porque es lo que se produce con mayor frecuencia en los tambos caracterizados (a excepción de los tambos pequeños en los que esta situación se genera en poco menos de la mitad de los casos), en distinta proporción de acuerdo a los resultados de la caracterización (30%MOF en tambos grandes, 35%MOF en tambos medianos, 40%MOF en tambos pequeños, por ser los valores más frecuentes de mano de obra familiar sobre la total). De cualquier manera, la mano de obra familiar se valora a costo de oportunidad (como si se contratara) debido a que son factores de la producción que tarde o temprano deben ser retribuidos si se pretende mantenerlos en el sistema.

Por último, en relación a la estructura de las instalaciones, ya fue mencionada su forma de cálculo en la sección que describe la metodología. Solo se agrega aquí que las alternativas de tamaños de instalaciones, dependen del modelo (tamaño de tambo). En este sentido, en la Tabla 30 se muestran las características básicas de las instalaciones de cada modelo. La rutina de ordeño dura 90 minutos. El tiempo de ordeño de un animal aumenta a medida que lo hace su producción individual, por lo tanto, la capacidad de las instalaciones para una rutina de ordeño de una duración determinada, disminuye a medida que aumenta la producción de los animales. En la Tabla 30 se muestran las cantidades extremas, de acuerdo a las producciones supuestas, de vacas que se pueden ordeñar en cada tipo de instalación (el primer valor hace referencia a vacas de 20 litros de leche diarios y, el segundo, a vacas de 12 litros de producción diaria)

⁶⁴ Es común en la zona que, quienes se encargan de realizar las labores diarias de ordeño, sean las mismas personas que realizan las demás tareas diarias del establecimiento.

Tabla 30. Características de las instalaciones de tambo propuestas en cada uno de los modelos ⁶⁵

	Instalación I	Instalación II	Instalación III
Características básicas	Espina de pescado, ordeño en línea, simple punto.		
N° de bajadas	10	14	20
Capac. de ordeño en 90 minutos (cab)	169-224	236-314	338-449
Valor de la inversión (\$)	389355	458200	536181
Costos fijos (\$/año)	47854	58332	63712
Alternativas para modelo tambo pequeño	Si	Si	No
Alternativas para modelo tambo mediano	No	Si	Si
Alternativas para modelo tambo grande	No	Si	Si

En los tres casos, se trata de instalaciones de ordeño típicas de la zona de estudio, modestas, con paredes de cemento embolsado, bretes de mampostería, bomba de agua, electricidad base instalada.

Durante las rutinas de ordeño, se consume electricidad y elementos de limpieza. Los gastos de limpieza dependen directamente del número de animales en ordeño, en tanto que la electricidad depende directamente de la duración del ordeño e indirectamente del número de animales. Por vaca, los gastos variables son: 51\$ por vaca de 12 litros de leche diarios y 56\$ por vaca que produce entre 17 y 20 litros por día.

4.1.2. Construcción de la matriz base de los tres modelos de tambo.

A partir de los datos de superficie presentados en la Tabla 19, y considerando las actividades agrícola-ganaderas que con mayor frecuencia se realizan en el departamento, se construyen tres matrices de programación lineal, que permiten modelizar a cada uno de los tres sistemas de producción predominantemente tamberos identificados en el departamento Las Colonias, denominados “tambo grande”, “tambo mediano” y “tambo pequeño” en función de su producción diaria de leche y de su superficie.

A fin de facilitar el planteo del modelo y el análisis de los resultados, las actividades o alternativas planteadas se agrupan según sus características productivas o de destino en:

⁶⁵ Cálculo de instalaciones en base a Schilder et al. (1992). Los costos provienen de vendedores de insumos para tambos de la zona.

a- Actividades de Producción Vegetal: agrupa actividades que compiten por el uso del suelo. Comprenden la producción de cultivos agrícolas (de cosecha) y de forrajes para consumo en pie o conservados por parte de los animales; por lo tanto, en este grupo de actividades se consideran también la confección de reservas y las transferencias de alimentos hacia diferentes épocas del año.

b- Actividades de compra de alimentos: se incluye la compra de alimentos concentrados para cada categoría animal que compone el rodeo. Estos alimentos no ocupan superficie, y aportan a los animales materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro.

c- Actividades ganaderas: agrupan a la producción animal propiamente dicha, a la venta de leche ó su transferencia a los terneros, y a las actividades que representan la venta de carne derivada del tambo (coproducto) y la compra de animales.

d- Actividades de mano de obra: es una actividad que modela la cantidad necesaria de personas que se requiere en cada modelo, en base al número de vacas.

e- Actividades de estructura (instalaciones de ordeño): donde se agrupan las actividades que modelan el tipo de instalación requerida en el tambo, de acuerdo a la capacidad que estas poseen y al número de vacas que deben ordeñarse diariamente (costos variables).

Con respecto a las restricciones impuestas al modelo, se regula principalmente el uso de la tierra y del forraje, la transferencia de animales y mano de obra y estructura:

a- Restricciones de superficie: Agrupa las restricciones impuestas por uso de suelo agrícola y ganadero, la máxima superficie disponible para arrendamiento, las rotaciones y conservación de suelos.

b- Restricciones de transferencia: Por un lado, agrupa las transferencias de materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro, hacia diferentes épocas del año ó hacia diferentes usos alternativos (por ejemplo, pastoreo ó confección de forrajes conservados), por otro lado agrupa a las transferencias de animales hacia diferentes categorías.

c- Permisos de uso de la leche producida en el tambo. Permiso para consumo interno ó venta a industria.

d- Restricciones de alimentación y ganado (balance entre aportes nutricionales por parte de los alimentos y requerimientos nutricionales de los animales). Dentro de este grupo se incluyen restricciones de máximo ó mínimo uso de determinados alimentos, y algunos permisos especiales.

e- Restricciones de mano de obra, y

f- Restricciones de estructura (Instalaciones)

Solo en las restricciones de uso de suelo (agrícola y ganadero) y de máximo arrendamiento, el coeficiente “ b_i ” es distinto de cero, porque existe una disponibilidad del recurso considerado que no puede superarse (existe una determinada disponibilidad de suelo de aptitud agrícola y de suelo de aptitud ganadera, así como también una máxima cantidad de hectáreas de aptitud agrícola posibles de arrendar). Para todas las demás restricciones, el coeficiente “del lado derecho de la matriz” es cero, porque la provisión de los recursos se resuelve internamente en el modelo, suponiéndose que no hay disponibilidad inicial de recursos.

Como se adelantara en Materiales y Métodos, la matriz confeccionada posee un tamaño de 191 actividades y 104 restricciones. La Tabla 31 es una representación simplificada de la misma. Los números entre paréntesis indican respectivamente la cantidad de filas y columnas existentes en la matriz; en tanto que los corchetes señalan que la variable correspondiente (instalaciones y mano de obra) es tratada como entera.

En base a la limitación de superficie, se busca obtener una solución para cada tamaño de tambo que maximice su respectiva función objetivo, expresada en términos económicos como Margen Bruto Total.

A continuación, se detallan las actividades y las restricciones que conforman la matriz

4.1.2.1. Actividades

En el anexo II se transcriben, una a una, las actividades que componen las matrices de tambos pequeños, medianos y grandes.

4.1.2.1.1. Actividades de Producción Vegetal

La submatriz de producción vegetal está compuesta por 80 actividades⁶⁶, dentro de las cuales se incluyen los cultivos agrícolas (cuyo destino es la venta de granos), los forrajes (cultivos que tienen como fin la alimentación de los animales, ya sea como forraje en pie o conservado) y algunas actividades de transferencia de materia seca de los forrajes producidos (asociadas a su contenido de energía, proteína y fibra de detergente neutro) a diferentes épocas del año o usos.

4.1.2.1.1.1. Cultivos agrícolas

Son 5 actividades: Trigo 1 (*Tg1*), Soja de 1° (*Sj1*), Soja de 2° (*Sj2*), Maíz (*Mz*) y Sorgo (*Sg*). Todas se expresan en hectárea y aportan a la función objetivo sus respectivos márgenes brutos. Todas requieren superficie de suelo de aptitud agrícola en determinados momentos del año. Trigo, maíz y sorgo aportan rastrojos para ser consumidos por los animales del tambo (vacas en producción y durante el primer mes de secas, vaquillonas R2 y vaquillonas preñadas hasta el 8 mes de gestación)

4.1.2.1.1.2. Forrajes

Se incluyen aquí los forrajes para consumo en pie (verdeos y pasturas), los forrajes para confección de reservas voluminosas (rollos, silos, etc.) o de concentrados (granos de cultivos, húmedos o secos) y las actividades de transferencia de la materia seca (asociada a energía, proteína y fibra) que produce cada uno de los forrajes. Además, se proponen las alternativas de uso de los rastrojos de cosecha de trigo (*RTg*), maíz

⁶⁶ Si se consideran las denominaciones establecidas por Frank, 1998, y mencionadas en materiales y métodos, la submatriz vegetal posee: 6 actividades propiamente dichas (cultivos agrícolas); 21 ramas productoras de bienes y servicios intermedios (forrajeras); 3 partes de una actividad propiamente dicha (rastrojos para pastoreo); 50 actividades de transferencia (de materia seca y demás nutrientes). Dentro de las actividades propiamente dichas se pueden mencionar 2 procesos (trigo con bajo nivel de fertilización y trigo con alto nivel de fertilización). También se incluyen 3 rotación (trigo - soja de 2° / alfalfa 1 - alfalfa 2 / alfalfa 2 - alfalfa 3).

(*RMz*) y sorgo (*RSg*), como alimento voluminoso para los animales del tambo. Por lo mencionado, la submatriz forrajera está conformada por 74 actividades.

a) Pasturas de base alfalfa

Duran, en promedio, dos años y medio a tres años como ya se mencionara. Por lo tanto, para representar sendas duraciones de alfalfas, se conforman cuatro actividades: alfalfa de primer año, alfalfa de segundo año, alfalfa de tercer año “a” (transcurre todo el tercer año en el lote) y alfalfa de tercer año “b” (con permanencia en el lote hasta el mes de junio del tercer año, permitiendo de esta manera la siembra de otro cultivo). Se expresan en hectárea. La función objetivo de alfalfa de primer año es igual a la suma del costo de implantación más los gastos de mantenimiento en los que se incurra en ese mismo año; la función objetivo del segundo y tercer año es igual a los gastos en los que se incurre cada año, en cuestiones de mantenimiento

Las pasturas de alfalfas de 1ero., de 2do. y de 3er. año tienen dos destinos: pueden ser pastoreadas directamente por los animales o utilizadas para confeccionar reservas (silo y rollos).

a.1) Alfalfas para pastoreo

Son cuatro actividades que transfieren la materia seca implantada al uso directo por parte del ganado. La transferencia se realiza según época del año por lo que resultan las actividades: alfalfa pastoreo primavera, alfalfa pastoreo verano, alfalfa pastoreo otoño y alfalfa pastoreo invierno. Se expresan en kilos de materia seca y, su función objetivo es cero. Estas actividades de transferencia posibilitan el traslado de materia seca, energía, proteína y fibra desde las actividades propiamente dichas de pastura de alfalfa hacia las categorías de animales que pastorean (vacas -excepto aquellas que se encuentran en parto- vaquillonas preñadas -hasta el momento de encierre- y vaquillonas R2).

a.2) Alfalfas para corte y confección de reservas

Debido a que las reservas pueden realizarse en la época del año en la que se genere un excedente de forraje, se plantean cuatro actividades de corte de alfalfa para confeccionar reservas (alfalfa para reservas verano, otoño, invierno ó primavera). Se expresan en kilos de materia seca, y por ser actividades de transferencia la función objetivo de las mismas es cero.

Las cuatro actividades de alfalfa para reserva, reciben la producción de materia seca por hectárea (con sus nutrientes) de las pasturas de 1ero., 2do. y 3er. año, y las transfieren a las actividades de confección de rollos o de silo bolsas. Por lo tanto, confección de rollos de alfalfa y confección de silo de alfalfa compiten por el uso del recurso (KgMS de alfalfa)

a.2.1) Rollo de alfalfa

La función objetivo de esta actividad, que se expresa en unidades de rollos, es el costo del corte de la alfalfa y la confección de un rollo de 560 KgMS. Esta actividad propiamente dicha aporta kilos de materia seca, energía, proteína y fibra a las actividades de transferencia de rollos de alfalfa, que son las que posibilitan que esos elementos lleguen en cada época del año a las categorías de animales que los consumen. Si bien un rollo promedio tiene un peso de 560Kg. se considera la pérdida de un 20% de materia seca por confección y suministro.

La transferencia de rollos de alfalfa a vacas en pastoreo, a vaquillonas R2, en las diferentes épocas del año, se realiza a través de cuatro actividades que se expresan en kilos de materia seca: transferencia de rollos de alfalfa primavera, transferencia de rollos de alfalfa verano, transferencia de rollos de alfalfa otoño y transferencia de rollos de alfalfa invierno. La función objetivo de estas actividades de transferencia es cero. Aportan la materia seca, energía, proteína y fibra a los animales.

a.2.2) Silo de alfalfa

Se expresa en bolsas de silo de 75m de largo. La función objetivo de esta actividad, es el costo de corte de la alfalfa y confección de la denominada bolsa, que contiene aproximadamente 92600 KgMS.

Como en el caso de los rollos, la materia seca (descontándose un 20% por pérdidas de confección y suministro), energía, proteína y fibra del silo se difieren a distintas épocas del año a través de cuatro actividades de transferencia, que se expresan también en kilos de materia seca: transferencia de silo de alfalfa a primavera, transferencia de silo de alfalfa a verano, transferencia de silo de alfalfa a otoño y transferencia de silo de alfalfa a invierno. La función objetivo de estas actividades es cero.

b) Verdeos

Al igual que en el caso de la alfalfa, pueden ser pastoreados directamente por los animales, ó pueden ser utilizados para confeccionar reservas (rollos, silos, granos húmedos ó secos)

b.1) Verdeos para pastoreo directo

Se modelaron los verdeos frecuentemente utilizados en la zona de estudio: avena, sorgo forrajero y soja. Cada una de estas actividades propiamente dichas se expresan en hectárea, y la función objetivo de cada una es igual a los respectivos costos de implantación de los cultivos. Estas actividades aportan materia seca y, por consiguiente, energía, proteína y fibra, a los animales en diferentes épocas del año.

b.2) Verdeos para confección de reservas

Las actividades moha para rollos y avena para rollos, se expresan en hectáreas. La función objetivo de las mismas es igual a la suma del costo de implantación de cada cultivo más el costo de confección de los respectivos rollos por hectárea⁶⁷.

Soja, maíz y sorgo para silo de planta entera son otras actividades que también se expresan por unidad de superficie. La función objetivo de cada una corresponde al costo de implantación de los cultivos más los costos derivados del proceso de ensilado (corte, picado y embolsado).

Las actividades de Maíz y sorgo para grano húmedo poseen como función objetivo la suma de los costos de implantación por hectárea más los costos correspondientes al embolsado de los granos producidos en una unidad de superficie.

Por último, las funciones objetivos de maíz y sorgo para grano seco consideran, además del costo de implantación de una hectárea del cultivo correspondiente, la cosecha y acondicionamiento de los granos obtenidos en esa superficie.

La materia seca, energía, proteína y fibras aportadas por las reservas de verdeos se distribuyen a lo largo del año, mediante sus respectivas actividades de transferencia, para ser aprovechadas por los animales del tambo. Es decir, que existen cuatro actividades de transferencia por cada una de las actividades propiamente

⁶⁷ Como ya se mencionó, en la zona se obtienen, en promedio, 8 rollos por hectárea de moha, y 7 rollos por hectárea de avena, según datos aportados por especialistas.

dichas de cultivos para reservas, cuyos aportes a la función objetivo son iguales a cero.

c) Rastrojos de cultivos agrícolas

Se propone la posibilidad de aprovechar los rastrojos de trigo, maíz y sorgo por parte de los animales. La función objetivo de estas actividades es el igual al costo del picado de los mismos (se pican para lograr un mejor aprovechamiento por parte de los animales).

Los cultivos para cosecha de granos y sus rastrojos, las pasturas de alfalfa y los verdes para consumo en pie ó confección de reservas ocupan suelos de aptitud agrícola, por lo tanto compiten entre sí por el uso de este recurso.

d) Campo natural y otras pasturas

Son tres actividades, todas expresadas en unidades de superficie (hectárea). La función objetivo del campo natural es cero por los motivos mencionados en los supuestos del modelo. La función objetivo del campo natural mejorado corresponde al gasto en el que se incurre para realizar la fertilización con 80Kg/ha de urea por año, en tanto que la función objetivo de la pastura permanente a base de trébol (trébol blanco, trébol rojo) y cebadilla es igual a la suma de los gastos de mantenimiento y la cuota de amortización correspondiente al año planteado (por unidad de superficie) ya que este tipo de pasturas suele durar varios años.

Estas actividades requieren suelo de clase ganadera, por lo que compiten entre sí por el uso del recurso suelo, pero no compiten con las demás forrajeras y cultivos para cosecha. Aportan a vacas, vaquillonas R2 y vaquillonas preñadas (en pastoreo), materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro.

4.1.2.1.2. Actividades de Compra de Alimentos

Se proponen 26 actividades propiamente dichas que hacen referencia a las alternativas de compra de alimentos concentrados para cada categoría animal que compone el rodeo y 23 actividades de transferencia de estos concentrados.

Las actividades de compra de concentrados son: sustituto lácteo, balanceado iniciador, balanceado de recría, grano de maíz, grano de sorgo, semillas de algodón (una actividad por estación), sojilla (una por estación), porotos de soja (una por

estación), expeller de soja (una por estación), balanceado parto y balanceado 16% para vacas lecheras (una por estación). Se expresan en kilos de materia seca, excepto el sustituto lácteo que se mide en unidades de bolsas. La función objetivo de las actividades propiamente dichas es el precio de mercado de las unidades de los diferentes insumos, en tanto que la función objetivo de las actividades de transferencia es cero.

Estos alimentos no ocupan superficie (recurso suelo), pero, al igual que los alimentos producidos en el establecimiento, aportan a los animales materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro.

Existen 2 actividades, denominadas raciones (una para animales en pastoreo y otra para animales en parto). Estas actividades expresan los kilos de materia seca total de concentrados que consume cada uno de los dos grupos de animales. La función objetivo es cero.

4.1.2.1.3. Actividades de Ganaderas

En las tres matrices se conforman 62 actividades ganaderas; 32 modelan la producción animal propiamente; una actividad representa la venta de leche y otra refiere a la transferencia de leche a terneros; 20 actividades representan la venta de carne derivada del tambo y 8 a la compra de animales.⁶⁸

4.1.2.1.3.1. Producción Animal

Los requerimientos nutricionales de los animales difieren según la edad, el peso, y el estado reproductivo y productivo por el que están atravesando a lo largo del año. La oferta forrajera también sufre variaciones en cantidad y calidad a lo largo del año y junto con los alimentos comprados, determinan la carga animal y la estacionalidad de los servicios y por lo tanto de las pariciones.

a) Vacas

Como ya fuera mencionado, se proponen tres alternativas de vacas, de acuerdo a las producción individual de leche de cada una: VACA A produce 12 litros de leche por

⁶⁸ Considerando las denominaciones establecidas por Frank (1998) la submatriz ganadera está compuesta por: 29 actividades propiamente dichas (compra de animales, venta de leche y venta de animales); 32 ramas productoras de bienes y servicios intermedios (crianza de los animales); 1 actividad de transferencia (leche para los terneros).

día, VACA B produce 17 litros de leche por día, VACA C produce 20 litros de leche por día; cada una de estas tres vacas tiene la posibilidad de parir (y, por lo tanto, comenzar la lactancia) en cualquiera de las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), por lo tanto se modelan 12 actividades, que se expresan en número de vacas (A, B ó C) que paren en determinada estación del año. De esta manera, a partir del balance de la oferta y demanda de los alimentos, junto con el balance de la demanda y oferta de mano de obra, como solución de la matriz de programación lineal, se obtiene el número óptimo de pariciones en cada estación, con el fin de utilizar más eficientemente los recursos de la empresa. La función objetivo de cada una de las actividades es negativa, debido a que hace referencia a los gastos en los que se incurre en el año en aspectos sanitarios y reproductivos de la vaca, excepto la alimentación y mano de obra (ya que se consideran como actividades separadas). En la Tabla 32 se resumen las 12 actividades mencionadas.

Tabla 32. Actividades vacas, según características individuales y estación de parto

Alternativas de vacas	Alternativas de épocas de parición	Actividades
Vaca A	Parición verano	Vaca A, parición verano
		Vaca B, parición verano
		Vaca C, parición verano
Vaca B	Parición otoño	Vaca A, parición otoño
		Vaca B, parición otoño
		Vaca C, parición otoño
Vaca C	Parición invierno	Vaca A, parición invierno
		Vaca B, parición invierno
		Vaca C, parición invierno
Vaca C	Parición primavera	Vaca A, parición primavera
		Vaca B, parición primavera
		Vaca C, parición primavera

Las vacas, requieren alimentos (materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro) para vivir, reproducirse y producir leche. Además, requieren mano de obra (es decir, personas que se encarguen de realizar las labores diarias de ordeño, cuidado y alimentación de las mismas, como así también del cuidado diario y alimentación de las crías del rodeo lechero) Considerando los aportes, cada vaca del establecimiento debería proporcionar un ternero por año⁶⁹. Este aporte puede

⁶⁹ Pero esto depende del porcentaje de pariciones y del intervalo parto-parto.

generarse en cualquiera de las cuatro estaciones del año, dependiendo del momento en que se les haya brindado servicio a las vacas.

Considerando específicamente los terneros machos, estos se ofrecen a dos alternativas diferentes: o se venden descalostrados (a pocas horas de su nacimiento, una vez finalizado el período de consumo del calostro que proporciona su madre) ó se venden finalizado el período de estaca (con una edad de 60 días y un peso promedio de 100Kg) En el caso de las terneras, todas son aportadas a la actividad ternera de estaca (lo que implica que no existe la posibilidad de venderla una vez descalostradas). Por otro lado, se consideró un 21% de descarte o refugo de vacas totales, la mitad (10,5%) debe venderse dentro de la categoría consumo y la otra mitad (10,5%) como categoría conserva. Por lo tanto, cada una de las alternativas de vacas propuestas en la matriz ofrece 0,105 vacas para venta como categoría conserva y 0,105 vacas para venta como consumo (estos porcentajes fueron proporcionados por los asesores durante la entrevista) Por último, cada una de las alternativas de vacas aporta en el año su producción de leche total, es decir, la leche producida durante toda su lactancia (ver tabla 27). La leche tiene dos destinos, venta a la industria ó alimentación de los terneros de estaca.

b) Terneras de estaca (etapa lactante)

En el modelo se proponen cuatro actividades (ramas productoras de bienes y servicios intermedios) diferentes de terneras de estaca, tantas como alternativas de épocas de parición de vacas existen (por ejemplo, una vaca que pare en primavera, otorgará una ternera de estaca en la misma estación). Las actividades son: “ternera de estaca nacida en verano”, “ternera de estaca nacida en otoño”, “ternera de estaca nacida en invierno” ó “ternera de estaca nacida en primavera”. Se expresan en cantidad de cabezas, y la función objetivo de cada una es el correspondiente gasto sanitario, por lo que poseen signo negativo.

Cada una de las alternativas recibe 1 ternera aportada por las vacas en el momento de parición. Además, de acuerdo al planteo nutricional, cada ternera requiere en total para todo el periodo de estaca 240 litros de leche ó 1 bolsa de sustituto lácteo y 62,5 Kilogramos de grano de maíz ó balanceado iniciador.

Esta actividad aporta, también en cada estación del año, de acuerdo a su mes de nacimiento, una ternera⁷⁰ a la actividad “vaquilla R1” (para continuar con la recría propia de la hembra en el establecimiento), ó a la correspondiente actividad de venta.

c) Vaquillas R1 (Recría 1)

Para modelizar esta etapa, se confeccionan cuatro actividades (porque el ingreso a la categoría depende del momento del año en que hagan el aporte de animales las actividades “terneras de estaca”) Estas actividades son: “vaquillas R1 verano”, “vaquillas R1 otoño”, “vaquillas R1 invierno” y “vaquillas R1 primavera”. Se expresan en cantidad de cabezas, siendo la función objetivo igual a los gastos sanitarios en los que se incurre durante el periodo (vacunaciones, desparasitaciones, caravaneo)

A estos animales, para satisfacer sus requerimientos nutricionales, se les brinda la posibilidad de consumir, por un lado, 90Kg (durante todo el periodo) de grano de maíz, ó balanceado de recría, y por otro lado, alfalfa de pastoreo ó rollo de alfalfa. Además, requieren que las actividades “terneras de estaca” les aporten una ternera.

Una vaquilla R1 aporta 0,96 cabezas a la correspondiente actividad de venta ó, para seguir la recría en el propio establecimiento, a la correspondiente actividad Vaquillona R2.

d) Vaquillonas R2 (Recría 2)

Se proponen, como ya fuera mencionado, dos niveles nutricionales alternativos. Además, cada una de las alternativas de vaquillonas R2, depende de la ternera que le dio origen. Entonces, por cada uno de los dos niveles nutricionales se modelan cuatro actividades de vaquillonas R2 (primavera, verano, otoño e invierno). Las 8 actividades de vaquillonas también se expresan en número de cabezas, y aportan a la función objetivo sus correspondientes gastos sanitarios.

Ambas posibilidades de recría 2 de vaquillonas requieren que las actividades “vaquillas R1” le aporten un animal, por lo que compiten entre sí. Además poseen requerimientos alimenticios (materia seca, proteína, energía y fibra de detergente neutro).

⁷⁰ En realidad la actividad “terneras de estaca” no aporta 1 ternera, sino 0,88 terneras. Esto es así debido a que se descuenta el porcentaje de mortandad de menores existentes en el periodo de estaca.

La categoría (R2) consume los mismos alimentos que las vacas, por lo tanto, ambas categorías compiten por los recursos alimenticios del establecimiento. Por cada vaquillona R2 se pueden vender ó transferir al rodeo de vaquillonas preñadas 0,96 animales.

e) Vaquillonas Preñadas

Las actividades “vaquillonas preñadas” propuestas son cuatro: “vaquillona preñada verano”, “vaquillona preñada otoño”, “vaquillona preñada invierno” y “vaquillona preñada primavera”; y dependen del momento del año en que las vaquillonas R2 aporten su ejemplar para ser preñado y pasar a la nueva categoría. Al igual que en los casos precedentes, estas actividades se expresan en cabezas, y sus respectivas funciones objetivos son igual a sus gastos sanitarios, que incluyen vacunaciones obligatorias y reproducción (sincronización e inseminación artificial).

La etapa de preñez de las vaquillonas (al igual que las vacas) dura 9 meses, y se considera un porcentaje de mortandad de animales del 4%. Luego del parto, cada vaquillona aportará 0,96⁷¹ vacas al proceso productivo en la estación en la que se produzca el parto (una vaquillona preñada en verano, aporta una vaca al proceso productivo en primavera; una vaquillona preñada en otoño, hace su aporte en verano, y lo mismo en los dos casos restantes) Además, existe la posibilidad de que las vaquillonas preñadas se vendan como vaquillona de preñez adelantada (preparto), en caso de que la reposición sea de compra o de que haya un excedente de las mismas.⁷²

Las vaquillonas preñadas se encuentran en condiciones de pastoreo durante los primeros 8 meses de gestación y en condiciones de encierre el último mes (preparto). Por lo tanto, mientras pastorean, consumen los mismos alimentos que las vaquillonas R2 y las vacas en producción. En el mes de encierre (preparto) estas vaquillonas (al igual que las vacas en preparto) solo tienen la posibilidad de satisfacer sus requerimientos a través del consumo de rollos de moha ó de avena, grano húmedo de maíz o sorgo, silo de planta entera de maíz ó sorgo, granos de maíz o sorgo, ó balanceado preparto (por lo tanto, durante el periodo de preparto compiten por el uso de los alimentos con las vacas que se encuentran en su misma situación)

⁷¹ Aporta 0,96 vacas porque se descuenta el porcentaje de mortandad de vaquillonas preñadas.

⁷² Puede considerarse la ampliación del rodeo productivo, a través de la reposición propia o de compra, pero en este caso, se trabaja con un rodeo estabilizado, y por eso no se da la posibilidad de crecimiento.

4.1.2.1.3.2. *Venta de Carne derivada del tambo*

a) Venta de terneras de estaca

La época de venta de las terneras de estaca depende de la estación de nacimiento de la ternera, motivo por el cual se confeccionan cuatro alternativas de venta: “venta de ternera de estaca nacida en verano”, “venta de ternera de estaca nacida en otoño”, “venta de ternera de estaca nacida en invierno” ó “venta de ternera de estaca nacida en primavera”. Cada una de estas alternativas requiere que las correspondientes actividades “terneras de estaca” le aporten 1 animal. La función objetivo de cada una de estas cuatro actividades es el valor de venta de la ternera descontando los gastos de comercialización.

b) Venta de vaquillas R1

Como en el caso anterior, la época de venta se encuentra relacionada a la estación de nacimiento del animal. Se modelan cuatro actividades: “venta de vaquillas R1 verano”, “venta de vaquillas R1 otoño”, “venta de vaquillas R1 invierno” ó “venta de vaquillas R1 primavera” (épocas de venta de animales que nacieron, respectivamente, en primavera, otoño, invierno y verano) Por lo tanto, cada una de estas alternativas requiere que las correspondientes actividades “vaquilla R1” le aporten 1 animal. La función objetivo de cada una de estas cuatro actividades corresponde a los precios de mercado de cada animal (debido a que la actividad se expresa en número de animales) descontando los gastos de comercialización

c) Venta de vaquillonas R2

Las vaquillonas preservicio pueden venderse en primavera, verano, otoño ó invierno, dependiendo del momento en que las diferentes actividades “vaquillonas R2(A)” y “vaquillonas R2(B)” aporten el animal para venta o preñez. Estas actividades se expresan en número de cabezas; la función objetivo de esta alternativa es su valor de venta descontando los gastos de comercialización.

d) Venta de vaquillonas preñadas

Se propone la posibilidad de venta de las vaquillonas con preñez adelantada. La misma puede ser realizada en primavera, verano, otoño ó invierno (de acuerdo al momento probable de parición) por lo que se generan cuatro actividades diferentes de

venta de vaquillonas preparto. La función objetivo es el valor de mercado correspondiente a esta categoría descontando los gastos de comercialización. También se expresan en cantidad de cabezas. Estas actividades necesitan del aporte de un animal por parte de las actividades “vaquillonas preñadas”.

e) Venta de terneros descalostrados ó venta de terneros de estaca

Se modela una actividad de venta de terneros descalostrado, que se expresa en cantidad de terneros, y la función objetivo es el valor de mercado de este animal al que se le descuentan los gastos de comercialización. Esta actividad requiere que las vacas aporten terneros.

Por otro lado, se confecciona una actividad de venta de terneros de estaca, que compite por el uso del recurso “ternero” con la actividad “venta de terneros descalostrados”. Se expresa en cantidad de cabezas, y su función objetivo es igual al valor de mercado del ternero, descontados los gastos sanitarios (vacunaciones obligatorias) y los gastos de comercialización. Además, esta actividad (cada ternero), requiere (al igual que las terneras de estaca) 240 litros de leche ó de sustituto lácteo (4l/día) y 62,5Kg de grano de maíz ó balanceado.

f) Venta de vacas consumo y conserva

Se confeccionan sendas actividades, que se expresan en número de vacas y cuyas funciones objetivos son iguales a los precios de venta de cada una de las categorías, descontando los gastos de comercialización. Requieren que las actividades “vaca A, B ó C” aporten sus animales. No compiten por el uso de los recursos (vacas) porque se generan bajo el supuesto previo de que la mitad de las vacas rechazadas se venden como categoría consumo y la otra mitad como categoría conserva.

4.1.2.1.3.3. Compra de animales

Se proponen las posibilidades de comprar vaquillonas R2 pre-servicio ó vaquillonas con preñez adelantada para reponer el rodeo productivo.

Compra de vaquillonas R2 preservicio ó compra de vaquillonas preñadas

Son actividades propiamente dichas, al igual que las actividades de venta. Se expresan en número de animales. Sus funciones objetivos poseen signo negativo, por

tratarse de un gasto (corresponde al valor de mercado de los animales, incluyendo los gastos de comercialización)

Con respecto a las vaquillonas R2, la posibilidad de compra puede darse en diferentes estaciones del año, de acuerdo al momento en que se prevea reponer el rodeo productivo (vacas) Entonces se modelaron 4 actividades de compra de vaquillonas R2:

- “Compra de vaquillonas R2 preservicio verano”; esta vaquillona es preñada e ingresa a la actividad “vaquillona preñada” en verano y pare en primavera ingresando al rodeo productivo.
- “Compra de vaquillonas R2 preservicio otoño”, se preña en otoño y pare en verano.
- “Compra de vaquillonas R2 preservicio invierno”. Ingresa al rodeo productivo, luego de transcurrida su preñez, en otoño.
- “Compra de vaquillonas R2 preservicio primavera” que, una vez producido el parto, ingresa al rodeo productivo en invierno.

Estos animales requieren alimentos (de la misma manera que la R2B de recría propia, por lo que compiten por el uso de los recursos) y aportarán un animal a las alternativas de vaquillonas preñadas.

Se propone, también, la compra de vaquillonas con preñez adelantada. Estos animales transcurren el periodo de parto con los animales propios y, una vez que paren, integran el rodeo productivo. Las alternativas son “compra de vaquillona parto verano”, “compra de vaquillona parto otoño”, “compra de vaquillona parto invierno”, y “compra de vaquillona parto primavera”. Las vaquillonas con preñez adelantada requieren ser alimentadas durante el período de parto, por lo que competirán por el uso de tal recurso con los demás animales que atraviesen su misma situación. Además, cada una, aporta una vaca al rodeo productivo.

4.1.2.1.3.4. Venta de leche ó transferencia para consumo de terneras y terneros durante el periodo de estaca

Una de las alternativas propuestas para el uso de la leche producida por las vacas es el consumo en el propio establecimiento por los terneros y terneras de estaca, por

este motivo se modela la actividad de transferencia de leche a terneros. Se expresa en litros de leche y su función objetivo es cero por tratarse de una actividad de transferencia. Esta actividad requiere los aportes de leche por parte de las vacas, y aporta esa misma leche a los terneros y terneras de estaca.

El segundo destino de la leche producida en el tambo, es la venta a la industria. Se modela esta alternativa mediante la actividad propiamente dicha de venta de leche, que también se expresa en litros de leche y cuya función objetivo es el precio promedio pagado al productor por la industria (\$/l) en el año 2010 (actualizados a julio de 2010). Esta actividad requiere del aporte de la producción de leche de las vacas durante toda su lactancia.

Se destaca que, venta de leche y transferencia de leche a los terneros, son actividades que compiten por el uso de un recurso (leche), debido a que la leche que consumen los terneros no se puede vender (y viceversa).

4.1.2.1.4. Actividades de Mano de Obra

Se confecciona una actividad que modela la mano de obra; la misma se trata como una variable entera y su función objetivo es igual al salario que cobra una persona, en promedio, durante todo el año; la actividad se expresa en términos de cantidad de personas por año.

Esta actividad aporta 1 persona, que se puede encargar de ordeñar 112 vacas A, 94 vacas B ó 84 vacas C durante los 90 minutos que implicaría la tarea de ordeño, de acuerdo a lo mencionado en materiales y métodos sobre la forma de cálculo del coeficiente y considerando los supuestos bajo los que se confeccionan los modelos.

4.1.2.1.5. Actividades de estructura (Costos fijos y variables)

La capacidad de las instalaciones y equipos de ordeño y enfriado de la leche resultan restrictivas. Se plantean, entonces, tres dimensiones de instalaciones, cuyos tamaños se asocian a la dimensión del rodeo, y que se denominan Instalación 1, Instalación 2 e Instalación 3. Las mismas se modelan como variables enteras.

Para la matriz que modela al tambo pequeño se proponen las actividades de Instalación 1 e Instalación 2. Para los modelos de tambo grande, se confeccionan las actividades de Instalación 2 e Instalación 3 porque poseen una capacidad mayor que

la instalación tipo 1, y se espera que la cantidad de animales en estos dos tamaños de tambos sean más altas que en el caso del tambo pequeño. Las tres actividades se expresan en cantidad de instalaciones, siendo las respectivas funciones objetivos igual a los costos fijos (suma de gastos fijos -mantenimiento por año- amortizaciones del capital e intereses –calculados sobre la base de una tasa de interés del 6% anual) correspondientes a cada tipo de instalación. Estas actividades aportan una capacidad máxima de animales para ser ordeñados en 90 minutos por rutina: 169 animales en el caso de la Instalación 1, 236 animales en el caso de la Instalación 2 y 338 animales en el caso de la Instalación 3.

Además, vinculados a los costos fijos de las instalaciones, existen costos variables que dependen directamente del número de animales ordeñados. Estos costos variables son la suma de los gastos de limpieza de los equipos de ordeño y los gastos en electricidad generados por el ordeño. Se proponen 6 actividades de costos variables, que se expresan en cantidad de vacas A, B ó C ordeñadas en alguna de los dos tipos de instalaciones consideradas para cada modelo. La función objetivo es igual a la suma de los gastos de limpieza y electricidad en los que se incurre al ordeñar a cada tipo de vaca (A, B ó C). Requieren un permiso por parte de los costos fijos, es decir, si no se usa una de las instalaciones, no puede existir el costo variable correspondiente. Aporta una unidad de costo variable por cada vaca que se ordeña.

4.1.2.2. Restricciones

Como fuera mencionado previamente, la matriz elaborada posee 104 restricciones. En el anexo III, se transcriben todas las restricciones confeccionadas para las matrices de tambos grandes, medianos y pequeños.

4.1.2.2.1. Restricciones de superficie

Una restricción muy importante en modelos de sistemas pastoriles es la disponibilidad de tierras, no solo en cantidad, sino también en calidad (o aptitud), ya que esta última no necesariamente es homogénea en todo el establecimiento modelado. Por lo tanto, como fuera mencionado en párrafos precedentes, aproximadamente 90% de la superficie de los establecimientos predominantemente lecheros está compuesta por suelos de calidad agrícola (suelos clases I a IV) y aproximadamente 10% por suelos ganaderos (suelos clases V, VI y VII). Se debe lograr que la superficie ocupada por cultivos para cosecha o forrajeros no se supere la

superficie total disponible de tierra; además, la combinación debe efectuarse considerando los requerimientos que posee cada actividad en determinadas épocas del año. En total, con respecto a la superficie, se formulan 18 restricciones.

4.1.2.2.1.1. Uso de suelo agrícola

Los cultivos agrícolas y forrajeros (alfalfas y verdeos) se limitan exclusivamente a los suelos de aptitud agrícola, compitiendo entre sí por el uso de este recurso.

Según Frank (2010) una subdivisión adecuada del recurso tierra en períodos es fundamental para una formulación adecuada de las rotaciones. Por lo tanto, con el propósito de representar de manera adecuada el tiempo de ocupación del recurso por parte de cada una de las alternativas, éste se subdividió (en términos temporales) en nueve períodos: Enero-Febrero / Marzo / Abril / Mayo / Junio / Julio-Agosto / Septiembre / Octubre-Noviembre / Diciembre.

La máxima superficie de suelo agrícola propio que se puede utilizar, depende del tamaño del tambo; en tambos chicos el valor es de 63ha, en tambos medianos y grandes es, respectivamente, 90ha y 153ha. Además, para cada tamaño de tambo se puede arrendar una superficie adicional de este tipo de suelos (30ha, 45ha y 100ha según se trate de tambos chicos, medianos o grandes) Por lo tanto, la superficie total que no debiera superarse en cada época del año va a ser igual a la superficie agrícola propia más la que se tome en arrendamiento.

4.1.2.2.1.2. Uso de suelo ganadero

Las actividades de campo natural, campo natural mejorado y las pasturas de tréboles y gramíneas se limitan a los suelos de aptitud ganadera, por lo tanto compiten por el uso del recurso entre sí. En el caso de los suelos de aptitud ganadera, la subdivisión del tiempo de ocupación se realizó en función de las estaciones del año, por lo que se conformaron cuatro periodos: Primavera (OND) / Verano (EFM) / Otoño (AMJ) / Invierno (JAS). En cualquiera de las cuatro estaciones, la máxima superficie de suelo de aptitud ganadera disponible es de 7ha, en tambos pequeños, 10ha en tambos medianos y 17ha en tambos grandes (10% de la superficie total propia en cada caso)

4.1.2.2.1.3. Máximo Arrendamiento

Se impone una restricción de máxima superficie de suelo de aptitud agrícola posible de ser arrendada. Este coeficiente depende del tamaño del establecimiento, por lo que difiere en los tres modelos. En el caso de tambos pequeños, se pueden arrendar hasta 30ha. En el caso de los tambos medianos y grandes este valor es, respectivamente, 45ha y 100ha (valores más frecuentes, para cada tamaño de tambo, de acuerdo a la caracterización realizada en la sección anterior).

4.1.2.2.1.4. Rotaciones

Considerando las rotaciones de cultivos, soja de segunda solo puede ser sembrada si, previamente, se implantó el cultivo de trigo, por lo tanto, necesita un permiso por parte de este último. Luego, soja de segunda compite por el uso del suelo con la alternativa de consumo del rastrojo de trigo.

En relación al cultivo de alfalfa, como la duración de esta pastura es de tres años, para disponer de una hectárea de alfalfa de segundo año, se necesita que previamente se haya implantado una misma superficie de alfalfa (de primer año). Lo mismo ocurre en el caso de la alfalfa de tercer año (requiere de la existencia de su predecesora de segundo año) Por este motivo, alfalfa de primer año debe cederle un permiso (de una hectárea) a alfalfa de segundo año y, a su vez, esta última debe cederle un permiso similar a alfalfa de tercer año.

Lo que se quiere expresar con estas restricciones es que no puede existir una mayor superficie de los cultivos que la que ocupan sus predecesores: la superficie ocupada por soja de 2° no puede superar a la superficie ocupada por trigo (puede ser menor o igual). Lo mismo para el caso de las alfalfas de 2° y 3° año con respecto a alfalfa de 1° y 2° año respectivamente.

4.1.2.2.1.5. Conservación de suelos

Los cultivos agrícolas y los verdeos son anuales, en tanto las pasturas son plurianuales; en este sentido, y pensando en disminuir el agotamiento del recurso suelo, se utiliza una relación de máximos relativos entre los cultivos anuales y las pasturas. Entonces, el criterio tomado es que en tierras de aptitud agrícola la rotación dura 5 años, de los cuales solo la mitad del tiempo puede estar ocupada por cultivos anuales y la otra mitad con pasturas de alfalfa. Esta restricción es importante para

“obligar” a las pasturas a integrar la rotación, por razones de sustentabilidad de los recursos naturales.

Según Frank (2010) una rotación no debe interpretarse como la predeterminación exacta de la sucesión de cultivos sino como ciertos límites que no se pueden sobrepasar por razones técnicas, como por ejemplo la superficie máxima o el porcentaje máximo de superficie de determinado cultivo, cuya superación acarrea problemas de agotamiento u erosión del suelo.

4.1.2.2.2. Restricciones de transferencia

4.1.2.2.2.1. *De materia seca, energía, proteína y fibra*

Se formulan 27 restricciones de transferencia de materia seca, energía, proteína y fibra de detergente neutro.

Los forrajes (pasturas y verdeos) presentan una gran variación en cantidad y calidad en sus distintas etapas de crecimiento. Algunas de las causas de estas diferencias son el clima y el suelo⁷³. Por este motivo, los aportes de materia seca y energía se consideraron según la estación del año (primavera, verano, otoño e invierno). En el caso de la proteína, los aportes se separaron en dos épocas, primavera-verano y otoño-invierno⁷⁴ y, por último, el aporte de fibra de detergente neutro, se consideró anualmente. Por lo tanto, se formulan algunas restricciones de transferencia para asegurar que la materia seca (y los nutrientes) producidos lleguen a las actividades que así lo requieran, y en la época en que éstas los necesiten.

Otro motivo por el cual se separaron en diferentes épocas los recursos alimenticios (forrajes en pie, conservados y concentrados) está relacionado a las diferencias en cuanto a los requerimientos de los animales por parte de los mismos. Esta relación se trata más detalladamente en las restricciones de alimentación y ganado.

⁷³ Entre otras como el material genético utilizado y el tipo de manejo que se le brinda al cultivo.

⁷⁴ Este criterio se adopta, por sugerencia de especialistas, para diferenciar los aportes totales de proteína de los forrajes en pie en otoño-invierno y primavera-verano.

4.1.2.2.2. De animales a diferentes categorías ó actividades

Se formulan restricciones de transferencia de ganado de una categoría a la siguiente. Con esto se trata principalmente, de impedir que una categoría animal tenga un mayor número de cabezas que las categorías que le dieron origen. En total se formulan 24 restricciones de transferencia de animales.

4.1.2.2.3. Permisos de uso de la leche

Es solo una restricción. La leche que producen las vacas durante la lactancia, puede ser transferida a los terneros y terneras de estaca por un lado, vendida a la industria, o ambas situaciones. Lo importante es que, como se trata de un mismo recurso, con diferentes usos alternativos, lo que se utilice para un determinado fin ya no estará disponible para otro uso.

4.1.2.2.4. Restricciones de alimentos (forrajes y concentrados) y ganado

Se formulan 53 restricciones referidas a la alimentación del rodeo. Las restricciones de energía, proteína, materia seca y fibra, en este caso, responden a inecuaciones del tipo menor o igual que cero; determinando que los aportes de nutrientes deben superar a los requerimientos de los animales. Los signos de los coeficientes de la matriz son negativos para los aportes de alimentos (forrajes en pie, conservados y concentrados) y positivos para los requerimientos de los animales. El aporte de materia seca, energía, proteína y fibra como restricciones aseguran el balance entre la oferta de alimentos y la demanda por parte del rodeo.

Las alternativas de alimentación difieren según la categoría animal, por lo tanto para cada categoría se generaron sus respectivas restricciones.

Los terneros y terneras de estaca tienen la posibilidad de consumir leche (producida en el propio establecimiento) ó sustituto lácteo (de compra), y granos de maíz (de producción propia ó de compra) ó balanceado iniciador (de compra).

Los vaquillas R1 tienen la posibilidad de consumir balanceado de recría (de compra), ó granos de maíz (de producción propia ó de compra).

La recría 2 (vaquillonas R2), las vaquillonas R2 preñadas (en sus primeros 7 meses de preñez) y las vacas en lactancia (hasta el momento en que deben ingresar al parto) pueden satisfacer sus requerimientos de materia seca, energía, proteína y

fibra de detergente neutro a través del pastoreo de pasturas de alfalfa, de verdeos de avena, sorgo forrajero ó soja, y del pastoreo en campo natural, campo natural mejorado, u otra pasturas implantadas sobre tierras de menor productividad. Además pueden seleccionar entre diferentes alternativas de reservas voluminosas, tales como silos de planta entera de propia producción (de alfalfa, de maíz, de sorgo ó de soja); rollos (de alfalfa, de moha, ó de avena) también de producción propia; ó alimentos concentrados como grano húmedo de producción propia (de maíz ó sorgo), grano seco de maíz ó sorgo (de propia producción o compra), semillas de algodón, sojilla, porotos de soja, expeller de soja (todos de compra). En el caso de las vacas en lactancia pueden recibir, además, los aportes de balanceado 16% para vacas en lactancia, también de compra. Para estas categorías, además, se da la posibilidad de consumir los rastrojos de sorgo, maíz ó trigo picados.

Por último, las categorías de vacas y vaquillonas en preparto (últimos 30 días previos al parto), como están en condiciones de encierre, se les brinda las alternativas de consumir rollos de propia producción (de moha ó de avena); silos de planta entera de producción propia (de maíz, de sorgo ó de soja); grano húmedo de producción propia (de sorgo ó maíz), grano seco (sorgo ó maíz) de producción propia ó de compra ó balanceado preparto (de compra).

En estos casos se imponen algunas cuestiones:

En el caso de los animales en pastoreo, para evitar trastornos digestivos, la cantidad de alimentos concentrados (medidos en kilos de materia seca) no debe superar el 55% de la ración total⁷⁵; la cantidad de semillas de algodón (en kilos de materia seca) no debe superar el 15% de la ración⁷⁶ y, en caso de que la solución del modelo se integre con el consumo de los rastrojos de cosecha, estos deben ser menor o igual al 2,5% de la ración total (porque, a pesar de que aportan fibra que favorece a la rumia, poseen una baja calidad relativa con respecto a los demás alimentos

⁷⁵ El fundamento de esta restricción se encuentra en que los forrajes aportan una gran cantidad de fibra, y bajas proporciones de energía. Según la etapa de lactancia y la calidad de los forrajes, estos últimos pueden formar el 45% hasta el 98% de las raciones. Los concentrados entonces pueden variar de 0% a 55% de la ración (Wattiaux; Howard, 1994)

⁷⁶ Por su composición nutricional balanceada la semilla de algodón es un ingrediente atractivo para incluir en la ración de vacas lecheras. Pero no debe incluirse más de 15% de semilla de algodón en la dieta de vacas lecheras (no más de 3.0 a 3.5 kg/día dependiendo del consumo total base tal cual). El gossipol, es una sustancia que contienen las semillas de algodón, que a pesar de no ser tan tóxico para rumiantes (bovinos y ovinos) como lo es para no rumiantes (aves y porcinos) -debido a un "efecto detoxificante" por parte de los microorganismos del rumen- la concentración de gossipol en sangre puede incrementarse luego de alimentar vacas lecheras con dietas que incluyen semilla de algodón. Esto sugiere que, a pesar del efecto detoxificante, los rumiantes no están totalmente libres de los efectos adversos del gossipol. (Ferreira, 2006)

aportados). Por último, se supone además, que al menos el 19% de la FDN consumida, debe provenir de forrajes conservados (rollos ó silos de planta entera).

En el caso de los animales en parto, los kilos de materia seca consumidos de concentrados deben ser menores o iguales que el 40% de la ración; en tanto que la cantidad de materia seca proveniente de rollos debe superar el 20% de la ración.

4.1.2.2.5. Restricciones de Mano de Obra

Se impone una restricción de tipo cuantitativa, que relaciona la necesidad de mano de obra por parte de las vacas (para tareas de ordeño, y cuidados y alimentación del rodeo en general) y los aportes que genera la actividad Mano de Obra.

4.1.2.2.6. Restricciones de estructura (costos fijos y costos variables)

La palabra estructura, en este caso, hace referencia a las instalaciones de ordeño que poseen los establecimientos. La capacidad de las mismas limita el tamaño del rodeo, considerando que existe un tiempo de ordeño determinado que no puede ser superado.

En el anexo IV se adjunta la matriz de programación lineal que modela a los tambos pequeños.

4.2. Resultados del modelo de programación lineal base

En este apartado se presentan, de manera comparativa, las soluciones óptimas obtenidas para los tres modelos, atendiendo especialmente a cuestiones de estructura y organización, de eficiencia en el uso de los recursos, de manejo del sistema y en los resultados económicos correspondientes. Al mismo tiempo, se establecen y analizan las diferencias existentes entre las soluciones óptimas halladas y los sistemas reales previamente caracterizados.

Como se mencionara en Materiales y Métodos, una vez presentada la solución óptima de los modelos, elaborados bajo el supuesto de certeza de datos (precios y rendimientos principalmente), se realiza un análisis de la estabilidad (ó sensibilidad de la solución) frente a un posible cambio de algunas de esas variables. Este análisis es importante porque algunos factores exógenos (como el comportamiento de los

mercados) a los que están sujetas las empresas tamberas suelen ser aleatorios y repercutir de una u otra forma sobre los resultados económicos.

Antes de comenzar, es necesario hacer una aclaración acerca de las limitaciones de la programación lineal, cuya importancia es fundamental durante el proceso de interpretación de los resultados. Según Hardaker (1971), una de las más serias limitaciones de la programación lineal es la supuesta linealidad que se encuentra implícita en el nombre del algoritmo. Esto significa, por ejemplo, que si una vaca produce 6000 lt. de leche durante toda su lactancia, aporta 1 ternero, requiere 7500Kg de ración y posee un gasto anual de \$100, 10 vacas juntas aportarán 60000 litros de leche y 10 terneros, requerirán 75000 Kg de ración y se producirá un gasto anual de \$1000. A pesar de que en el proceso de elaboración de la matriz se tiene en cuenta esta limitante, y es corregida mediante el uso de coeficientes técnicos apropiados, la lectura de los resultados y su posterior análisis debe realizarse considerando esta limitante. No obstante, dentro de los márgenes o dimensiones que se trabajan y con la elección de coeficientes adecuados, los errores que se pueden estar cometiendo son menores.

4.2.1. Resultados de los modelos: óptimos económicos

4.2.1.1. Indicadores de estructura

Como se mencionara en los supuestos de los modelos, la superficie propia base de cálculo que actúa como restricción en los modelos de tambos grandes, medianos y pequeños es, respectivamente de 170ha, 100ha, y 70ha. En los tres casos, un 10% de la misma, corresponde a suelos de aptitud ganadera, siendo el resto de clase agrícola, información que fue aportada por los asesores entrevistados. En la Tabla 33 se muestran las soluciones de los modelos, que refieren a los indicadores de estructura.

Las soluciones de los tres modelos indican que es económicamente conveniente tomar en arrendamiento la totalidad de la superficie agrícola posible; esta opción representa una alternativa para aumentar la escala de producción en los tres casos, por lo que la superficie total (propia + arrendada) resulta de 270ha, 145ha y 100ha, respectivamente para el caso de tambos grandes, medianos y pequeños. Como el resultado indica que económicamente conviene tomar tierra de terceros la totalidad de la superficie disponible, el porcentaje de superficie arrendada que integra la solución óptima de los modelos, es similar a la encontrada en los sistemas reales

caracterizados. En relación a esto (y como fuera mencionado) la mayoría de las empresas tamberas caracterizadas desarrollan su producción sobre parte ó sobre la totalidad de superficie arrendada, sin importar si se trata de tambos grandes, medianos o pequeños.

Tabla 33. Indicadores de estructura productiva: resultados del modelo base

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Sup. Total	ha	100	145	270
Sup. Arrendada	ha	30	45	100
	% de la sup.	30	31	37
Sup. Tambo	ha	80	115	215
Sup. Agricultura	ha	0	0	0
Sup. Ganadería	ha	20	30	55
Vacas en ordeño	cab	143	200	400
Vacas totales	cab	169	236	472
Producción diaria de leche	l/día	3077	4308	8594
Mano de obra	personas/año	2	3	6

Las soluciones económicamente óptimas destinan en los tres modelos la totalidad de los recursos disponibles a la producción de leche. La agricultura y la venta de terneros machos al salir de estaca⁷⁷ no integran la solución de los modelos. Este resultado indica que los precios de venta de esos productos (granos y terneros) no son lo suficientemente altos como para retribuir a los recursos utilizados para sus respectivas producciones, incluidos los costos de oportunidad que representaría asignarlos a estas actividades y no al tambo. Aproximadamente 80% de la superficie efectiva se destina a tambo propiamente dicho (superficie ocupada por vacas en ordeño mas vacas secas) y el resto, 20% de la superficie, a la recría de las hembras que serán luego utilizadas para reponer el rodeo productivo; esta solución se repite en los tres modelos. La especialización en la producción de leche que aparece en las soluciones, no es la situación normal que se presenta en los sistemas reales caracterizados, donde solo el 20% de los tambos grandes y medianos y el 26% de los pequeños se dedica exclusivamente a la actividad tambo. La mayoría de los productores de las empresas caracterizadas, diversifican sus actividades incluyendo agricultura y ganadería (engorde de terneros) a la actividad lechera, en la mayoría de los casos como estrategia de mitigación de riesgo productivo y de mercado. Este

⁷⁷ En la solución de los tres modelos aparece la venta de los terneros una vez que finaliza el calostrado. De esta manera se asegura que el ternero tome por lo menos 2 litros de calostro dentro de las seis horas posteriores al parto, y que vuelva a tomar la misma cantidad dentro de las veinticuatro horas siguientes. Luego se vende.

aspecto es considerado posteriormente al incorporar al análisis las condiciones de incertidumbre y riesgo en que se desenvuelve la producción agropecuaria.

Haciendo referencia específicamente al número de vacas en producción, como resultado de la corrida de los modelos surge que las vacas económicamente más convenientes son aquellas de alta producción, denominadas "VACA C". Estos animales, justamente debido a su mayor producción individual de leche (20l/VO-día), poseen mayores requerimientos de alimentación (lo que incrementa los costos directos), pero la relación beneficio/costos es favorecida por el incremento en el aporte total de producto. Como se menciona en la caracterización, esto tampoco es lo que ocurre en la totalidad de los casos. Si bien en los tambos grandes caracterizados es frecuente este tipo de animales, en los tambos medianos y pequeños son más frecuentes las vacas de menor producción (a pesar de que hay casos que poseen vacas de alta producción). Consultado el tema a algunos especialistas se descarta que la principal responsable de esta baja producción individual en algunos establecimientos sea la genética, debido fundamentalmente a que esta se encuentra relativamente bien instalada en la zona de estudio. El principal condicionante podría ser la alimentación; estos animales, para producir leche y expresar su potencial genético deben tener buena condición corporal, y para esto deben estar bien alimentados, con raciones programadas para cada categoría del rodeo. Sin embargo, a pesar de los beneficios de la práctica de una buena estrategia nutricional, muchos de los productores caracterizados no la realizan. Una de las principales razones es que el sistema se complejiza debido a que, por lo general, requiere que los animales sean separados en diferentes grupos. El manejo de varios grupos (ó lotes de producción en este caso) requiere de mayor dedicación (tiempo) por parte de los operarios, recurso muy limitante, sobre todo en tambos más pequeños con escasa cantidad de mano de obra.

Con respecto a la estructura del rodeo, las tres soluciones repiten la misma proporción de animales, es decir 46% de vacas totales, 20% de terneras, 18% de vaquillas R1 y 17% de vaquillonas R2, por lo que se asume que, bajo los supuestos del modelo, es la proporción de cada categoría que optimiza el resultado de la empresa en los tres tamaños de tambo. La cantidad de cada uno de los animales, según los modelos, se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Estructura del rodeo: resultados del modelo base

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Vacas	cab	169	236	472
Rec R2	cab	62	87	173
Rec R1	cab	65	91	181
Ternereras	cab	74	103	205

Es importante la diferencia encontrada entre el resultado óptimo y los casos reales caracterizados, siendo mucho menor el número de animales que opera la generalidad de los tambos zonales.

Como fuera mencionado en líneas anteriores, la capacidad de las instalaciones de ordeño depende del tamaño del rodeo y del tiempo destinado a la rutina de ordeño (estipulado en 90 minutos). En el caso del tambo pequeño, la instalación 1 es la que integra la solución; las características de la misma son: tipo espina de pescado, con sistema de ordeño en línea, con 10 bajadas, simple punto, y una capacidad de ordeño de hasta 169 vacas (VACA C) en 90 minutos. En el caso del tambo mediano la instalación que integra la solución es la 2, que posee las mismas características que la tipo 1, pero con 14 bajadas y permite ordeñar hasta 236 vacas (VACA C) en 90 minutos. Por último, como resultado de la matriz de tambos grandes, ingresan a la solución dos unidades de la instalación número 3 (podría tratarse del típico caso de una empresa con dos explotaciones tamberas). En los tambos grandes caracterizados del departamento, predomina este tipo de instalaciones, con 8 a 10 bajadas, aunque se registran casos con 16 bajadas de ordeño. Pero, en los tambos medianos y pequeños, son más frecuentes las instalaciones de tipo brete a la par⁷⁸. El número de bajadas depende del tamaño del tambo, en los medianos se observan entre 4 y 10 bajadas en tanto que en los pequeños se registran entre 4 y 8 bajadas. El diseño de fosa es comparativamente mejor que el diseño de brete a la par, porque permite disminuir los tiempos de ordeño, incrementar la productividad de la mano de obra y mejorar la calidad del ordeño (pensado desde el punto de vista del bienestar del operario), sobre todo cuando el tambo cuenta con muchos animales. Pese a las grandes ventajas aparentes que posee, la inversión necesaria para poner en funcionamiento este tipo de instalaciones es importante y muchos de los productores podrían no estar en condiciones de realizarla.

⁷⁸ En estos tambos también se registran instalaciones con diseño en fosa, pero son la minoría (25 tambos medianos y 10 pequeños), como así también aparecen 10 tambos grandes con instalaciones de tipo brete a la par.

El gran número de vacas en ordeño que indica la solución de los modelos, se refleja en la producción diaria de leche y en la demanda de mano de obra. Respecto a la mano de obra, Galetto (2009) en un análisis de los cambios estructurales en el tambo argentino, señala que en 2008 la relación promedio entre la cantidad de trabajo y la tierra es de 2,6 EH cada 100 hectáreas, es decir, entre 2 y 3 personas de 18 a 60 años de edad que desarrolla una jornada de trabajo a tiempo completo (2400hs/año). Los resultados óptimos de los modelos se encuentran relativamente cerca de los valores mencionados por el citado autor, y también se aproximan al número de operarios mencionados como frecuentes por los asesores entrevistados, aunque el número de animales de las soluciones es sensiblemente mayor al encontrado en los casos reales. En relación a esto podría inferirse que en los tambos reales caracterizados, la productividad de la mano de obra (medida en término de cantidad de vacas/persona, litros de leche/persona ó superficie/persona) en la gran mayoría de los tambos caracterizado es media-baja.

4.2.1.2. Indicadores de eficiencia productiva

En la Tabla 35 se muestran los indicadores de eficiencia productiva que se obtienen como resultados de las corridas de los modelos. En los tres casos, la solución muestra un gran proceso de intensificación⁷⁹, como motor de la optimización de los sistemas productivos, en relación a lo que se observó en muchos de los tambos caracterizados.

Tabla 35. Indicadores de eficiencia productiva: resultados del modelo base

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Productividad de la tierra	l/haVT-año	13117	12426	13310
Carga animal	VT/haVT	2,12	2,05	2,19
Producción individual	l/VO-día	20	20	20
Relación VO/VT	%	85	85	85
Productividad de la mano de obra	l/pers-día	1539	1436	1432
	VO/pers	72	67	67
	VT/pers	84	79	79

La carga animal (VT/haVT), medida como vacas secas más vacas en ordeño en la superficie destinada al tambo se encuentra por encima de las 2 cabezas por hectárea en los tres modelos, siendo la eficiencia reproductiva (VO/VT) la misma. Las elevadas

⁷⁹ Intensidad es la relación que existe entre la cantidad de capital (vacas) y los factores de la producción tierra y trabajo (mano de obra)

cargas que resultan como solución de los modelos respecto a los casos reales, explican en gran medida la diferencia encontrada respecto al número de animales entre modelos y casos reales. En tanto que el conjunto de altas cargas, alta producción individual y alta eficiencia reproductiva, determinan la elevada productividad de leche por hectárea.

Comparando estos resultados óptimos con los casos reales, se encuentra que solamente en 2 de los tambos grandes y en 1 de los medianos caracterizados se registran valores de productividad que superan los 10000 l/haVT. En estos 3 casos se observan algunas características similares a los resultados de los modelos de programación lineal: se especializan en la producción de leche (no realizan agricultura y solo uno de los tres engorda los terneros); utilizan verdeos y confeccionan reservas; las vacas en ordeño superan los 20 l/día y poseen cargas animales mayores a los 1,88 VT/haVT; suplementan con granos y balanceados (aunque lo hacen de manera permanente, durante todo el año, mientras que en las soluciones de los modelos de optimización la suplementación es estratégica); realizan periodo de preparto e inseminan. Pero la realidad de la mayoría de los tambos caracterizados (grandes, medianos y pequeños), es que no llegan a estos valores de productividad. La razón de esto se encuentra en las bajas cargas animales registradas, en la baja producción de leche de las vacas ó en deficiencias en aspectos reproductivos, que disminuyen la relación VO/VT.

La productividad de la mano de obra, disminuye a medida que se incrementa el tamaño del tambo modelado, es decir, que en los modelos que representan los tambos grandes y medianos, una persona opera un menor número de animales y produce menor cantidad de leche. Ya fue mencionado que la productividad de la mano de obra que surge como solución de los modelos de optimización es, en general, mayor que la que se encuentra en los tambos reales (para los tres tamaños de tambos)

El consumo de concentrados, también es un indicador de intensidad de la producción. Como se mencionara en la explicación de la matriz base, el consumo de concentrados se restringe a un máximo de 50% de la ración por vaca; y en todos los modelos ingresa a la solución el máximo uso posible de los mismos, y de compra, es decir, que no se producen en el propio establecimiento. A pesar de que el precio costo por kilo de concentrado comprado es relativamente más caro que el de propia producción, resulta económicamente más conveniente utilizar la totalidad de la

superficie para realizar forrajes, cuyo costo por kilo de materia seca es menor que en el caso de los concentrados, y comprar estos últimos afuera.

4.2.1.3. Indicadores de manejo y tecnología

Como ya se mencionara en el apartado anterior de esta misma sección, los supuestos sobre los que se elaboran los modelos, con respecto a los indicadores de manejo y tecnología, son:

- Se realiza el periodo de preparto, tanto en vacas como en vaquillonas, y para ello se modelan diferentes alternativas de alimentación de los animales durante este periodo,
- Se realiza inseminación artificial, tanto en vacas como en vaquillonas,
- Se realiza control lechero a vacas en producción, para medir la productividad individual,
- Se plantean instalaciones de ordeño que mejoran la calidad del trabajo del operario e incrementan la productividad de la mano de obra.

Con respecto al uso del suelo, en la Figura 7 se compara la distribución de los diferentes forrajes en la superficie efectiva total de aptitud agrícola (propia y arrendada) de cada uno de los tamaños de tambo representados en las matrices de programación lineal. La solución de los modelos está integrada en los tres casos por poco menos del 60% de la superficie ocupada por pastura de alfalfa; en los tres modelos, además, se destina aproximadamente el mismo porcentaje de la superficie a cultivos para confección de silos, de maíz en el caso de tambos grandes (y una muy baja proporción a sorgo, que podría considerarse nula por cuestiones operativas principalmente), de sorgo y soja en el caso de tambos medianos y una combinación de maíz, sorgo y soja en el caso de los tambos pequeños. En todos los casos, el resto de la superficie de aptitud agrícola está ocupado por verdeos de invierno (avena) para pastoreo y confección de rollos (para alimentar a los animales del preparto). Considerando el suelo de clase ganadera, la solución de los tres modelos está integrada por pasturas de tréboles y cebadillas; esta pastura posee un mayor costo de implantación frente a las otras alternativas propuestas para esta clase de suelos, pero evidentemente realiza los mejores aportes a los animales que las pastorean cumpliendo las restricciones impuestas en este sentido. El uso del suelo que surge

como solución de los modelos de optimización económica es similar al que se presenta en los tambos caracterizados, aunque estos últimos utilizan, además, verdeos de verano (como sorgo forrajero y moha, para confección de rollos) para aumentar ó estabilizar la oferta forrajera evitando o disminuyendo posibles baches forrajeros en el verano.

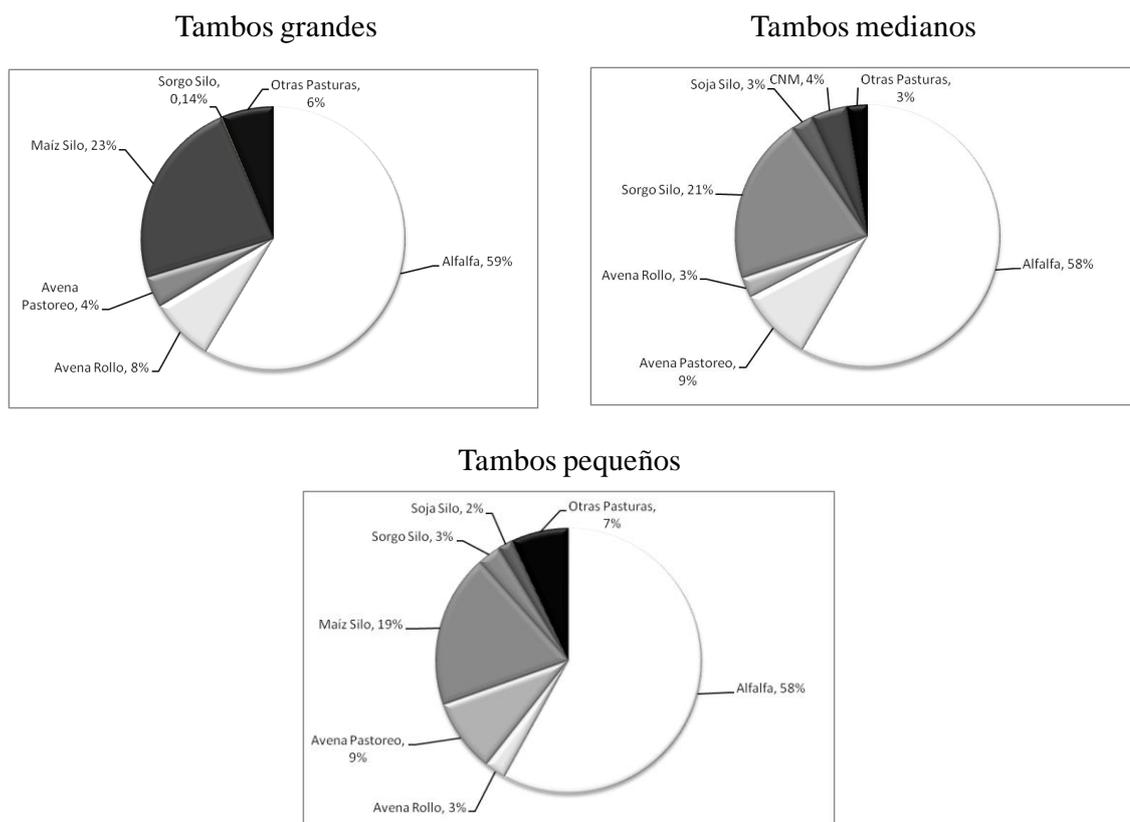


Figura 7. Comparación del uso del suelo (propio más arrendado): resultados del modelo base

No ingresan a la solución las reservas de alfalfa (rollos y silo). La relación de precios de estas actividades, frente a reservas de otros cultivos (como el silo de maíz), o respecto a la alfalfa u otro cultivo forrajero en pie, no es económicamente conveniente. Los verdeos de verano (sorgo forrajero, soja para pastoreo y moha) tampoco integran la solución de las matrices; en estos casos seguramente poseen mucha importancia las restricciones técnicas de uso del suelo y de alimentación del ganado, además de los términos económicos. En este sentido, también hay diferencias con respecto a lo que ocurre en los tambos caracterizados. Es común en la zona la confección de rollos de alfalfa y moha, así como también la confección de grano húmedo de maíz, aunque uno de los asesores encuestados mencionó que en

los tambos en los que trabaja, no se alimenta normalmente a las vacas en ordeño con rollos (situación que se relaciona con la solución de las matrices).

En la Figura 7 se puede ver que la solución respecto al uso del suelo del tambo mediano es diferente a la de las demás soluciones, a pesar de que la única diferencia entre los tres modelos es la superficie. Esto se debe a la imposición de variable entera a la mano de obra y a las instalaciones. Por este motivo las soluciones se alejan más o menos del óptimo de acuerdo al tamaño del modelo, modificando ligeramente la cantidad de animales y por lo tanto los requerimientos. Por otro lado, las soluciones son "inestables" porque en términos de costos de sustitución los alimentos en cuestión son muy cercanos. Al relajar el modelo (liberar la imposición de variables enteras) se modifica el número de animales (en tambo grande disminuye 3%, en medianos aumenta 4% y en pequeños disminuye 1%). Por lo tanto la producción total de leche se modifica (ingresos), y se reacomodan los recursos forrajeros según sus costos (función objetivo) y en los tres casos la solución óptima respecto a los recursos forrajeros se vuelve similar.

Un detalle importante que aparece en la solución de las matrices con respecto las reservas forrajeras y a los alimentos concentrados, es el uso estratégico de los mismos, a diferencia de lo que se hace en la mayoría de los casos reales caracterizados. En la Tabla 36 se muestra esta práctica, y se realiza la comparación entre las soluciones de los tres modelos. La solución muestra que la alimentación estratégica es la que optimiza el uso de estos recursos, en los momentos en los que los animales requieren determinado nutriente que no consiguen mediante el pastoreo directo, lo consiguen a través de la suplementación. De esta manera se evita la sobreoferta de alimentos y sus nutrientes en determinados momentos y el déficit en otros, con la correspondiente consecuencia económica. A excepción del silo de planta entera, que se produce en el establecimiento, el resto (alimentos concentrados) se compra.

En la solución de los tres modelos representativos, la ración del periodo de parto está compuesta por silo de sorgo, rollos de avena, granos de sorgo y balanceados parto en los tres casos. La proporción relativa de cada componente en la ración varía en los tres casos, cumpliéndose las restricciones impuestas (los concentrados no pueden superar el 40% de la ración y los rollos deben superar el 20% de la ración).

Las vacas y vaquillonas en parto son las únicas categorías que consumen balanceados.

Tabla 36. Uso estratégico de reservas de animales en pastoreo: resultados del modelo base

	Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Maíz silo	verano, otoño y primavera	-	verano, otoño e invierno
Sorgo silo	-	otoño e invierno	-
Soja silo	otoño	Verano	-
Grano sorgo	verano e invierno	verano, otoño y primavera	otoño y primavera
Algodón	otoño y primavera	verano, invierno y primavera	invierno y verano
Expeller de soja	verano	-	verano
Sojilla	invierno	-	verano

La categoría R1, según la solución, se alimenta con granos de maíz (comprados) y alfalfa para pastoreo. Las terneras en estaca se alimentan con sustituto lácteo, en lugar de leche, que entonces se destina totalmente a venta, y granos de maíz (también de compra). Esta solución se repite en los tres casos.

De acuerdo a la relación existente entre oferta de alimentos y los requerimientos animales en cada momento, la estructura de las pariciones que resulta de cada uno de los modelos para optimizar el uso de los recursos (alimentos) es la que se muestra en la Figura 8. Las proporciones de pariciones en cada época del año (y para cada modelo) se relacionan con la disponibilidad de alimentos en cada estación.

En la solución, no aparece como alternativa económicamente conveniente la compra de animales para reposición. Evidentemente, la relación de precios entre la vaquillona comprada y los costos de la recria en la propia empresa es desfavorable, por lo que la solución no incluye la compra de las hembras y la demanda anual de vaquillonas es satisfecha con la recria propia del establecimiento, vendiéndose el excedente como vaquillona preñada. En los sistemas lecheros reales del departamento, más allá de cuestiones económicas, al productor lechero busca mantener una genética determinada y criar sus propias vaquillonas. Uno de los asesores encuestados mencionó que en tambos muy grandes se suelen comprar vaquillonas porque, debido a los mayores índices de mortandad de adultos y la baja tasa de preñez que pueden registrarse en este tipo de tambos frente a los de menor

escala, las vaquillonas propias no alcanzan para reponer el rodeo lechero; pero se trata de situaciones excepcionales.

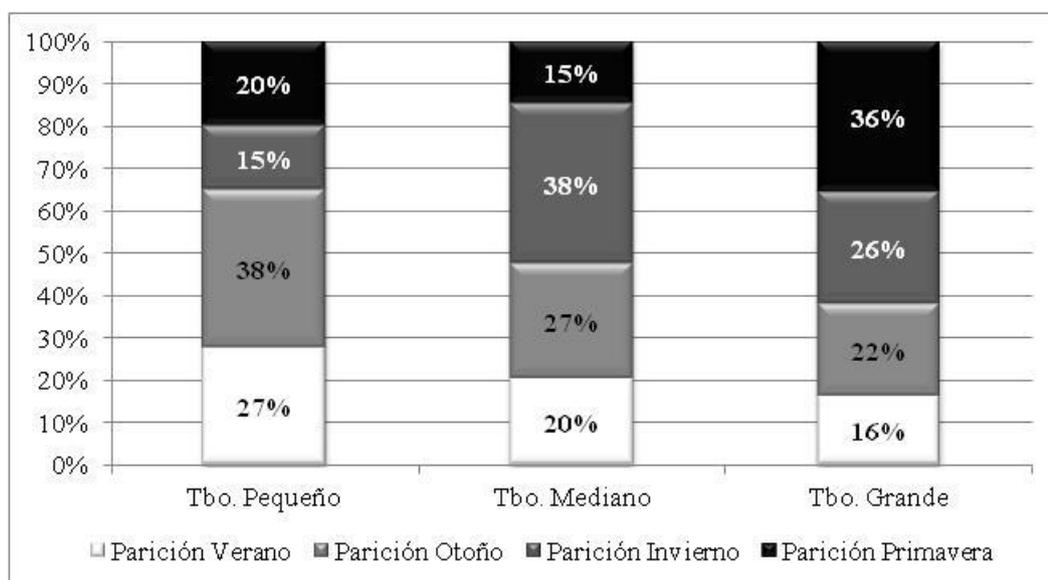


Figura 8. Estructura de pariciones del rodeo según tamaño de tambo: resultados del modelo base

Con respecto a las vaquillonas, la solución privilegia a la cría intensiva de las vaquillonas (Vaq.R2_A). Estos animales, se encuentran menos tiempo transcurriendo esta categoría improductiva, consumen menos cantidad de alimentos pero de mayor calidad.

En relación a la venta de carne derivada del tambo, en los tres casos la solución está integrada por la venta de terneros descalostrados, lo que indicaría la no conveniencia económica de retenerlos en el campo para cambiar su categoría y venderlos con un peso superior, las vaquillonas preparto y las vacas, la mitad para consumo y la otra mitad como categoría conserva (como se impone en las restricciones de los modelos). En la Tabla 37 se consigna la cantidad de animales vendidos en cada caso. A medida que aumenta el tamaño del tambo modelado, lógicamente mayor es el número de animales que se venden.

Tabla 37. Cantidad de animales para venta: resultados del modelo base

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Vacas consumo	cab	18	25	50
Vacas conserva	cab	18	25	50
Vaq. Preparto	cab	15	21	42
Vaq. R2	cab	0	0	0
Vaq. R1	cab	0	0	0
Terneritas estaca	cab	0	0	0
Terneros estaca	cab	0	0	0
Terneros descalostrados	cab	74	103	205

4.2.1.4. Resultados económicos de los modelos

En la Tabla 38 se informan los resultados económicos de los tres tambos, medidos en términos de margen bruto total de la empresa. Entre el tambo de menor tamaño y el de mayor tamaño el incremento en los ingresos es de aproximadamente 179% mientras que el aumento en los costos es 191%. El aumento en los costos directos es mayor que el aumento de los ingresos en términos unitarios.

Tabla 38. Resultados económicos de los tres tamaños de tambos: resultados del modelo base

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Margen bruto total	\$/año	669.734	964.245	1.755.274
Variación respecto al tambo pequeño	%		44	162
Margen bruto total	\$/ha	6.697	6.650	6.501
Margen bruto total	\$/l	0,60	0,61	0,56
Costos/Ingresos		0,59	0,58	0,62

Al incrementarse el tamaño de la empresa se produce un aumento en el indicador global de resultado económico, expresados como margen bruto total, pero el margen bruto por hectárea disminuye con el aumento de superficie.

Considerando específicamente los ingresos, en los tres casos, el 85% proviene de la venta de leche y el 15% restante de la venta de carne derivada del tambo (terneros, vaquillonas preñadas y vacas de descarte para consumo y conserva). Con respecto a los egresos, en la Figura 9 se muestra como la estructura de egresos de los tambos.

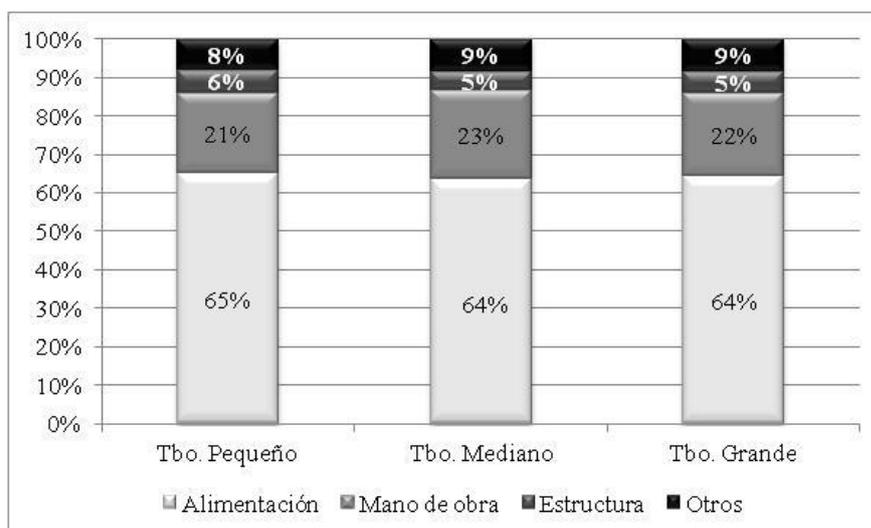


Figura 9. Estructura de costos: resultados del modelo base

Tal como ocurre en los sistemas intensificados, la participación relativa de la alimentación y la mano de obra en los costos directos es muy importante. Dentro del rubro “estructura” se encuentran las amortizaciones directas y, en el rubro “otros” se incluyen la sanidad del rodeo y el arrendamiento de la superficie. En sendos casos peso relativo es bajo.

4.3 Análisis de sensibilidad de las soluciones

4.3.1. Costos de sustitución de actividades

Para analizar las soluciones de los modelos, se observan los costos de sustitución de aquellas actividades que no la integraron. El costo de sustitución de una actividad que no ingresó a la solución, informa en cuánto se reducirá el valor de la función objetivo en el caso de introducir una unidad de esa actividad en la solución ó, dicho de otra manera, indica en cuánto debe aumentar el coeficiente c_j de esa actividad para poder ingresar en la solución. Cuando la actividad integra la solución su costo de sustitución es igual a cero, mientras que el de una excluida es mayor que cero.

Considerando las actividades agrícolas, en el modelo de tambos medianos el “trigo” posee costo de sustitución igual a cero, integraría la solución en un valor muy bajo. La razón por la que no ingresa a la solución podría estar relacionada con las restricciones técnicas impuestas para el uso del suelo (ocupa tierra que necesita otro cultivo con un uso específico para los animales del tambó, por ejemplo). Aunque

puede utilizarse su rastrojo para alimentar a los animales, el costo de sustitución de la actividad “consumo de rastrojo de trigo” es muy alto. Los demás cultivos agrícolas poseen costos de sustitución muy altos, y por lo general son mayores cuanto más alta es la productividad del tambo; por esta cuestión no forman parte de las soluciones de los modelos. Es decir, la razón por la que no ingresan a la solución no es que no retribuyen a sus costos de producción, sino por el elevado costo de oportunidad que posee el tambo. En todos los casos, analizando los aumentos y disminuciones permitidos para el valor del coeficiente c_j de cada actividad⁸⁰, se observa que las soluciones son muy estables, siempre que los demás datos de la solución se mantengan constantes.

En cuanto a las actividades forrajeras, el consumo de rastrojo de maíz picado en los modelos de tambos pequeños y grandes, posee costo de sustitución nulo pero no ingresa a la solución porque, para que esto ocurra, deberían formar parte de la solución también maíz para venta de granos o maíz para consumo propio (actividades que generan el rastrojo). Si la actividad maíz para venta de granos entrara a la solución, por cada unidad de superficie incorporada, la función objetivo total del modelo tambo pequeño disminuiría aproximadamente \$4500 y \$6300 en tambos grandes; en tanto que por cada hectárea de maíz para cosecha de granos para consumo propio disminuiría la función objetivo total en \$2850 y \$4300 en los modelos de tambos pequeños y medianos, respectivamente. El cultivo de maíz para obtener grano seco tampoco integra la solución, a pesar de tener costo de oportunidad igual a cero; la solución óptima establece la compra de los granos. Con respecto a la confección de rollos de alfalfa, en el modelo de tambos medianos, el costo de sustitución es igual a cero, pero el corte de la alfalfa para confeccionar esos rollos varía, dependiendo la época en que se realice, entre 0,17 y 0,2 \$/KgMS; a simple vista parecen costos mínimos, pero considerando que un rollo de alfalfa contiene 560KgMS, la disminución del margen bruto total por rollo confeccionado sería de entre 90 y 114 \$/rollo, convirtiéndose en una actividad no conveniente si se trata de hallar el óptimo económico. En el modelo de tambos pequeños y grandes, esta situación se presenta con la actividad silo de alfalfa, por cada kilo de materia seca de alfalfa cortada para realizar esta reserva disminuye la función objetivo entre 0 y 0,06\$. Moha para confección de rollos en modelos de tambos pequeños y medianos, poseen un costo de

⁸⁰ El rango de validez de los coeficientes c_j indica cuanto puede aumentar o disminuir el coeficiente c_j de cada actividad sin que se modifique la solución, brindando una idea acerca de la estabilidad de la solución. Este resultado posee una limitante que es la condición *ceteris paribus* (es decir, los demás datos de la solución se mantienen constantes).

sustitución igual a cero pero no forman parte de la solución; el problema es que la posterior transferencia de la materia seca a los diferentes destinos (consumo animal) es costosa (0,18 a 0,2\$/KgMS rollo de moha). Lo mismo ocurre en el modelo de tambos pequeños con la actividad maíz para confección de grano húmedo (el costo de sustitución de la transferencia es 1,10\$/KgMS), el maíz para silo de planta entera en tambos medianos (costo de sustitución igual a 0,01\$/KgMS) y soja para confección de silo de planta entera en tambos grandes (costo de sustitución igual a 0,04\$/KgMS). En el caso de cultivos y reservas que no ingresan a la solución, el rango de aumentos ó disminución permisibles de los coeficientes da cuenta de la estabilidad de la misma.

La solución está integrada por vacas de alta producción (denominadas VACAS C), aunque el rango de validez de esta solución indica que, ceteris paribus, es muy inestable en los tres modelos. Solo en el caso de los tambos medianos, ante una muy pequeña disminución de los costos de sanidad de las vacas denominadas B, considerando que el aumento permisible del coeficiente c_j es 0, podrían integrar la solución. La compra de animales para realizar la reposición, presenta altos costos de sustitución, que aumentan cuanto menor valor agregado posee la categoría (vaquillona R2 vs vaquillona en parto); en este caso las soluciones de los modelos se muestran bastante estables. Con respecto a la cría propia de las vaquillonas, es importante que esta se realice de manera intensiva; el costo de sustitución de las vaquillonas R2B es muy elevado, y es mayor cuanto más alta es la productividad del tambo (siendo la solución estable)

El único destino de la leche producida es la venta. Si se utilizara para alimentar a las terneras de estaca, por cada litro de leche transferido, el margen bruto total disminuiría 0,32\$/lt. Considerando un total de 75 terneras, que consumen 4 litros de leche por día, durante 60 días, la disminución del margen bruto total sería de aproximadamente \$5700.

El excedente de la reposición se vende como vaquillona preñada. Para que la venta de categorías menores pueda comenzar a integrar la solución, el valor de mercado de las terneras de estaca, de las vaquillas R1 y el de las vaquillonas R2 debería incrementarse sensiblemente. Lo mismo ocurre con los terneros machos que, para ser vendidos con 110-120Kg (salidos de estaca), debería incrementarse su valor de venta en \$117 por cabeza.

4.3.2. Costos de oportunidad de los recursos

Para el análisis de los recursos disponibles, se observan los costos de oportunidad. En problemas de maximización indican cuanto aumentaría el valor de la función objetivo si la disponibilidad del recurso (utilizado completamente) aumentara una unidad. El costo de oportunidad es cero en el caso de insumos sobrantes, y es válido dentro de ciertos límites que (como en el caso de los costos de sustitución) son informados por un rango de validez⁸¹. Se analizará el caso de los principales recursos (tierra, alimentación y venta de productos)

El suelo de aptitud ganadera se utiliza completamente todo el año, pero el cuello de botella se presenta en primavera (octubre, noviembre y diciembre) donde un aumento de una hectárea del mismo aumentaría la función objetivo en aproximadamente \$3227 en el modelo de tambos pequeños \$1820 en el modelo de tambos medianos y \$4047 en el modelo de tambos grandes. Con respecto al suelo de clase agrícola, esta situación se presenta en periodos diferentes, dependiendo del modelo. En los tambos pequeños, tres periodos son críticos: enero-febrero, mayo y diciembre; en los tambos medianos, los momentos en los que una hectárea de superficie agrícola más sería causa de un aumento en el margen bruto total son: enero-febrero, mayo y octubre-noviembre; en el caso de los tambos grandes, esos periodos son: enero-febrero, junio y diciembre. La tierra disponible en arrendamiento también es muy limitante en los tres casos, de acuerdo a que se analice la solución de los modelos de tambos pequeños, medianos y grandes, los costos de oportunidad de la superficie para arrendar son, respectivamente: 6675\$/ha, 3441\$/ha y 8790\$/ha. Estos costos de oportunidad dan cuenta de los valores que se podrían pagar por los arrendamientos anualmente. Como puede observarse, el menor costo de oportunidad corresponde a la tierra en arrendamiento para tambos medianos que, coincidentemente, es el que posee una menor producción de leche por hectárea. Por este motivo sería lógico que se paguen más baratos los arrendamientos. Con respecto a la conservación de suelos, si se liberara la restricción de máximo cultivo anual, seguramente aumentarían las hectáreas implantadas con los mismos. En todos los casos, los aumentos y disminuciones permisibles son muy ajustados, por lo que las soluciones se vuelven muy inestables.

⁸¹ También aquí el resultado obtenido se ve limitado por la condición *ceteris paribus*.

Considerando las restricciones de balance entre alimentos y ganado, la disponibilidad de forraje para los animales en pastoreo (durante todo el año) es limitante en cantidad de materia seca en los tres modelos (principalmente en el que emula al tambo grande, en el cual el costo de oportunidad llega a ser de 1,68\$/KgMS en otoño e invierno); respecto de la calidad, la energía es limitante en el caso de los modelos de tambos grandes, la proteína y la fibra durante todo el año en tambos pequeños, medianos y grandes, aunque en estos últimos no limita la proteína en otoño e invierno. En el caso de los animales en parto, limita principalmente la calidad de los alimentos ofrecidos antes que la cantidad. En los tres modelos la proteína es el nutriente con mayor costo de oportunidad; en el modelo de tambo grande además limita la fibra de detergente neutro y, en menor medida, la cantidad de alimento ofrecido en términos de kilos de materia seca. Haciendo referencia a los animales en parto ó a los animales en pastoreo, en los tres modelos, si no se hubiese limitado el consumo de concentrados, seguramente hubiese sido mayor porque es conveniente en términos económicos (aunque no nutricionalmente hablando).

Respecto a las ventas de productos (leche) y coproductos (carne), una unidad adicional de alguno de ellos, aumentaría la función objetivo en el mismo valor de su coeficiente c_j (valor de venta).

A modo de conclusión, se remarcan y realizan algunas consideraciones adicionales sobre los resultados obtenidos, en particular de la comparación entre las soluciones óptimas y los sistemas reales caracterizados.

Al analizar los resultados, se debe considerar que están basados en el contexto económico el año 2010 (los coeficientes c_j están calculados en base a precios del año 2010); según los especialistas en lechería, el precio de la leche en ese año es de los mejores obtenidos en la última década, tendencia que aun a mediados de 2011 se observa en las series de precios. No obstante, hay aspectos que opacan este nivel de precios hacia el final del año 2010, relacionados principalmente a cuestiones climáticas e inflacionarias, que afectan a los sistemas reales del departamento, elevando sus costos de producción. Pero las cuestiones no se consideran en los modelos de optimización determinística utilizados en este capítulo, por lo tanto, en los resultados los buenos precios de los productos se ven reflejados claramente.

Bajo los supuestos sobre los que se elaboran los modelos, y en el escenario de precios considerado, la actividad tambos compite favorablemente con la agricultura; esta última actividad no integra la solución de los tambos modelados, sin importar la superficie analizada. En la caracterización de los tambos del departamento realizada, queda en evidencia el bajo porcentaje de tambos que se especializa en la producción de leche (es decir, no realiza otro tipo de actividades anexas, excepto la recría de vaquillonas, que es una práctica habitual en la totalidad de los casos), pero la mayoría de los productores caracterizados diversifica la producción, principalmente como estrategia para disminuir riesgos o para satisfacer otros objetivos diferentes al de la maximización de beneficios. Por otro lado, como se mencionara en el párrafo precedente, los resultados de los modelos corresponden a la mejor opción considerando el escenario del año 2010; en tanto que las decisiones de los productores sobre su estructura de producción (especialmente en aquellas decisiones que implican la realización de inversiones específicas) expresan una trayectoria y las expectativas del productor.

Los resultados obtenidos en los modelos de programación lineal (a diferencia de lo que ocurre en la mayoría de los tambos reales que se caracterizaron) brindan como solución una intensificación de los sistemas (para todos los tamaños de tambos). A pesar de las restricciones impuestas y de los precios utilizados, económicamente muestran ser más convenientes los sistemas pastoriles intensivos, en los que el pastoreo de los forrajes es el principal recurso para la producción, pero se incorpora además una gran cantidad de silajes y concentrados (estos últimos llegan a conformar el 50% de la ración otorgada a las vacas). De esta manera, se logra una elevada producción individual media (20l/VO-día) y una elevada carga animal. Para obtener estos resultados, los tambos deben especializarse en la producción de forraje, sea para consumo en pie o para confección de reservas, y comprar los concentrados fuera del establecimiento (aunque en muchos de los casos reales caracterizados, como se mencionó, confeccionan sus reservas de grano húmedo de maíz ó sorgo). Lógicamente, estos resultados deberían analizarse también desde la óptica ambiental y de la gestión de los recursos humanos (no abordados en este trabajo a pesar de su importancia)

Las soluciones de los modelos parecerían seguir la lógica de algunos pocos productores del departamento Las Colonias, comprobándose la racionalidad económica de muchos de los empresarios que permanecen en el sector. Como se

indicara anteriormente, tres de los casos reales caracterizados en el departamento Las Colonias poseen resultados similares a los obtenidos en los modelos de optimización. Además, los indicadores de estructura, eficiencia productiva y manejo que resultaron de los modelos de programación lineal, son comparables con los indicadores de Campo Roca, un tambo experimental que pertenece a la EEA Rafaela de INTA. Se trata de un sistema pastoril, de alta productividad, basado en tecnología de procesos y con muy bajas inversiones. Sobre 119ha destinadas a 205 vacas totales (en ordeño más secas), una carga de 1,7 VT/haVT, una producción individual que supera los 22l/VO-día y una relación VO/VT de 82%, posee una productividad total que supera los 11000 l/haVT-año. Campo Roca se especializa en la producción de leche (incluso recrían las vaquillonas en campos de terceros, a diferencia de lo que indican las soluciones de los modelos analizados), donde la base alimenticia es fundamentalmente la pastura de alfalfa combinada con forrajes conservados, y con una importante suplementación a base de concentrados. Incluso, en una publicación realizada por la CIL en el año 2010 menciona que existen explotaciones de hasta 15000 l/haVT. Estos casos sirven para ilustrar que los resultados óptimos obtenidos no se alejan de la realidad de productores, con escalas de producción variadas, por lo que se infiere que no existirían impedimentos de escala de producción para alcanzar buenos niveles de productividad.

A pesar de lo mencionado, la mayoría de las empresas del departamento no alcanzan los resultados potencialmente esperables. Diversas pueden ser las cuestiones que derivan en las diferencias encontradas:

- A pesar de que los productores se comportan como seres racionales y económicos, en muchas ocasiones su objetivo principal no es el de maximizar sus beneficios económicos, motivo por el cual dirigen sus actividades guiándose por objetivos múltiples (y a veces contrapuestos entre sí) como por ejemplo, garantizar un nivel de vida económico y saludable para sus familias (que les permita vivir tranquilos sin complicarse la vida con modelos demasiado complejos), cuidar el medio ambiente, entre otros.
- En algunos casos, aunque su principal objetivo fuera lograr un nivel de producción óptimo, la razón por la que no lo logran se relaciona con la insuficiente liquidez con la que cuentan para desarrollar determinadas prácticas que son absolutamente necesarias. Por ejemplo, la determinante de las altas

cargas animales es la buena producción de forrajes en cantidad y calidad, sumados a un aporte de suplementos, algunos de los cuales no se producen en la propia empresa; esto implica la implantación más eficiente de los cultivos, realizando labores en los momentos oportunos y aplicando cantidades adecuadas de fertilizantes para incrementar la producción de materia seca por hectárea, y la compra de ciertos alimentos. Estas alternativas requieren de elevados niveles de desembolso en efectivo, del que el productor puede no disponer en el momento en que lo necesita. Este es uno de los puntos a los que deberían apuntar las políticas de fomento de la producción tambeira.

➤ La inexperiencia en la actividad (o el desconocimiento) sumados a la falta de asesoramiento técnico, en algunos casos, pueden ser la causa de resultados físicos y económicos bajos. En este punto tienen un alto campo de acción las cooperativas e industrias zonales, como así también los proveedores de insumos.

➤ La edad avanzada del empresario, que se agrava cuando no existe continuidad familiar en la empresa; esta situación se produce con frecuencia en la zona y lleva al productor a trabajar su sistema productivo de una manera muy sencilla, y obtener suficientes beneficios que le permitan vivir de una manera cómoda y sobre todo tranquila.

➤ Resultados tan ajustados y sistemas tan complejos requieren que las personas que se desempeñan en la empresa estén capacitadas y motivadas, que sepan hacia dónde va la empresa y que todos los componentes del sistema estén perfectamente engranados, cuestiones que no se producen en todas las empresas y que son causas de conflictos en muchas de ellas también.

➤ El riesgo. Como se mencionara en la revisión de antecedentes, varios autores demuestran que los productores agropecuarios poseen funciones de utilidad que se ajustan mejor cuando a la maximización de ganancias se agregan restricciones que contemplen el riesgo. Considerando que la mayoría de los productores son aversos al riesgo, podría esperarse que traten de minimizarlo y, como consecuencia, obtengan menores resultados económicos.

En resumen, a partir de la comparación la soluciones económicamente óptimas encontradas para los tres modelos que representan a los tambos del departamento con los casos reales caracterizados, se puede concluir que las principales diferencias encontradas no se deberían a problemas de escala de producción, porque los tamaños de los establecimientos no son limitantes para que cada uno de los tambos alcance el resultado óptimo. La cuestión principal se relaciona con la eficiencia de producción, sin importar la escala trabajada. Relacionado a estos resultados, a pesar de que Cloutier y Rowley (1993) sugieren que el tamaño de la empresa posee incidencia sobre la eficiencia técnica global, Arzubi et al. (2003) no hallan diferencias significativas entre los grupos para las variables de tamaño consideradas entre los inputs (superficie ganadera, vacas totales y litros de leche diarios). En este caso, es relevante lo mencionado por Castignani et al. (2011) acerca de que la alternancia en los resultados de las empresas tamberas, y la presión incremental de la agricultura por presentar buenos resultados aplicando tecnologías que requieren menos trabajo y capital invertido obliga a los tambos a mejorar su eficiencia económica para poder competir.

En los tres casos, además, las soluciones muestran sistemas muy dependientes de variables de mercado tales como el precio de otros productos (carne y granos) cuyos incrementos pueden derivar, en casos extremos, en una sustitución de actividades; ó el precio de los factores de la producción como los alimentos (sobre todos lo externos a la empresa), ó el valor de la tierra (muy relacionado al precio de la soja), cuyos incrementos podrían afectar notablemente la estructura de costos, impactando negativamente sobre los resultados de las empresas. Estos aspectos son considerados en las secciones siguientes, en las que se analiza la incidencia de cambios de escenarios económicos y del riesgo productivo y de mercado.

CAPÍTULO 5

5.1. Escenarios

Las empresas tamberas operan en una atmósfera de incertidumbre y, en este contexto, el cambio de los escenarios genera consecuencias inesperadas y a veces impredecibles. La capacidad que tengan las empresas de adaptarse a los cambios del entorno conduce a su éxito y garantiza la supervivencia de las mismas en el tiempo. El objetivo de este capítulo es determinar cómo son afectadas las actividades que se realizan en las empresas y como deberían reasignarse los recursos para mantener resultados económicos óptimos, atendiendo a las diferentes restricciones que enfrenta cada una. En este último sentido, se pretende examinar si la escala de producción tiene algún tipo de influencia sobre ello.

5.1.1. Factores claves

A partir del análisis realizado a los modelos en el escenario base y de la revisión bibliográfica, se detecta que las variables exógenas del contexto económico actual de mayor incidencia sobre las empresas tamberas grandes, medianas y pequeñas, son:

- El precio de la leche, principal producto de este tipo de empresas.
- el precio de los productos agrícolas. La producción de oleaginosas y cereales, compite con el tambo por el uso de algunos recursos (principalmente la tierra)
- el precio de algunos insumos utilizados en el tambo (muy relacionados al precio de los productos mencionados).

Estas variables de mercado, que poseen un marco institucional definido, pueden influir de manera positiva ó negativa sobre la actividad tambera. A modo de justificación de las variables consideradas como generadoras de cambios de contexto, por lo tanto, de escenarios, se cita a Castignani et al. (2011) op cit. Los autores explican que la última década en el sector agrícola se caracteriza en mayor medida por la expansión en superficie que por saltos tecnológicos. Mencionan, que esto también ocurre en los sistemas tamberos, dónde la presión de intensificación se ha expresado fundamentalmente en los tambos de punta y en experiencias de modelos

confinados, pero que por su frecuencia en relación al total de tambos puede justificar la invariabilidad en los resultados e indicadores físicos en los modelos considerados como más frecuentes. Agregan además, que una consecuencia derivada de este hecho, es que la competitividad relativa del tambo con respecto a distintas alternativas agrícolas, estará sustentada fundamentalmente en los cambios de relaciones de precios entre actividades y entre factores y productos.

A pesar de que es posible crear diferentes tipos de escenarios, en el presente trabajo se elaboran dos escenarios de precios, porque se considera que se trata de una variable muy importante que los productores no pueden modificar ni controlar. Los datos utilizados para elaborar los escenarios deben ser coherentes; por lo tanto, se analizan series de precios correspondientes al periodo 2000-2011. De acuerdo a lo visto en las soluciones de los modelos planteados, el escenario base es muy optimista para la actividad tambera. El escenario basado en datos del año 2010⁸², es favorable para la lechería y los resultados dan cuenta de ello. Pero si se analiza la historia de la actividad, desde el año 2000, se encuentran diferentes situaciones que permiten plantear distintos escenarios a fin de explorar, describir y analizar la manera en la que se podría ver afectada la lechería y, a nivel microeconómico, cuáles son las actividades que optimizan los resultados de la empresa, ante esas condiciones.

Como se mencionara en Materiales y Métodos, los especialistas consultados sostienen que no se esperan grandes modificaciones en el precio de la leche y, lo más importante, que no se esperan bajas al menos en el corto plazo. Además, si se observa la serie de precios del litro de leche (Figura 10), la tendencia muestra un crecimiento de los precios a lo largo del periodo analizado. Por ello también, se puede suponer que los precios de la leche no serán menores que el considerado en el escenario base. Por este motivo se decide no parametrizar el precio de la leche en los escenarios.

⁸² Los precios de los insumos corresponden al mes de junio de 2010, en tanto que el precio de los productos es un valor promedio tomado para todo el año.

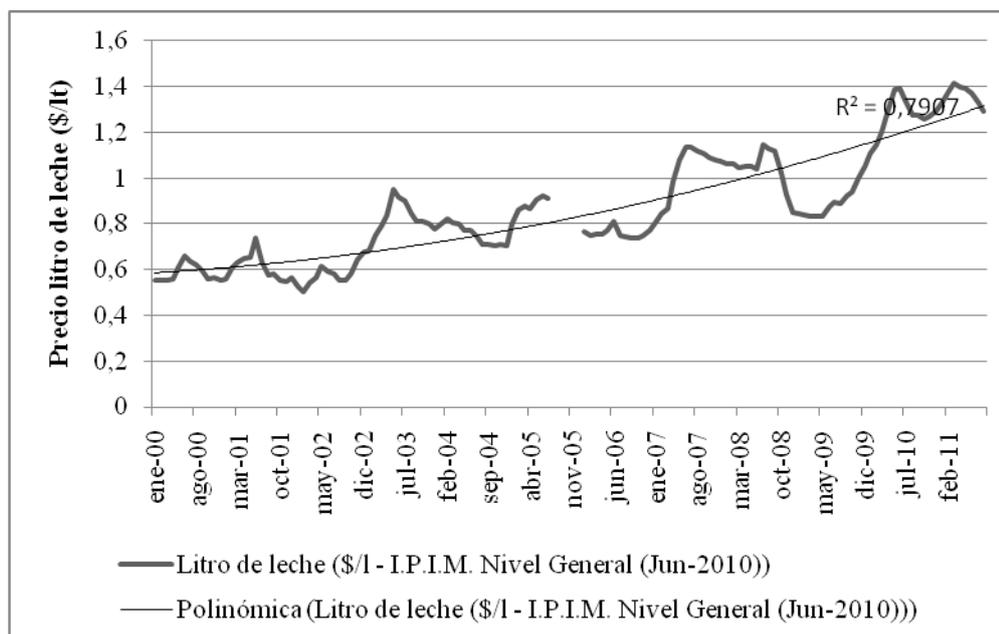


Figura 10. Evolución del precio de la leche en el periodo 2000-2011⁸³.

Hanke (2006) menciona que no es recomendable trabajar con más de dos o tres escenarios en un mismo análisis del entorno. Por este motivo, además del escenario base ya analizado, se proponen otros dos escenarios, uno pesimista y otro intermedio para la actividad lechera. Los mismos, reflejan situaciones que ocurrieron en la última década por lo que, se supone, podrían repetirse.

5.2. Escenario I. Pesimista para la actividad lechera

En el escenario I, designado “pesimista para la actividad lechera”, se evalúa la posibilidad de que las relaciones de precio entre la leche y los granos (soja, trigo, sorgo y maíz) disminuyan a valores cercanos a los que se presentaron en el segundo semestre del año 2002. Se considera ese momento, porque fue aquel en el que se produjeron las menores relaciones de precios entre los productos agrícolas y la leche, considerando el periodo post devaluación (2002 - 2011).

Para enmarcar este escenario, se realiza una breve reseña de situación socioeconómica presente en ese entonces. La actividad económica del país sufre una de las mayores caídas de su historia económica. Según una publicación realizada por

⁸³ Fuente. Elaboración propia en base a datos obtenidos de la Serie de precios de AACREA. Los precios están actualizados a junio de 2010, mediante el IPIMNG correspondiente a ese momento. La justificación de esta acción se realizó en el apartado en el que se explica la metodología.

la Secretaría de Políticas Económicas⁸⁴, el PIB a precios constantes disminuyó 10,9% (esta caída fue similar a la registrada en el año 1914 y superior a la de los años 1931 y 1932); con ella se derrumbaron notoriamente los indicadores sociales. Ese mismo año se devaluó la moneda argentina. La producción de granos (cereales y oleaginosas) se vio favorecida por esta medida, fundamentalmente porque su principal destino son los mercados externos, al mismo tiempo que los precios internacionales de los commodities agrícolas comienzan a seguir una tendencia notablemente alcista. Por el contrario, en un primer momento, no resultó tan beneficiosa para el sector lácteo, cuyo principal destino es el mercado interno, y algunos de sus principales insumos cotizan en dólares. Según Depetris (2004), el incremento de los precios de la leche fue muy lento e inferior al precio de los insumos.

Asimismo, un informe publicado en el año 2003 por el Centro de la Industria Lechera (CIL), explica la crisis del sector lácteo en ese momento por un desequilibrio entre la oferta y la demanda, determinado por cuatro sucesos: I) El aumento de la producción de leche en los primeros nueve años de la década de los 90' generó un incremento de la oferta que no pudo ser compensado con las ventas externas; II) La devaluación de Brasil, principal destino de la leche argentina; III) La recesión del mercado interno, que generó una disminución de los precios y de los volúmenes comercializados; y IV) La disminución de los precios internacionales de los lácteos, especialmente la leche en polvo.

Otra de las cuestiones que atentó en ese momento contra la actividad lechera fue el valor de arrendamiento de la tierra; debido al "efecto agricultura", el recurso tierra se valorizó en forma importante materializándose a través de los incrementos operados en los alquileres (Schneider; Comeron, 2002).

En ese contexto, la brecha entre los márgenes brutos de la agricultura versus los del tambo era amplia, y muchos productores de leche enfrentaron un dilema: mantener, reducir o incluso abandonar la actividad tambera.

Revisando las estadísticas se encuentra que, en general, las menores relaciones de precios, entre la leche y los principales granos, se produjeron en el segundo semestre del año 2002. Estas son:

⁸⁴ Ministerio de Economía; Secretaría de Políticas Económicas: La economía argentina durante 2002 y evolución reciente. <http://www.mecon.gov.ar/peconomica/informe/informe44/introduccion.pdf>

- 0,96 Kg. maíz / lt. leche
- 0,49 Kg. soja / lt. leche
- 1,12 Kg. sorgo / lt. leche
- 0,53 Kg. trigo / lt. leche

Bajo este escenario de precios relativos, los resultados de los tres modelos muestran, a grandes rasgos, un incremento de la superficie agrícola en detrimento de la superficie tambera, y una importante reducción del número del número de animales. Ocurre que, al disminuir la relación de precios entre la leche y los granos, el tambo pierde competitividad relativa frente a la agricultura, situación que termina por desplazar en cierta medida a la actividad lechera.

A pesar del incremento del valor de arrendamiento de la tierra (producido por el incremento de precio de la soja) en los tres modelos, el óptimo integra el aumento de la escala de producción a través del arrendamiento.

En los tres casos, se diversifica la producción. Además del tambo y la ganadería (recría de las vaquillonas) se destina parte de la superficie a la actividad agrícola (que no aparecía en los resultados del escenario base). En la Tabla 39 se muestran los indicadores de estructura productiva de las empresas resultantes de la optimización en el nuevo escenario, y a su lado, entre paréntesis, se coloca la diferencia positiva o negativa que existe respecto a los resultados obtenidos bajo el escenario base (no aparece número entre paréntesis si no hay diferencias).

Los indicadores de estructura relacionados a la actividad tambo, disminuyen considerablemente. En los tres casos, la cantidad de vacas se reduce y, ese menor número de animales, se retiene en una superficie también más reducida (por el ingreso de la agricultura a la solución). A pesar de que siguen integrando la solución las vacas de mayor producción diaria (20l/día), al disminuir su número, ocurre lo mismo con la producción de leche diaria del establecimiento, y con la demanda de mano de obra total⁸⁵. Este último indicador se ve notablemente afectado en las tres situaciones.

⁸⁵ Para el caso de la agricultura, la mano de obra se contrata de manera indirecta a través de la contratación de los servicios de maquinarias.

Tabla 39. Indicadores de estructura productiva: resultados del escenario I

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Sup. Total	ha.	100	145	270
Sup. Arrendada	ha.	30	45	100
	% de la sup.	30%	31%	37%
Sup. Tambo	ha.	61 (-24%)	72 (-37%)	140 (-35%)
Sup. Agricultura	ha.	23	55	94
Sup. Ganadería	ha.	16 (-20%)	18 (-40%)	36 (-35%)
Vacas en ordeño	cab.	71 (-50%)	71 (-67%)	144 (-64%)
Vacas totales	cab.	84 (-50%)	84 (-67%)	169 (-64%)
Producción diaria	lt leche/día	1539 (-50%)	1539 (-67%)	3077 (-64%)
Mano de obra	pers/año	1 (-50%)	1 (-67%)	2 (-67%)

La nueva distribución de la superficie, de acuerdo a las actividades que integran la solución en el escenario I, se puede ver en la Figura 11.

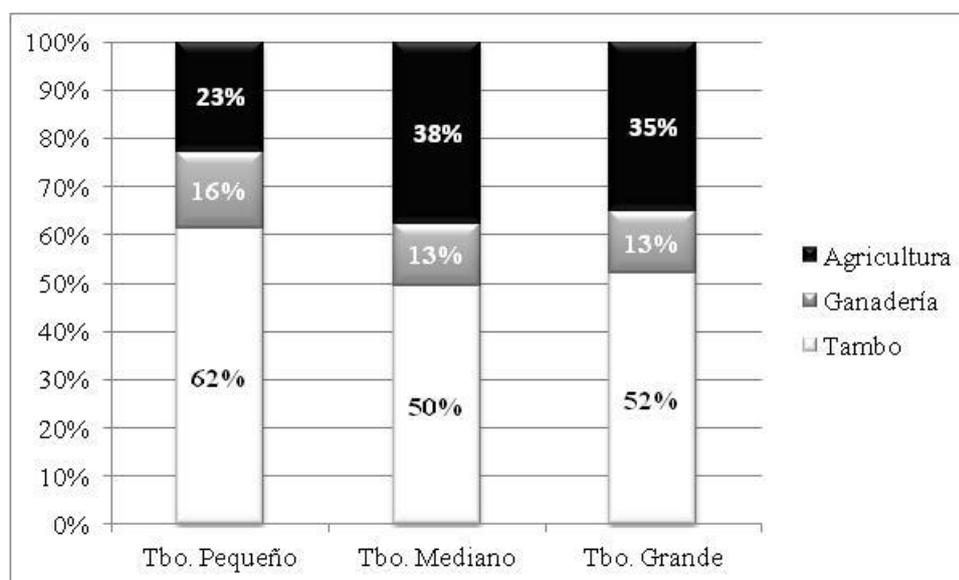


Figura 11. Distribución de la superficie: resultados del escenario I

Debido a los mayores márgenes que posee la agricultura en este escenario, integra las soluciones ocupando parte de la superficie que, en la situación base, es ocupada por el tambo. Esta actividad, se ve afectada notablemente en los tres tamaños de empresas analizadas, pero no desaparece completamente del sistema. En el caso de los tambos grandes y medianos, la actividad agrícola se compone básicamente de la rotación trigo/soja; en los tambos pequeños, además, ingresa el cultivo de maíz (en una relación de 1ha. de maíz por cada tres hectáreas de la rotación Tg/Sj)

En la Tabla 40 se muestra la ocupación total del suelo por parte del tambo (incluyendo la recría de vaquillonas). El suelo de mayor aptitud en los tres casos sigue siendo principalmente ocupado por alfalfa; no se utilizan verdeos para consumo en pie, y se suministran silajes de maíz y sorgo.

Tabla 40. Uso del suelo en la actividad tambo: resultados del escenario I

	Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Alfalfa (% sup)	72	71	73
Avena rollos (% sup)	2	1	1
Maíz silo (% sup)	13	8	13
Sorgo silo (% sup)	3	3	3
Pastura (tréboles y cebadilla) (% sup)	9	11	10
Maíz para grano seco (% sup)	1	5	0,5
TOTAL (% sup)	100	100	100

A pesar del incremento del precio de los concentrados, estos son necesarios en la nutrición de los animales, principalmente por el aporte energético que realizan. El grano de maíz es indispensable para el consumo de los animales menores, por lo que integra las soluciones (frente a la opción del balanceado). En la solución de cada uno de los tres tamaños de tambo, se presenta la alternativa de producir el grano de maíz propio, aunque en superficies muy reducidas en los tambos grandes (1,43 ha) y pequeños (0,73 ha). En los tres casos, se compra grano de sorgo y algodón, para atender a las exigencias nutricionales de las vacas en producción. Pero no se compran ni se producen concentrados para los animales en parto. Esta situación se fue consultada a veterinarios que se desempeñan en el área de influencia del presente trabajo, quienes respondieron que existen casos reales de tambos en los que los animales de parto solo son alimentados a base de silos y rollos, pero en el parto (días alrededor del parto) suelen ofrecerles concentrados a las vacas (granos ó balanceados) para que se acostumbren a la dieta que se les ofrecerá durante la lactancia.

Si se impusieran restricciones de mínimo consumos de granos ó balanceados a las diferentes categorías animales (para mantener el nivel de concentrados ofrecido en el escenario base), los resultados económicos globales disminuirían notablemente, e incluso podría desaparecer la actividad tambo. Esto se debe a que, al disminuir la relación de precios entre los granos y la leche, los primeros se vuelven “relativamente más caros” que el producto del tambo. Con un litro de leche, se puede comprar una menor cantidad de granos.

El menor aporte de concentrados en la ración, repercute en la carga animal lograda en los tres sistemas. Ahora la carga depende principalmente de la receptividad del forraje generado dentro del establecimiento (aunque existe una mínima suplementación con sorgo y algodón). Una menor carga animal (respecto a la obtenida en la situación base), manteniendo constante la relación VO/VT y la producción de leche diaria de las vacas, determina una disminución en la productividad de leche por hectárea, tal como se observa en la Tabla 41. Por el contrario, tanto en tambos medianos como grandes, la productividad de la mano de obra (medida en términos de litros de leche ordeñados ó vacas atendidas por persona diariamente) se incrementa frente a la situación base.

Tabla 41. Indicadores de eficiencia productiva: resultados del escenario I

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Productividad de la tierra	lt/haVT-año	8536 (-35%)	7244 (-42%)	7458 (44%)
Carga animal	VT/haVT	1,38 (-35%)	1,17 (-43%)	1,2 (-45%)
Producción individual de leche	l/VO-día	20	20	20
Relación VO/VT	%	85	85	85
Productividad de la mano de obra	l/pers-día	1539	1539 (+6%)	1539 (+7%)
	VT/pers-día	84	84 (+7%)	84 (+6%)

Al igual que lo que ocurre en la situación base, en las soluciones de los modelos bajo este nuevo escenario denominado “pesimista” no aparece la compra de animales para realizar la reposición del rodeo productivo, sino que se crían los animales propios. Esta cría, también se realiza de manera intensiva, de manera de obtener animales productivos (vacas en lactancias) en el menor tiempo posible.

La solución de los modelos, bajo este nuevo escenario, respecto a la venta de los animales, se mantiene similar a lo que ocurre en la situación base; pero el número de animales vendidos en cada caso es menor.

La función objetivo, medida en términos de margen bruto total en cada uno de los tres modelos, en el escenario pesimista, es menor a la obtenida en el escenario base. Esto puede verse en la Tabla 42, donde además se muestra la disminución del margen bruto total de cada uno de los modelos, respecto a la situación base. Sin dudas se trata de un impacto económico importante para los tres sistemas, siendo el tambo mediano el que sufre la mayor pérdida (su resultado se reduce prácticamente a la mitad respecto de la situación base). Seguramente, en este escenario, los

productores enfrentan el problema de tener que mantener los costos fijos de las instalaciones y por este motivo no pueden destinar toda la superficie que deseen a la actividad agrícola; entonces necesitan vacas para diluir los costos.

Tabla 42. Resultados económicos de los modelos: resultados del escenario I

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Margen Bruto total	\$/año	446039	744114	1299643
Variación respecto al escenario base	(%)	-38	-93	-32
Margen bruto total	\$/ha	4460	5132	4813

Por último, en la Tabla 42 también puede verse que el mayor margen bruto por hectárea se presenta en el tambo mediano. En este caso, además, se utiliza una proporción mayor de la superficie total de la empresa para realizar agricultura respecto a los tambos grandes y medianos. En tanto que en el caso del tambo pequeño, donde se destina proporcionalmente una mayor superficie a la actividad tambo, se produce el menor margen bruto por hectárea. Según se trate del tambo pequeño, mediano ó grande, el margen bruto aportado por la agricultura representa el 43%, 68% y 67% del margen bruto total, respectivamente, mientras que en cada caso la superficie ocupada por esta actividad representa 23%, 38% y 35%. Con lo mencionado, se demuestra la importancia económica relativa de la actividad agrícola frente al tambo, en este contexto analizado.

Luego de haber sido presentados los resultados económicos de los modelos bajo este nuevo escenario, se realizan algunas aclaraciones con respecto a los indicadores de estructura.

- Si al plantear este escenario no se formula la restricción que mantiene el número de instalaciones presentes en la situación base, en el caso del tambo grande la solución sólo arroja la necesidad de 1 instalación tipo 2 (lo que resulta lógico pensando que el número de animales en ordeño se reduce considerablemente). En los modelos de tambos medianos y pequeños se mantienen las instalaciones, aunque no se planteó la restricción.
- Respecto a la mano de obra, si se obliga al modelo a mantener la mano de obra que integra las soluciones de los modelos en la situación base (2 personas en el tambo pequeño, 3 personas en el mediano y 6 en los grandes), las nuevas soluciones indican: en el caso del tambo pequeño se mantienen las

actividades y las hectáreas que resultaron en el escenario I (sin cambios muy marcados), se incrementa el número de vacas totales en 5 unidades por lo tanto aumenta también la producción de leche, pero disminuye un 23% el margen bruto total. En el caso del tambo mediano, ante la necesidad de mantener la mano de obra, la solución muestra una disminución de 12% de la superficie destinada a agricultura, el número de vacas y la producción de leche aumentan (33% y 32% respectivamente) pero, como ocurre en el caso de los tambos pequeños, el margen bruto global disminuye un 26%. Por último, los resultados del modelo de tambos grandes muestran la misma situación que en el caso del modelo de tambos medianos, la superficie ocupada por la actividad agrícola disminuye 4% (para aumentar la superficie destinada a silo), el número de vacas y la producción diaria se incrementan (24% en ambos casos) pero es el modelo más afectado económicamente, debido a que su función objetivo disminuye aproximadamente 31%.

5.3. Escenario II. Intermedio para la lechería

En el escenario II, denominado “Intermedio para la lechería”, se evalúa la posibilidad de que en un momento determinado todos los cultivos agrícolas tomen su valor de precio máximo, frente a un precio relativamente alto también del litro de leche.

En el Figura 12 se muestra la evolución de los precios de cada uno de los cultivos agrícolas que componen los modelos. Las series se encuentran actualizadas a junio de 2010, utilizando el índice de precios mayorista del mes de junio (IPIMNG) para que resulten comparables con los precios de la leche, la carne y los insumos del escenario base. En el gráfico están marcados los momentos en que se producen los máximos precios de los cultivos agrícolas.

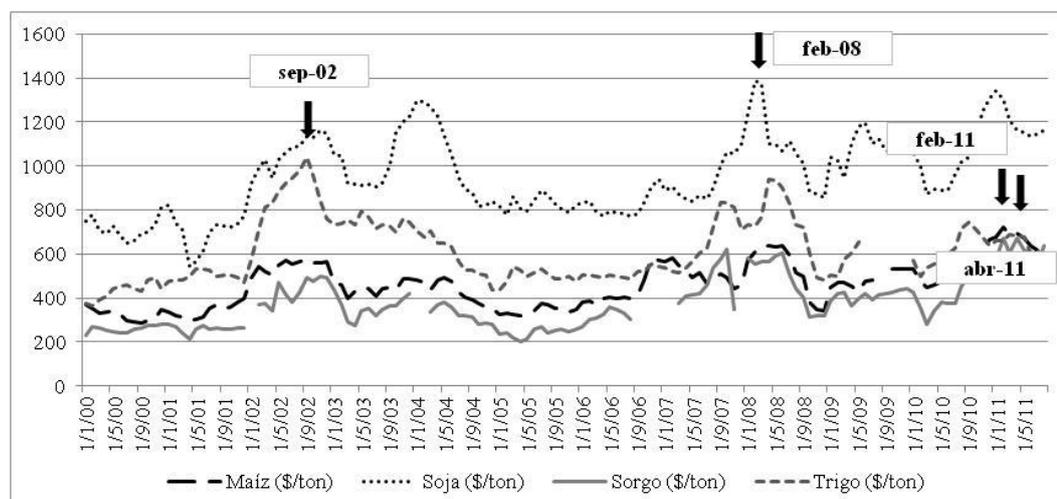


Figura 12. Evolución de precios de los cultivos agrícolas en el periodo 2000-2011⁸⁶

En la Tabla 43 se detallan los precios máximos de los cultivos, el momento en que se producen y la diferencia porcentual con respecto a los precios utilizados en el escenario base.

Tabla 43. Precios de los cultivos en el escenario II⁸⁷

Producto	Momento de máximo valor	Valor en escenario 2	Incremento de precio frente a escenario base
Trigo	septiembre de 2002	1040 (\$/ton)	+ 66%
Soja	febrero de 2008	1389 (\$/ton)	+ 35%
Maíz	febrero de 2011	721 (\$/ton)	+ 36%
Sorgo	abril de 2011	674 (\$/ton)	+ 59%

Bajo este escenario de altos precios agrícolas, pero también de altos precios de la leche, las soluciones de los tres modelos no muestran diferencias respecto a lo que ocurre en la situación base de análisis, en lo referente a la diversificación de las actividades. Las principales diferencias se presentan en la composición de la ración diaria de los animales, en algunos indicadores de estructura y en los resultados económicos de las empresas.

Pese a que el valor del alquiler de la tierra se incrementa 35% (impulsado por el incremento, en la misma proporción, del precio de la soja), el arrendamiento sigue siendo una alternativa que aparece en las soluciones de los modelos. Por lo tanto la superficie total de producción se mantiene, en el escenario intermedio, igual que en el escenario optimista y en el escenario pesimista.

⁸⁶ Fuente. Elaboración propia en base a datos de la Bolsa de Cereales (\$/ton - actualizados con el IPIMNG de junio de 2010).

⁸⁷ idem

En la Tabla 44 se muestran los indicadores de estructura productiva. Al costado de cada indicador, entre paréntesis, se coloca la diferencia positiva o negativa que existe respecto al plan actual o base (no aparece número entre paréntesis si no existen diferencias).

Tabla 44. Indicadores de estructura productiva: resultados del escenario II

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Sup. Total	ha	100	145	270
Sup. Arrendada	ha	30	45	100
	% de la sup.	30	31	37
Sup. Tambo	ha	80	115	215
Sup. Agricultura	ha	0	0	0
Sup. Ganadería	ha	20 (+2%)	30 (-2%)	55
Vacas en ordeño	cab	144	201 (+6%)	359 (-10%)
Vacas totales	cab	169	236 (+6%)	422 (-11%)
Producción diaria de leche	l/día	3077	4308 (+6%)	7693 (-11%)
Mano de obra	pers/año	2	3	5 (-17%)

Bajo este escenario de máximos precios agrícolas y relativamente altos valores de la leche, la agricultura no integra la solución de los modelos. En la Tabla 45, se muestra el uso del suelo por parte de las vacas totales y la recría.

Tabla 45. Uso del suelo en la actividad tambo: resultados del escenario II

	Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Alfalfa (%)	58	58	59
Avena pastoreo (%)	9	9	9
Avena rollos (%)	3	3	2
Maíz silo (%)	20	0	0
Sorgo silo (%)	3	23	23
Campo Natural Mejorado (%)	6	7	6
Pastura (tréboles y cebadilla) (%)	1	0	0
TOTAL (%)	100	100	100

El uso del suelo, es decir, qué cultivos forrajeros para consumo en pie o para confección de reservas integran las soluciones, dependen principalmente de los valores del gas oil (laboreo), de los agroquímicos y fertilizantes utilizados. Tal como ocurre en el escenario base, la solución de los tres modelos incluye el uso de verdeos para pastoreo (avena), esto no ocurre en el escenario pesimista. Además, se incrementa en los modelos de los tambos más grandes la superficie destinada a silo de sorgo, por su menor costo en relación al silo de maíz. En los suelos de aptitud

ganadera aparece, a diferencia de lo acontecido en el escenario base y en el escenario de bajos precios relativos (E1), el mejoramiento de los campos naturales (con urea); esto es lógico desde el punto de vista económico debido a que el costo de implantación de la pastura de tréboles y cebadilla es superior a la al costo que insume la fertilización del campo natural. En este escenario, la proporción total de superficie destinada a cultivos para confección de silos es levemente inferior a la que se utiliza en el escenario base, pero superior a la que surge como solución del escenario I. Además disminuye levemente la proporción de superficie destinada a cultivo de alfalfa, en relación al escenario actual, pero de manera importante si se la relaciona con el escenario I.

Con respecto al consumo de concentrados, las soluciones indican que es conveniente económicamente comprar grano seco de maíz para suplementar a las categorías menores en lugar de comprar balanceados (al igual que lo encontrado en las soluciones de los modelos bajo el escenarios base y en el de mínimas relaciones de precios). En el caso de los animales en pastoreo y en parto es donde se encuentran las mayores diferencias. En el primer caso (animales en pastoreo) la suplementación se realiza utilizando granos de sorgo, semillas de algodón, sojilla y porotos de soja (sin importar el tamaño del tambo analizado); en tanto que en el caso de los animales en parto, se utilizan granos de sorgo y balanceado parto (en los tres tamaños de tambo). Por lo mencionado, este escenario, pese a los altos precios de los granos, es relativamente favorable para la lechería (con resultados que se asemejan a las soluciones del escenario base). Si además se compraran estos resultados con el escenario I, queda expuesta la importancia que tiene sobre la intensidad en la alimentación de los animales una mejora en la relación de precios entre la leche y los granos.

Una mejor alimentación, en calidad y en cantidad, evitando baches estacionales de producción forrajera, repercute favorablemente en la carga animal y, en consecuencia, en la productividad de la tierra. En la Tabla 46 se muestran los indicadores de eficiencia productiva. Los números entre paréntesis indican los cambios respecto a los mismos indicadores hallados en el escenario base. La productividad de la tierra en los tambos grandes disminuye respecto al escenario base, básicamente porque disminuye la carga animal, pero sin dudas mejora notablemente frente a las soluciones halladas en el escenario I. Las diferencias se deben fundamentalmente a los distintos planteos

alimenticios que se generan en los modelos, bajo cada uno de los escenarios, dirigidos precisamente por cuestiones de precios de los granos y de la leche.

Tabla 46. Indicadores de eficiencia productiva: resultados del escenario II

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Productividad de la tierra	l/haVT-año	13156 (+0,3%)	12702 (+2%)	12179 (-8,5%)
Carga animal	VT/haVT	2,12	2,05	1,96 (-10,5%)
Producción individual	l/VO-día	20	20	20
Relación VO/VT	%	85	85	85
Productividad de la mano de obra	l/pers-día	1539	1436	1539 (+7,5%)
	VT/pers-día	84 (+1%)	79	84 (+7%)

En los tres casos analizados (tambo grande, mediano ó pequeño) se realiza la recría propia de las vaquillonas, de manera más intensiva, para lograr animales productivos (vacas) en el menor tiempo posible (*Vaq R2_A*). Con respecto a la venta de los animales, lo económicamente más conveniente es, según expresa la solución de los modelos, vender los terneros machos descalostrados, las vaquillonas en parto y la mitad de las vacas de rechazo para consumo y la otra mitad para conserva.

En la Tabla 47 se puede ver que los resultados económicos disminuyen frente a los resultados obtenidos en el escenario base, debido al incremento de los costos directos, pese a los buenos indicadores de eficiencia de los tambos modelados en el escenario II. Se observa, también, una mejora de los resultados económicos del escenario intermedio respecto al pesimista.

Tabla 47. Resultados económicos de los modelos: resultados del escenario II

		Tbo. Pequeño	Tbo. Mediano	Tbo. Grande
Margen Bruto total	\$/año	551157	803971	1472352
Variación respecto al escenario optimista	(%)	-24	-22	-22
Variación respecto al escenario pesimista	(%)	+24	+8	+13
Margen bruto total	\$/ha	5512	5545	5453

De la misma manera que se plantea en el escenario I, las consideraciones respecto a los indicadores de estructura son:

➤ Si al plantear este escenario no se formula la restricción que mantiene el número de instalaciones presentes en la situación base, en el caso del tambo grande la solución sólo arroja la necesidad de 2 instalación tipo 2 (mas chicas que las que aparecen en la solución del modelos en el escenario tal cual se planteó), el número de animales se mantendría en 422, pero con menores costos fijos, por lo que el margen bruto total se incrementa alrededor de 2%. En el modelo de tambo mediano, ya no integra la solución la instalación tipo 2, sino que ahora aparece la solución la instalación tipo 3 (más grande), además, aumenta el número de vacas totales a 249 cabezas, se produce y vende más leche, pero el margen bruto total disminuye aproximadamente 1% frente al modelo original (con la restricción). En el caso del tambo pequeño, no se verifican diferencias.

➤ Respecto a la mano de obra, si se obliga al modelo a mantener la mano de obra que integra las soluciones de los modelos en la situación base (2 personas en el tambo pequeño, 3 personas en el mediano y 6 en los grandes), las nuevas soluciones indican: en el caso de los modelos que representan al tambo pequeño y al mediano se mantienen las actividades y las hectáreas que resultaron en el escenario I, como así también sus resultados económicos. En las soluciones del modelo de tambos grandes si se mantienen las 6 personas, se puede incrementar un 10% la cantidad de vacas totales, pero el margen bruto total disminuye 4%.

A modo de conclusión, en este capítulo, se analizan dos escenarios, uno pesimistas para la lechería y el otro intermedio, para contrastarlos con la situación base (escenario optimista). En todos los casos se mantiene constante el precio de la leche, como un promedio de los valores logrados en el año 2010 porque, según los especialistas en lechería, el precio de la leche en ese año fue uno de los mejores obtenidos en la última década. Incluso, mencionan que no es probable que este precio baje nuevamente, que es más probable que se mantenga en el tiempo ó que aumente (tal como se puede ver en las series de precios)

El escenario I es el más pesimista para la actividad tampera. Frente a una muy baja relación de precios entre la leche y los granos, la agricultura aparece en las soluciones de los modelos, desplazando a la superficie ganadera (tambo + recría), pero no la elimina completamente; y el número de animales se reduce dramáticamente sin

importar el tamaño del tambo. Se observa un menor nivel de intensificación del tambo. En estas condiciones, los granos son “caros” frente a la leche, por lo que el sistema se torna fuertemente pastoril, con una muy baja suplementación con concentrados, la mínima e indispensable para suplir los requerimientos de los animales. La carga animal se ve perjudicada en este sistema, ocasionando una importante caída en la productividad de la tierra, medida en litros de leche por hectárea. En este escenario, el aporte que realiza la agricultura al margen bruto total de la empresa es muy importante. Por este motivo, en situaciones como la analizada, la complementación del tambo con la agricultura aparece como una alternativa más que favorable para la evolución económica de la empresa; y permite la posibilidad de generar un balance entre los ingresos, el tambo, aporta liquidez mensualmente a la empresa, y la agricultura opera como una caja de ahorros, en la que los ingresos pueden localizarse en momentos estratégicos, de acuerdo a la conveniencia de venta o a la necesidad de liquidez por parte del productor. En situaciones como las planteadas en el escenario I, la agricultura es competitiva respecto a la lechería.

El escenario II es intermedio (como lo indica su nombre), y eso queda demostrado en las soluciones de los modelos analizados. En todos los casos, sin importar el tamaño de los tambos, la solución muestra la conveniencia económica de la actividad lechera frente a la agricultura (considerando los supuestos de los modelos). A pesar de los altos precios de los granos, el uso intensivo de los mismos por los animales del tambo, permite mantener elevadas cargas en los sistemas y, en consecuencia, elevadas productividades. Frente a buenos precios de la leche, los niveles de intensidad no se ven afectados, lo que se vuelve importante a la hora de plantear políticas de fomento a nivel macro, ó estrategias productivas a nivel micro.

Sin importar cual sea el contexto analizado o el tamaño del tambo, la clave para mantener la lechería de manera competitiva frente a la agricultura es la productividad lograda, lo que implica producir la mayor cantidad posible de leche por hectárea de tambo. Dicho de otra manera, la competitividad relativa de la actividad lechera se relaciona con la eficiencia, sin importar el tamaño del tambo ni el contexto analizado.

Según los resultados observados, la relación de precios entre la leche y otros productos (e insumos) es la determinante de la intensidad del sistema y, por lo tanto, la productividad lograda de leche por hectárea, como así también la asignación de los recursos dentro de la empresa. En condiciones de bajas relaciones de precio entre

leche y granos, resulta interesante repensar la integración de las actividades dentro del sistema productivo; esto se relaciona con lo mencionado por Cursack de Castignani et al. (2002) acerca de que la capacidad de las empresas de adaptarse al entorno conduce a su éxito y garantiza su supervivencia.

CAPÍTULO 6

6.1. Análisis probabilístico del Riesgo

En la presente sección se identifica, para cada uno de los modelos representativos elaborados, un conjunto de planes (grupos de actividades) eficientes que ofrecen los menores niveles de riesgo con respecto a determinados niveles de margen bruto total esperado. Es decir, que actividades y en que dimensión permiten obtener un plan retorno-riesgo eficiente en cada nivel. Para ello, como fuera mencionado en Materiales y Métodos, se reformula la matriz de programación lineal que modela a cada uno de los tres tamaños de tambos (grande, mediano y pequeño) y se incorpora explícitamente la evaluación del riesgo mediante un modelo de análisis MOTAD. El mismo, permite identificar el conjunto de actividades eficientes en términos de retorno y riesgo asociado, considerando que la decisión final de alguna de ellas dependerá de la apreciación subjetiva del decisor en correspondencia con su actitud frente al riesgo (Iorio; Mosciaro, 2003)

Con respecto a la presentación de este capítulo, se comienza analizando primero los resultados en general, prestando especial atención a las fronteras de eficiencia, para luego analizar el detalle de las actividades que conforman cada uno de los planes eficientes.

6.2. Fronteras de eficiencia Margen Bruto - Riesgo (A)

En las Tablas 48, 49 y 50 se muestran los resultados de la parametrización del margen bruto total esperado (MBTE) de cada uno de los modelos. El nivel de riesgo se encuentra representado por el indicador A. La primera fila de cada una de las tablas muestra el óptimo económico (máximo MBTE) de cada uno de los modelos; como se puede observar, éste se encuentra vinculado al máximo nivel de riesgo (máximo valor de A).

Si se comparan los resultados de los diferentes tamaños de tambos, se puede ver que los tambos pequeños poseen un menor nivel de riesgo absoluto, pero también alcanzan un margen bruto total menor. Medido en términos relativos, al nivel de máximo MBTE son los tambos más grandes los que presentan - aunque ligeramente -

mayor coeficiente de variación, pero son también los que tienen mayor reducción del mismo al disminuir el nivel de beneficio aspirado. De un 40% en el óptimo económico esperado, el coeficiente de variación para este estrato se reduce al 24% al disminuir el MBTE en un 10%; mientras que en los tambos pequeños el coeficiente de variación pasaría entre los mismos niveles de aspiración de MBTE del 36% al 32% en el caso de los tambos medianos y del 36% al 31% en los pequeños. Asimismo, a cualquier nivel de riesgo asociado, el MBTE de los tambos grandes supera ampliamente al MBTE de los tambos medianos y este, a su vez, al resultado económico de los tambos pequeños. Entonces, para que un tambo pequeño logre resultados económicos (MBTE) similares a los que obtienen los tambos más grandes, debería afrontar mayores niveles de riesgo asociados a la decisión.

Tabla 48. Resultados de la parametrización del MBTE para tambos grandes

Reducción del MBTE	MBTE	Z	A	DS	E-2DS	CV
óptimo	1755274	13755448	550218	696587	362101	40%
2,5%	1711392	11244808	449792	569446	572500	33%
5,0%	1667511	10656235	426249	539640	588230	32%
7,5%	1623629	10078202	403128	510368	602892	31%
10,0%	1579747	7631961	305278	386489	806770	24%
12,5%	1535865	7040974	281639	356560	822744	23%
15,0%	1491983	6515238	260610	329937	832110	22%
17,5%	1448101	5991610	239664	303420	841262	21%
20,0%	1404219	5472246	218890	277119	849982	20%
22,5%	1360338	4956899	198276	251021	858295	18%
25,0%	1316456	4516908	180676	228740	858976	17%
27,5%	1272574	3092403	123696	156602	959370	12%
30,0%	1228692	2562302	102492	129757	969178	11%
32,5%	1184810	2138577	85543	108299	968212	9%
35,0%	1140928	1887172	75487	95568	949793	8%
37,5%	1097046	1680038	67202	85078	926890	8%
40,0%	1053165	1479627	59185	74929	903306	7%
50,0%	877637	839085	33563	42492	792653	5%
60,0%	526582	235854	9434	11944	502695	2%

Tabla 49. Resultados de la parametrización del MBTE para tambos medianos

Reducción del MBTE	MBTE	Z	A	DS	E-2DS	CV
óptimo	964245	6828007	273120	345776	272694	36%
2,5%	940139	6346885	253875	321411	297316	34%
5,0%	916033	6016029	240641	304656	306720	33%
7,5%	891927	5696145	227846	288457	315012	32%
10,0%	867821	5396089	215844	273262	321296	31%
12,5%	843715	5099889	203996	258262	327190	31%
15,0%	819608	4803688	192148	243263	333083	30%
17,5%	795502	3399065	135963	172131	451240	22%
20,0%	771396	3064901	122596	155209	460978	20%
22,5%	747290	2770459	110818	140298	466694	19%
25,0%	723184	2492603	99704	126227	470729	17%
27,5%	699078	2225876	89035	112720	473638	16%
30,0%	674972	1959148	78366	99213	476546	15%
32,5%	650865	1695237	67809	85848	479169	13%
35,0%	626759	1447807	57912	73318	480123	12%
37,5%	602653	1217278	48691	61644	479365	10%
40,0%	578547	1051952	42078	53272	472004	9%
50,0%	482123	620201	24808	31407	419308	7%
60,0%	289274	126950	5078	6429	276416	2%

Tabla 50. Resultados de la parametrización del MBTE para tambos pequeños

Reducción del MBTE	MBTE	Z	A	DS	E-2DS	CV
óptimo	669734	4803740	192150	243265	183204	36%
2,5%	652991	4509519	180381	228366	196259	35%
5,0%	636247	4250923	170037	215270	205707	34%
7,5%	619504	4020924	160837	203623	212258	33%
10,0%	602761	3828416	153137	193874	215013	32%
12,5%	586017	3621171	144847	183379	219259	31%
15,0%	569274	3415116	136605	172944	223385	30%
17,5%	552531	3209062	128362	162509	227512	29%
20,0%	535787	3003007	120120	152075	231638	28%
22,5%	519044	2797093	111884	141647	235750	27%
25,0%	502300	2602666	104107	131801	238698	26%
27,5%	485557	2412763	96511	122184	241189	25%
30,0%	468814	2222860	88914	112567	243679	24%
32,5%	452070	2032957	81318	102951	246169	23%
35,0%	435327	875155	35006	44319	346690	10%
37,5%	418584	737710	29508	37358	343867	9%
40,0%	401840	645830	25833	32705	336430	8%
50,0%	334867	334688	13388	16949	300969	5%
60,0%	200920	109888	6855	8678	250537	3%

Los resultados alcanzados definen la frontera de eficiencia E - A (MBTE-A) para cada uno de los modelos que representan un tamaño de tambo determinado. Estas fronteras se muestran en la Figura 13. Como se mencionara en metodología, planes por encima y a la izquierda de la curva no son factibles; mientras que los que se encuentran por debajo y a la derecha son ineficientes, porque cualquier plan ubicado en ese sector se encuentra dominado por los planes factibles y eficientes que conforman las curvas (para un mismo nivel de riesgo, los planes ineficientes poseen menor MBTE, o viceversa, para un mismo MBTE el nivel de riesgo asociado es mayor).

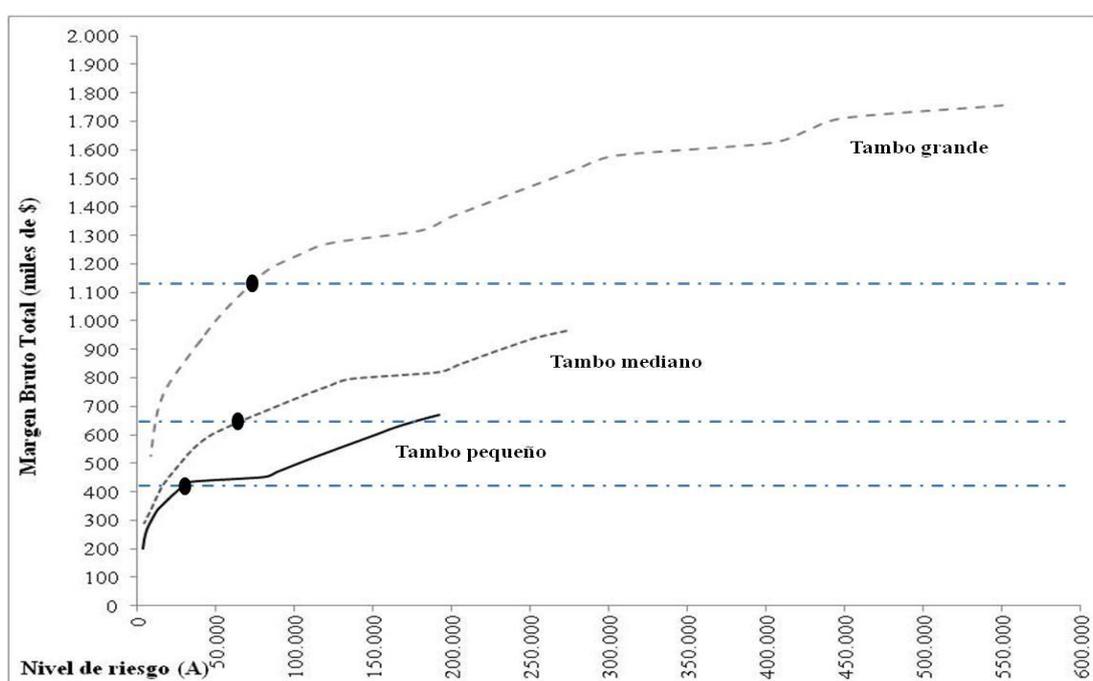


Figura 13. Fronteras de eficiencia E (MBTE) - A⁸⁸

Observando cada una de las curvas, se puede ver que para un productor neutro al riesgo, la solución óptima se encontraría en el extremo de su respectiva curva, es decir, en el punto donde se combinan el máximo beneficio (mayor MBTE) con el mayor nivel de riesgo (máximo valor del indicador A). Relacionando estos puntos con las tablas anteriores, son los que aparecen en las filas denominadas “óptimo”. Todas las combinaciones de planes (ó grupos de actividades) factibles y eficientes que se producen hacia la izquierda del óptimo poseen un menor nivel de riesgo pero, a la vez,

⁸⁸ Referencia: Las líneas horizontales muestran el límite inferior L, de acuerdo al criterio de Baumol. Los puntos negros en el gráfico marcan el punto de intersección entre las líneas horizontales y las respectivas fronteras de eficiencia.

un menor resultado económico; estas son las soluciones que preferirían aquellos productores que poseen algún grado de aversión al riesgo.

Si se comparan las fronteras de eficiencia de los tres tamaños de tambos, se puede ver (como se viera en las tablas precedentes) que para un mismo nivel de riesgo (A) el MBTE de los tambos grandes es mayor al MBTE de tambos medianos y éste mayor al MBTE de tambos pequeños. En el detalle de cada curva se puede ver, en especial en el caso de los tambos grandes, que una pequeña disminución del MBTE con respecto al máximo posible, representa una disminución más que proporcional en el nivel de riesgo (indicador A)

Es importante, ahora, incorporar al análisis el criterio de Baumol para descartar planes que (de acuerdo a ese criterio) son por sí mismos ineficientes y, por lo tanto, no serían elegidos por ningún decisor. Esto quiere decir que existen soluciones que se pueden descartar porque ofrecen un menor MBTE y también un piso de seguridad menor (E-2ds). Entonces, según el criterio e Baumol:

- los decisores de tambos grandes no seleccionarían los planes cuyo MBTE estuviera más allá del 30% de reducción respecto al óptimo; en otras palabras seleccionarían planes cuyos MBTE se redujera hasta un 30% respecto al óptimo.
- en el caso de los medianos no elegirían planes cuyo MBT presente una reducción superior al 35% respecto al MBT óptimo;
- en tanto que, los denominados aquí pequeños productores (decisores de tambos pequeños), no seleccionarían planes cuyo MBT disminuyera mas allá de 35%.

En las tablas precedentes (48, 49 y 50) se puede ver lo definido en los párrafos anteriores, prestando atención a la columna E-2DS. Además, se puede ver también en la figura 13, los decisores seleccionarían de acuerdo a este criterio los planes ubicados por encima de los puntos negros en cada frontera.

6.3. Actividades

A partir de ahora, se profundiza en las actividades que integran los planes eficientes y factibles, pero haciendo referencia solamente a los que serían seleccionados de acuerdo al criterio de Baumol.

En los tres tamaños de tambo, el arrendamiento de tierras parecería ser una variable rentable, al menos a niveles medios y altos de MBTE, y bajo las modalidades y los montos de arrendamiento considerados.

Las actividades agrícolas no integran los planes eficientes y factibles que seleccionarían los decisores de cada tamaño de tambo, de acuerdo a lo visto hasta el momento. Esta situación es esperable si se considera que los coeficientes de variación interanuales de los ingresos que remiten estas actividades son muy altos (trigo = 190%, Soja 1° = 118%, Soja 2° = 102%, Maíz = 92% y Sorgo = 80%) mientras que los coeficientes de variación de las demás actividades consideradas riesgosas (actividades vegetales, de compra de alimentos y ganaderas) se encuentran entre 30% y 8%, correspondiéndoles los valores más altos la compra de alimentos. Esto último no es casual, si se considera que los precios de los alimentos concentrados se encuentran muy relacionados al precio de los granos.

Respecto a las actividades ganaderas, se puede ver en las Tablas 51, 52 y 53 que, en los tres modelos, disminuye de manera importante el número de vacas totales, y por consiguiente la cantidad de animales de las demás categorías y la producción total de leche, a medida que disminuye el indicador de riesgo "A" y el MBTE.

Tabla 51. Actividades ganaderas tambos grandes: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	Existencias del tambo					Compra		Venta			Producción de leche (lt/año)
	Vacas C (cab)	Terneras de estaca (cab)	Vaq R1 (cab)	Vaq R2 (cab)	Vaq Preñadas (cab)	Vaq Preparto (cab)	Terneros descalostrados (cab)	Vaq Preparto (cab)	Vacas consumo (cab)	Vacas conserva (cab)	
óptimo	472	205	181	173	166	0	205	42	50	50	3136931
2,50%	422	184	162	155	149		184	37	44	44	2808013
5,00%	422	166	146	141	135		184	24	44	44	2808013
7,50%	422	143	126	121	116		184	6	44	44	2808013
10,00%	342	149	131	126	121		149	30	36	36	2276134
12,50%	338	136	120	115	110		147	21	35	35	2246410
15,00%	338	119	105	101	97		147	9	35	35	2246410
17,50%	334	107	94	91	87		145		35	35	2223696
20,00%	324	104	92	88	84		141		34	34	2155040
22,50%	314	101	89	85	82		137		33	33	2087585
25,00%	305	98	86	83	79		133		32	32	2030297
27,50%	256	111	98	94	90		111	23	27	27	1703294
30,00%	253	99	87	84	81		110	14	27	27	1684807

Tabla 52. Actividades ganaderas tambos medianos: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	Rodeo del tambo			Compra			Venta				
	Vacas C (cab)	Terneras de estaca (cab)	Vaq R1 (cab)	Vaq R2 (cab)	Vaq Preñadas (cab)	Vaq Parto (cab)	Terneros descalostrados (cab)	Vaq Parto (cab)	Vacas consumo (cab)	Vacas conserva (cab)	Producción de leche (lt/año)
óptimo	236	103	91	87	83	0	103	21	25	25	1572487
2,50%	235	102	89	86	82		102	20	25	25	1564644
5,00%	236	89	78	75	72		103	10	25	25	1572487
7,50%	236	77	68	65	63		103	1	25	25	1572487
10,00%	230	74	65	62	60		100		24	24	1531933
12,50%	223	72	63	60	58		97		23	23	1482771
15,00%	216	69	61	58	56		94		23	23	1433609
17,50%	169	74	65	62	60		74	15	18	18	1123205
20,00%	169	67	59	57	54		74	10	18	18	1123205
22,50%	169	58	51	49	47		74	3	18	18	1123205
25,00%	166	53	47	45	43		72		17	17	1102217
27,50%	160	52	45	44	42		70		17	17	1067147
30,00%	155	50	44	42	40		68		16	16	1032078
32,50%	150	48	42	41	39		65		16	16	997008
35,00%	145	46	41	39	38		63		15	15	962399

Tabla 53. Actividades ganaderas tambos pequeños: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MB	Rodeo del tambo			Compra			Venta				
	Vacas C (cab)	Terneras de estaca (cab)	Vaq R1 (cab)	Vaq R2 (cab)	Vaq Preñadas (cab)	Vaq Parto (cab)	Terneros descalostrados (cab)	Vaq Parto (cab)	Vacas consumo (cab)	Vacas conserva (cab)	Producción de leche (lt/año)
óptimo	169	73	65	62	60	0	74	15	18	18	1108784
2,50%	165	72	63	61	58	0	72	15	17	17	1098762
5,00%	159	69	61	59	56	0	69	14	17	17	1058792
7,50%	154	67	59	57	55	0	67	14	16	16	1027239
10,00%	161	52	46	44	42	0	70	0	17	17	1072774
12,50%	157	50	44	42	41	0	68	0	16	16	1041161
15,00%	151	49	43	41	39	0	66	0	16	16	1006945
17,50%	146	47	41	40	38	0	64	0	15	15	972729
20,00%	141	45	40	38	37	0	61	0	15	15	938513
22,50%	136	44	38	37	35	0	59	0	14	14	904053
25,00%	132	42	37	36	34	0	57	0	14	14	875809
27,50%	128	41	36	35	33	0	56	0	13	13	850738
30,00%	124	40	35	34	32	0	54	0	13	13	825668
32,50%	120	39	34	33	31	0	52	0	13	13	800597
35,00%	89	39	34	33	31	0	39	8	9	9	593333

Un menor número de vacas, y manteniéndose constante la superficie, genera entonces la disminución del indicador de carga animal a valores entre 0,8 - 1VT/haVT en los tres tamaños de tambo, situación que trae como consecuencia una disminución importante de la productividad de leche por hectárea, que se reduce (en los niveles de más bajo MBTE considerado) prácticamente a la mitad de los valores logrados en el óptimo. Esto repercute de una manera importante en la relación riesgo - resultados económicos. Cuando el MBTE disminuye en un 5%, por ejemplo, el indicador de riesgo (A) disminuye en los tambos chicos y medianos un 12%, mientras que en tambos grandes la reducción de A es mayor (23%). Es decir, resignan la expectativa de un MBTE un poco más alto pero asumiendo menor riesgo.

La disminución del número de animales, se encuentra directamente vinculada a la reducción en la compra de alimentos concentrados a medida que disminuyen los indicadores de riesgo y el MBTE de la empresa, para todos los tamaños de tambo. Como se ve en las tablas 54, 55 y 56 los grupos de actividades eficientes incluyen una menor cantidad de kilogramos de materia seca de alimentos concentrados comprados a medida que el modelo relaja las restricciones en cuanto al MBT deseado, disminuyendo el monto exigido, permitiendo así disminuir el nivel de riesgo. Sea que se trate de tambos grandes, medianos o pequeños, apenas disminuye el margen bruto un 2,5%, deja de integrar la solución la compra de sustituto lácteo para los terneros en la solución, actividad que es reemplazada en los tres casos por el aporte de una cantidad equivalente al 1% a 2% de la leche producida en cada tambo. Lo mismo ocurre con el expeller de soja en tambos grandes y pequeños.

En los tres modelos, se produce una diversificación de la producción de forrajes a medida que disminuye el MBTE y el nivel de riesgo, respecto a los respectivos planes óptimos; esta diversificación se considera una estrategia de mitigación de riesgo, debido a que no existen restricciones en las matrices que obliguen a que esto ocurra. Aparecen, por ejemplo, las actividades de producción de sorgo forrajero, y la producción de granos de maíz en el propio campo. Estos cultivos son realizados con frecuencia en los sistemas productivos reales de la zona en estudio, principalmente el sorgo forrajero, (ver capítulo 2, apartado B: Caracterización de modelos productivos zonales); el ingreso de los mismos a la solución, puede entenderse como una alternativa de disminución de riesgos de precios que enfrentan la compra de alimentos concentrados (granos ó balanceados) externa.

Tabla 54. Actividades de compra de alimentos tambos grandes: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	Sustituto lácteo (bls)	Grano maíz (Kg)	Grano sorgo (Kg)	Semilla algodón (Kg)	Sojilla (Kg)	Expeller de soja (Kg)	Balanceado preparto (Kg)
óptimo	205	29068	1190581	662258	259831	103657	86407
2,50%		26020	1181220	592818	202021		65424
5,00%		23567	1145069	581699	212228		62932
7,50%		20333	1112980	567041	167820		59647
10,00%			895929	480529			53032
12,50%			801748	467255			50770
15,00%			723533	456649			48393
17,50%			640509	445006			46329
20,00%			547757	431266			44899
22,50%			455574	417767			43494
25,00%			376619	406303			42300
27,50%			76895	359593			39685
30,00%				348685			30354

Tabla 55. Actividades de compra de alimentos tambos medianos: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	Sustituto lácteo (bls)	Grano maíz (Kg)	Grano sorgo (Kg)	Semilla algodón (Kg)	Sojilla (Kg)	Balanceado preparto (Kg)
óptimo	103	14585	689903	332041	101879	30733
2,50%		14401	634272	329879	135447	36355
5,00%		12552	628777	322823	124478	34586
7,50%		10932	622298	315482	113826	32940
10,00%			606219	306570	103826	31917
12,50%			582583	296732	81471	30893
15,00%			558948	286894	59116	29868
17,50%	57		350574	237172		26180
20,00%			312154	232946		25232
22,50%			269182	227116		23926
25,00%			223002	220576		22964
27,50%			174668	213558		22233
30,00%			126335	206539		21503
32,50%			78001	199521		20772
35,00%			40326	192595		15022

Tabla 56. Actividades de compra de alimentos tambos pequeños: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	Sustituto lácteo (bls)	Grano maíz (Kg)	Grano sorgo (Kg)	Semilla algodón (Kg)	Sojilla (Kg)	Expeller de soja (Kg)	Balanceado preparto (Kg)
óptimo	73	10280	464953	234037	101808	0	12.995
2,50%		10191	435786	232011	90497	15075	20010
5,00%		9821	430417	223571	91248		19282
7,50%		9528	421637	216908	84482		18707
10,00%		7338	424254	214683	76674		18318
12,50%			412613	208357	69675		17778
15,00%			396108	201510	53972		17194
17,50%			379604	194662	38269		16610
20,00%			363099	187815	22566		16026
22,50%			345938	180919	6101		15437
25,00%			315882	175267			14955
27,50%			281881	170250			14527
30,00%			247879	165233			14099
32,50%			213878	160215			13671
35,00%				125286			986

En los tres tamaños de tambos, la superficie destinada a la producción de forrajes conservados disminuye, relacionado también a la menor cantidad de animales para alimentar (Tablas 57, 58 y 59)

Tabla 57. Uso del suelo de los tambos grandes: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	MBTE	A	Alf 1 (ha)	Alf 2 (ha)	Alf 3 (b) (ha)	Avena (ha)	Sorgo Forrajero (ha)	Avena rollos (ha)	Maíz silo (ha)	Sorgo silo (ha)	CNM (ha)	Pastura (ha)	Maíz grano (ha)
Óptimo	1755274	550218	63,2	63,2	63,2	21		42	126	1		17	
2,50%	1711392	449792	70	70	43	57	28	13	36	49		17	
5,00%	1667511	426249	73	73	35	60	39	13	56	13		17	
7,50%	1623629	403128	80	80	12	68	27	13	53	12		17	
10,00%	1579747	305278	73	73	35	62	65	11	29	10		17	4
12,50%	1535865	281639	71	71	41	60	60	10	28	10		17	13
15,00%	1491983	260610	71	71	40	61	53	10	27	10		17	21
17,50%	1448101	239664	69	69	45	60	48	10	27	10		17	30
20,00%	1404219	218890	65	65	58	56	49	10	26	9		17	38
22,50%	1360338	198276	63	63	63	54	46	9	25	9		17	47
25,00%	1316456	180676	63	63	63	54	40	9	24	9		17	53
27,50%	1272574	123696	63	63	63	55	18	8	22	8	17		79
30,00%	1228692	102492	63	63	63	56	12	8	21	7		17	87

Tabla 58. Uso del suelo de los tambos medianos: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Tabla 58. Uso del suelo de los tambos medianos: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	MBTE	A	Alf 1 (ha)	Alf 2 (ha)	Alf 3 (b) (ha)	Avena (ha)	Sorgo Forrajero (ha)	Avena rollos (ha)	Maíz silo (ha)	Sorgo silo (ha)	Soja silo (ha)	CNM (ha)	Pastura (ha)	Maíz grano (ha)
óptimo	964245	273120	34	34	34	26	0	7	0	60	8	6	4	0
2,50%	940139	253875	42	42	10	34	0	7	44	7			10	
5,00%	916033	240641	43	43	6	36	3	7	38	7			10	
7,50%	891927	227846	44	44	4	37	8	7	32	7			10	
10,00%	867821	215844	42	42	8	35	14	7	28	7			10	1
12,50%	843715	203996	43	43	7	36	16	7	26	7			10	1
15,00%	819608	192148	43	43	6	37	18	6	23	6			10	1
17,50%	795502	135963	34	34	32	29	32	5	14	5		10		15
20,00%	771396	122596	34	34	34	29	31	5	14	5			10	18
22,50%	747290	110818	34	34	34	29	27	5	14	5			10	22
25,00%	723184	99704	34	34	34	29	23	5	13	5			10	27
27,50%	699078	89035	34	34	34	29	19	5	13	5			10	31
30,00%	674972	78366	34	34	34	29	16	5	12	5			10	35
32,50%	650865	67809	34	34	34	29	12	4	12	4			10	39
35,00%	626759	57912	34	34	34	29	8	4	12	4			10	44

Tabla 59. Uso del suelo de los tambos pequeños: resultados de evaluación probabilística del riesgo

Reducción del MBTE	MBTE	A	Alf 1 (ha)	Alf 2 (ha)	Alf 3 (b) (ha)	Avena (ha)	Sorgo Forrajero (ha)	Avena rollos (ha)	Maíz silo (ha)	Sorgo silo (ha)	Soja silo (ha)	CNM (ha)	Pastura (ha)	Maíz grano (ha)
óptimo	669734	192062	23	23	23	18		5	28	12	7		7	
2,50%	652991	180381	25	25	17	20		5	36	6			7	
5,00%	636247	170037	28	28	10	23	3	5	29	6			7	
7,50%	619504	160837	26	26	16	21	12	5	24	6			7	
10,00%	602761	153137	30	30	4	25	7	5	21	6			7	
12,50%	586017	144847	28	28	8	24	12	5	18	5			7	1
15,00%	569274	136605	29	29	7	24	13	4	16	5			7	1
17,50%	552531	128362	29	29	6	25	15	4	14	5			7	1
20,00%	535787	120120	29	29	5	25	16	4	13	5			7	1
22,50%	519044	111884	30	30	4	26	17	4	11	5			7	1
25,00%	502300	104107	29	29	6	25	17	4	11	5			7	3
27,50%	485557	96511	27	27	11	24	17	4	10	4			7	6
30,00%	468814	88914	26	26	16	22	18	4	10	4			7	10
32,50%	452070	81318	24	24	20	21	18	4	10	4			7	13
35,00%	435327	35006	23	23	23	20	3	3	8	3		7		33

Con respecto a la demanda de mano de obra, en los tres modelos, a medida que los planes eficientes poseen menores niveles de MBTE y riesgo, se reduce. En el caso de los tambos grandes, el número de personas se reduce a 5 cuando la disminución del MBTE respecto al óptimo es de 2,5%, a 4 personas cuando el MBTE disminuye 10% y por último a 3 personas cuando el MBTE disminuye por encima de 27,5% respecto al MBTE del plan óptimo. En los tambos medianos, el número de operarios se reduce de 3 a 2, cuando el MBTE disminuye 17,5%; y en los tambos pequeños solo se requiere 1 persona cuando el MBTE disminuye por encima de 35% respecto al MBTE óptimo.

En cuanto a las instalaciones en el tambo grande (pasa de requerir 2 a solo 1). Pero en los tres modelos de tambos, como es de esperarse, las instalaciones comienzan a tener capacidad ociosa cuando el número de vacas en ordeño disminuye. En el resultado óptimo del modelo de tambos grandes, la solución se componía de 2 instalaciones tipo 3, con capacidad para ordeñar 338 vacas (de 20 litros de producción individual diaria) en una hora y media cada una. Cuando el margen bruto disminuye 10% una de las instalaciones deja de ser necesaria por lo que ya no integra la solución; situación lógica desde que el número de animales se reduce aproximadamente 30% (ver Tabla 51). Con respecto a los modelos de tambos medianos y pequeños, el número de instalaciones no se reduce (porque en los dos casos el resultado óptimo indicaba la necesidad de 1 instalación de acuerdo al número de vacas en ordeño), pero si se observó que en ambos casos resulta una capacidad instalada ociosa muy importante.

La disminución de ambos indicadores (mano de obra y estructura) se encuentra fundamentalmente relacionada a la reducción en el número de vacas existentes en el tambo.

A modo de conclusión, los productores tamberos de la zona de estudio pueden elaborar diferentes estrategias que les permitan reducir el riesgo en sus sistemas, a cambio de una disminución de sus retornos. Además, si sus sistemas se encuentran ubicados en un punto del Gráfico 1 por debajo de la respectiva curva de eficiencia, los productores tienen la posibilidad de incrementar sus resultados económicos sin

aumentar sus niveles de riesgo, solamente logrando una mayor eficiencia en sus sistemas (lo que no necesariamente implica intensificar).

Las actividades agrícolas son las que mayores niveles de riesgo generan en los sistemas, motivo por el cual no ingresan a las soluciones en los niveles racionales desde el punto de vista económico como de riesgo, definidos por el criterio de Baumol. Incluso, introducen algún nivel de riesgo en el tambo, debido a que los granos son un insumo importante de esta actividad. A pesar de estos resultados, de acuerdo a lo observado en la caracterización realizada de los tambos del departamento, los productores deciden realizar cultivos agrícolas; estas decisiones probablemente se sustentan sobre criterios económicos y pueden relacionarse también con cuestiones relacionadas a la menor demanda de trabajo, medidas en horas/hombre u hombres/hectárea, en relación al tambo.

Con respecto al uso del suelo en la actividad tambo, las alternativas que surgen a medida que disminuye el indicador A, son similares a las que se encuentran en los planteos zonales reales de tambo. Esto coincide con lo que normalmente se lee en la bibliografía acerca de la aversión al riesgo de la mayoría de los productores agropecuarios. Las reservas forrajeras, son alternativas adecuadas cuando se trata de mitigar el riesgo de mercado que introducen los alimentos comprados (si se consideran aquellas que pueden reemplazar a los concentrados de compra).

En lo que respecta a la compra de alimentos concentrados, llegar al máximo margen bruto total implica realizar una suplementación intensiva de los animales mediante la compra de altas cantidades de alimentos concentrados. Los resultados que arrojan los conjuntos de alternativas que integran las fronteras de eficiencia, no se relacionan perfectamente con la realidad de la mayoría de los planteos lecheros zonales. La suplementación es una práctica habitual con maíz (principalmente), sorgo o balanceados, pero no a niveles muy altos (50% de la ración), al menos en la mayoría de los casos. A mayores disminuciones de MBTE, en los tres modelos, disminuye notablemente la cantidad de alimentos concentrados comprados. Esto, posiblemente sea uno de los motivos por los que disminuye notablemente la carga animal (y no al revés). Los planteos más pastoriles y menos intensivos, aunque con menores resultados económicos, resultarían menos riesgosos. Esta situación si se compara con la realidad de los sistemas caracterizado.

Comparando los sistemas reales caracterizados, con lo que se ve en los modelos, se puede demostrar que los productores se comportarían como aversos al riesgo, porque diversifican sus rotaciones forrajeras siendo sus sistemas más “pastoriles” e incluyen además algunas hectáreas de agricultura (sobre todo de verano). Esta puede ser una forma que tienen los productores de compensar riesgos y beneficios (mayor riesgo y mas beneficio de los cultivos se compensan, con un menor beneficio y menor riesgo de los sistemas tamberos más pastoriles) Es importante tener en cuenta la “flexibilidad” que ofrecen los cultivos anuales de cosecha, que le permiten al productor modificar su decisión (acerca de cuánto y qué cultivo hacer cada año), cuestión que no tiene en cuenta el modelo.

De los modelos se desprende que las actividades ganaderas resultan menos riesgosas que las actividades agrícolas, pero un productor averso al riesgo trabajaría con bajos niveles de intensidad en términos de carga animal y de suplementación de los animales con alimentos concentrados de compra.

CONCLUSIONES

Las empresas tamberas operan en una atmósfera de incertidumbre y, en ese contexto, la elaboración de escenarios obliga a pensar acerca de las variables del entorno que pueden afectar sus resultados, la forma en que estas variables se interrelacionan, cuáles pueden ser las consecuencias para las empresas y si estas consecuencias difieren de acuerdo al tamaño del tambo. Se considera la variable precio (de insumos y productos principales) como la de mayor incidencia para analizar su efecto sobre los sistemas productivos, de acuerdo a sus escalas de producción y bajo la hipótesis de que la competitividad de los mismos no está relacionada con la escala, sino con la eficiencia con la que se desempeña cada uno de ellos.

En términos generales, se verifica la hipótesis que guía el desarrollo del trabajo. Los resultados de los modelos analizados con el método optimizador de programación lineal indican que, independientemente del tamaño de las unidades productivas analizadas (grandes, medianas ó pequeñas), la integración de las empresas no varía con la escala de producción; es decir, en los tres tamaños de tambos modelados, las actividades que conforman las soluciones y la proporción de recursos afectados a cada una de ellas es similar. Muy relacionado a esto, Castignani, et al (2010) explican que frecuentemente se asocia el mejor desempeño económico de sistemas lecheros con el tamaño del rodeo, sin embargo sus resultados indican que tambos de menor escala, también pueden resultar exitosos económicamente con ajustes tecnológicos basados en la oferta disponible y probada de prácticas específicas.

Comparando tres escenarios diferentes de precios, uno muy optimista para la lechería y otros dos más pesimistas, se encuentra que bajo condiciones de eficiencia en la asignación de los recursos (principalmente el suelo) el tambo siempre resulta competitivo con respecto a la agricultura, excepto en el escenarios pesimista, en el que se considera que se producen las mínimas relaciones de precios entre la leche y los granos (soja, trigo, maíz y sorgo). En esta situación, la agricultura aparece en las soluciones de los modelos, desplazando a la superficie ganadera (tambo + recría), pero no elimina completamente al tambo. Esta última actividad se presenta en forma menos intensiva, el sistema se torna fuertemente pastoril y el número de animales se reduce dramáticamente, sin importar el tamaño del tambo. La carga animal se ve perjudicada en este sistema, ocasionando una importante caída en la productividad de

la tierra, medida en litros de leche por hectárea. En este escenario, el aporte que realiza la agricultura al margen bruto total de la empresa es muy importante.

En los tres escenarios analizados, la clave para mantener a la actividad tambera de manera competitiva, es la productividad lograda, es decir producir la mayor cantidad posible de leche por hectárea destinada tambo, al ser la tierra (en especial la de aptitud agrícola) el recurso más limitante. Aunque, según los resultados observados, el precio de la leche y su relación con el precio de los cereales y oleaginosas, son los factores que en mayor medida condicionan la intensidad del sistema y, por lo tanto, la productividad lograda de leche por hectárea, como así también la asignación de los restantes recursos dentro de la empresa.

Cuando las condiciones de precios son favorables para la lechería (como en el caso del escenario base y del escenario intermedio) los resultados obtenidos en los modelos de optimización señalan la conveniencia de la especialización en la producción de leche, en detrimento de las demás actividades (engorde de terneros y agricultura). Pero, en escenarios de bajas relaciones de precio entre la leche y los granos, la agricultura aparece en las soluciones formando parte de las rotaciones y siendo la actividad que mayor peso relativo posee en los resultados económicos totales de la empresa, aunque no domine en superficie ocupada. Al disminuir la relación de precios de la leche respecto a los granos, por un lado la agricultura se torna más competitiva en términos relativos que el tambo, y por otro lado vuelve "caros" a muchos insumos utilizados en el tambo que cotizan en función de los granos (tal es el caso de los balanceados, los alimentos concentrados, los fertilizantes y el gasoil), lo que impacta negativamente sobre los resultados económicos del tambo, incrementando la pérdida de competitividad relativa. Este aspecto es muy importante a tener en cuenta por los tomadores de decisiones, tanto a nivel microeconómico (productores) como a nivel meso y macroeconómico al momento de diseñar políticas que permitan minimizar ó estabilizar resultados a largo plazo; principalmente considerando el precio de la leche, que resulta uno de los determinantes de la intensidad de la producción.

La lechería es una actividad que puede alcanzar altos niveles de rendimiento en litros por hectárea y, administrado correctamente, esta situación coloca a los sistemas tamberos en una competitividad que zonalmente la agricultura no puede lograr. Esto es corroborado por la opinión de los expertos consultados. Los resultados de las

matrices de programación lineal concuerdan con esto, aunque es importante tener en cuenta el contexto analizado, especialmente la relación de precios entre productos y entre insumos y productos.

Relacionado a lo mencionado precedentemente, en el Plan Estratégico Lechero 2012-2020, se señala que no resulta eficiente aumentar el tamaño del rodeo sin mejorar la eficiencia de producción; por lo que estratégicamente es prioritario aumentar los índices de eficiencia del rodeo actual, principalmente en lo referente a la carga por hectárea y al promedio de producción por vaca en ordeño/día. En el mismo sentido, Arzubi et al (2003) señalan que uno de los caminos para sortear, o por lo menos amortiguar las etapas o períodos desfavorables, es que las empresas lecheras alcancen una alta eficiencia. Es decir, que optimicen todos los factores del sistema y obtengan la máxima cantidad de producto con la menor cantidad de recursos. Las empresas que lo logren, serán las que hayan alcanzado la eficiencia técnica (Farrell, 1957).

Cuando se incluye la valoración del riesgo en el análisis de las decisiones de los productores, mediante el método MOTAD, se observa una gran similitud entre los resultados de los modelos y lo que ocurre en los sistemas reales caracterizados. De acuerdo a la caracterización de los sistemas productivos zonales realizada, el número de vacas totales, la producción individual y la carga animal se encuentran por debajo de los niveles que aparecen en las soluciones de los modelos de optimización, repercutiendo negativamente sobre la productividad. Esto no implicaría que los productores sean ineficientes, sino que podría tratarse (de acuerdo a los resultados obtenidos) de una estrategia que utilizan para disminuir el riesgo que implica la compra de grandes cantidades de alimentos externos, en determinados años, para mantener las altas cargas y los altos niveles de producción individual. Esta forma de mitigación del riesgo tiene costos adicionales que conllevan a una disminución de los márgenes brutos totales posibles de obtener. En relación a esto, los productores que son aversos al riesgo (la mayoría de los casos) trabajan con bajos niveles de intensidad en términos de carga animal y suplementación de los animales con alimentos concentrados de compra, porque prefieren tal vez no ser afectados por cambios en las relaciones insumo-producto. Respecto a esta conclusión, debe considerarse que el modelo MOTAD utilizado minimiza desvíos, por lo tanto no mostraría claramente lo mencionado en el marco teórico de este trabajo acerca de que tal vez los productores

podrían comportarse como maximizadores de ganancias una vez que se aseguren la obtención de un ingreso mínimo.

Se destaca la bondad de los procedimientos seleccionados y aplicados, pues a través del análisis de casos exitosos los modelos representan adecuadamente la realidad. Se enfatiza que el método de programación lineal, generalmente utilizado con fines normativos y de planificación, puede ser utilizado de manera satisfactoria para fines analíticos-explicativos y para construir escenarios hipotéticos que permiten analizar de manera abarcativa las soluciones de los modelos construidos.

Por último, en este trabajo no se incluye un análisis desde la óptica ambiental y de la gestión de recursos humanos. La valorización del impacto ambiental podría repercutir de manera negativa sobre los resultados encontrados. En tanto que los recursos humanos, es decir, aquellas personas que toman decisiones y aportan la fuerza de trabajo en las empresas, son uno de los pilares fundamentales del proceso productivo. Estos elementos, tan importantes para los nuevos escenarios institucionales, deberían introducirse en futuras investigaciones, principalmente en aquellas en las que los puntos de análisis fundamentales sean la eficiencia técnica y económica, la sustentabilidad y la competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

ACS, S.; BERENTSEN, P.; TAKACS-GYORGY, K.; HUIRNE, R. 2002. Economic Modeling of Hungarian Farms Incorporating Nature Conservation. 13th International Farm Management Congress, Wageningen, The Netherlands. 11p.

ÁLVAREZ, A.; ARIAS C. (2004), Technical Efficiency and Farm Size: A Conditional Analysis. *Agricultural Economics*, 30 (3): 241-250.

ÁLVAREZ, H. *Revista Agromensajes*. Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Edición N° 27.

ANDERSON, J.R.; DILLON, J.L.; HARDAKER, J.B. 1977. *Agricultural Decision Analysis*. Ames: Iowa State University Press, 344p.

APOLLIN, F.; EBERHART, C. 1999. Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. CICDA-RURALTER. Ecuador, 237p.

ARAÚJO, L.A. 1997. Fronteira de eficiência econômica sob condições de risco: Uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas do Sul de Santa Catarina. Tesis Magister Scientiae. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, Brasil. 149p.

ARZUBI, A.; SCHILDER, E. 2003. Comparación de índices de eficiencia técnica entre diferentes regiones lecheras de Argentina. 14p.

ARZUBI A., SCHILDER, E.; COSTAS, A.M. (2004) Análisis de la eficiencia en explotaciones que sobrevivieron a la crisis de la lechería argentina". *Revista Argentina de Economía Agraria*. Mendoza, Rep. Argentina. Nueva Serie. Volumen VII. Número 2 – Primavera 2004. pp 22-34.

ARZUBI, A.; SCHILDER, E. 2006. Una observación de los sistemas de producción de leche realizada desde la eficiencia. XXXVII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Villa Giardino, Córdoba, Argentina. 17p

BARILATTI, M.M. 2008. Sistema Agroalimentario: Sector Lácteo. Newsletter Programa de Agronegocios y Alimentos. Newsletter N° 10. [En línea]

<<https://sites.google.com/a/agro.uba.ar/newsletter-paa/newsletter-no-10/leche>>

[Consulta: Marzo de 2011]

BENEKE, R.; WINTERBOER, R. 1984. Programación Lineal: aplicación en la agricultura, Aedos, Barcelona. 222p

BERENTSEN, P.B.M.; GIESEN, G.W.J. 1994. An Environmental-Economic Model at Farm Level to Analyse Institutional and Technical Change in Dairy Farming. *Agricultural Systems*. 49 (2): 153-175.

BERENTSEN, P.B.M. 1999. Economic-environmental modelling of Dutch dairy farms incorporating technical and institutional change, PhD-Thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands 179p

BERGER, A. Optimización de sistemas ganaderos complejos: el caso de una empresa Agropecuaria con varios establecimientos. 2008. En: Pena de Ladaga, S. La "modelización" en el sector agropecuario. II Taller Internacional / S. Pena de Ladaga y G. Petri. 1a. ed. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora. pp 49-60.

BERTALANFFY, L.V. 1976. General System theory: Foundations, Development, Applications, New York: George Braziller, Revised Edition. 269p

BOCHETTO, R.J. 1978. Asignación de recursos y cambios tecnológicos en la producción agropecuaria de la pampa deprimida. EEA Balcarce INTA.

BOSCH, D.J.; JOHNSON, C.J. 1992. An evaluation of risk management strategies for dairy farms. *Southern Journal of Agricultural Economics*. *Southern Journal of Agricultural Economics*. 24 (02): 173-182

BRAUN, R.O.; CERVELLINI, J.E. Sin fecha. Enseñanza del modelo matemático programación lineal en la Universidad, para la planificación de actividades Agropecuarias. Facultad de Agronomía, UNLPam., Santa Rosa, La Pampa, Argentina. 10p. [En línea]

<http://conedsup.unsl.edu.ar/Download_trabajos/Trabajos/Eje_6_Procesos_Formac_Grado_PostG_Distancia/Braun%20y%20Otros.PDF> [Consulta: Abril 2011]

BROSSIER, J.; MARSHALL, E.; CHIA, E.; PETIT, M. 1997. Gestion de l'exploitation agricole familiale. Éléments théoriques e méthodologiques. ENESAD-CNERTA. Francia. 215p

BUDNICK, F.S. 1997. Matemáticas Aplicadas para. Administración, Economía y Ciencias Sociales. 3ª. Ed. (Segunda en. Español). McGraw-Hill: Mexico.

CANITROT, L.; ITURREGUI, M.E. 2011. Complejo Ganadería Bovina. Lácteos. Serie "Producción Regional por Complejos Productivos". Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Dirección Nacional de Programación Económica Regional. 19p.

CASTELLANO, A., ISSALY, L.C.; ITURRIOZ, G.M.; MATEOS, M.; TERÁN, J.C. 2009. Análisis de la Cadena de la Leche en Argentina. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales. INTA. 136p.

CASTIGNANI, H.; CASTIGNANI, M.I.; GASTALDI, L.; OSAN, O.E.; CURSACK, A.M.; ZEHNDER, R. 2005. Competitividad relativa en empresas predominantemente lecheras de la cuenca central Santa Fe - Córdoba. Anales de la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Mar del Plata, Argentina. 16p

CASTIGNANI, H.; ZEHNDER, R; GAMBUZZI, E.; CHIMICZ, J.2005. Caracterización de los sistemas de producción lecheros argentinos, y de sus principales cuencas. Anales de la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Mar del Plata, Argentina. 16p

CASTIGNANI, H.; ENGLER, P.; VICENTE, G.; CASTIGNANI, M.I.; CURSACK, A.M. 2009. El uso de modelos de optimización con indicadores económicos y ambientales para la evaluación de tecnologías y niveles de intensificación en sistemas de producción: los casos de Santa Fe y Entre Ríos. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales; N° 13. Buenos Aires: INTA. 45 p.

CASTIGNANI, H., OSAN, O.; CASTIGNANI, M.I.; ROSSLER, N. 2011. La competitividad de la producción lechera en relación con la agricultura: una revisión de su evolución en la última década en la Cuenca Central Santafesina. Trabajo presentado en las VII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales, FCE-UBA, Buenos Aires. 17p.

CASTIGNANI, M.I.; OSAN, O.; TRAVADELO, M.; CASTIGNANI, H.; SUERO, M.; CURSACK, A.M. 2003. Competitividad del tambo frente a actividades alternativas en la Cuenca Central Santafesina: su evolución. XXXIV Reunión Anual de la Asociación Argentina Economía Agraria. Río Cuarto, Córdoba. 2003. 15p. En Actas y CD.

CASTIGNANI, M.I.; CURSACK, A.M.; ROSSLER, N.; CASTIGNANI, H.; OSAN, O. MAINA, M. 2008. Tecnología y escala: un análisis de umbrales de rentabilidad en empresas predominantemente lecheras de la Cuenca Central Santafesina. 2º Congreso Regional de Economía Agraria, 3º Congreso Rioplatense de Economía Agraria, XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, realizado en Montevideo, Uruguay. 16p.

CASTIGNANI, M.I.; ROSSLER, N.; BLANGETTI, E.; OSAN, O.; CURSACK, A.M. 2010. La diversidad en el desempeño productivo y organizacional de los sistemas lecheros familiares y no familiares de la cuenca central santafesina. Revista FAVE – Ciencias Agrarias 9 (1-2): 19-28.

CATRILEO, A.S.; VÉJAR, V.; ROJAS, C.G. 2003 Estrategias de producción para maximizar el margen bruto en un sistema tradicional ganado-cultivo del secano de la IX Región. Agricultura Técnica (Chile) 63(3):240-250.

CENTRO DE LA INDUSTRIA LECHERA. 2003. La lechería argentina. Situación coyuntural y perspectivas. 19p. [En línea] <<http://www.cil.org.ar>> [consulta: julio de 2011]

CENTRO DE LA INDUSTRIA LECHERA. 2010. Presente y Futuro de la Lechería argentina. 15p. [En línea] <<http://www.mpargentino.com.ar/wp-content/uploads/2010/05/20100504-EXPO-Paulon.pdf>> [consulta: marzo de 2011]

CHIA, E. 1987. Les pratiques de trésoreries des agriculteurs. La gestion en quête d'une théorie. Thèse de doctorat de 3^eème cycle. Faculté de Science Économique et de Gestion. Dijon, France. 235p. et annexes

COMERON, E.; SCHNEIDER, G.; BORGA, S.; VILLAR, J.; ROMERO, L.; MACIEL, V. 2002. El País de los Extremos. INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. 4p. [En línea] <<http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/miscelaneas/>> [Consulta: noviembre 2010]

CORDONNIER, P. 1986. Economie de la production laitière. Ed Technique et Documentation Lavoisier-INRA, Paris. 218p.

CURSACK, A.M., TRAVADELO, M.; OSAN, O.; CASTIGNANI, M.I.; SUERO, M. 2001. La competitividad de las actividades agropecuarias en la Cuenca Central

Santafesina: un análisis microeconómico. Revista FAVE – Ciencias Agrarias 15 (2): 29-44.

CURSACK DE CASTIGNANI, A.M.; CASTIGNANI, M.I.; OSAN, O.; TRAVADELO M. 2002. La competitividad de las actividades agropecuarias en la cuenca central santafesina: análisis microeconómico del efecto de la devaluación. XXXIII Reunión Anual de Economía Agraria. Buenos Aires. En Actas y CD. 16p

CURSACK, A.M.; CASTIGNANI, H.; CASTIGNANI, M.I.; OSAN, O.; SUERO, M.; BRIZI, M.C. 2008. Optimización en empresas lecheras mixtas evaluando distintos niveles de intensificación y reposición de nutrientes. 2º Congreso Regional de Economía Agraria, 3º Congreso Rioplatense de Economía Agraria, XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, realizado en Montevideo, Uruguay. 13p.

CURSACK, A.M.; CASTIGNANI, M.I.; OSAN, O.; CASTIGNANI, H. 2010. Función de Producción en Sistemas Lecheros de Alta Producción de la Cuenca Central Santafesina, Argentina. 11º Congreso Panamericano de la Leche. FEPALE. Bello Horizonte, Brasil. 5p.

DE PETRE, A.A.; ESPINO, L.M.; SEVESO, M.A.; PERMAN, S. 1977. Carta de suelos del departamento Las Colonias. Provincia de Santa Fe. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Suelos y Aguas. Departamento de Suelo.

DEPETRIS, E. 2004. La lechería argentina después de la devaluación. Facultad de Ciencias Económicas-UNL. 18p.

DIARIO LA OPINIÓN LINE: Suplemento Rural. Sin autor. 2011. Sigue en baja la cantidad de tambos en Argentina. [En línea]

<<http://www.diariolaopinion.com.ar/Sitio/VerNoticia.aspx?s=0&i=19046>>

[consulta: julio de 2011]

ENGLER, P. 2009. La localización de actividades agropecuarias en el departamento Paraná de la provincia de Entre Ríos: un modelo de optimización desde los costos de transporte. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales, N° 09. Buenos Aires: INTA. 69p.

ENGLER, P.; CASTIGNANI, H. 2009. El uso de modelos de optimización con indicadores económicos y ambientales para la evaluación de tecnologías y niveles de intensificación en sistemas de producción: los casos de Santa Fe y Entre Ríos /editores Patricia Engler y Horacio Castignani. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales; N° 13. Buenos Aires: INTA, 2009. 45 p.

FARRELL, M.J. 1957. The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society (A, general), 120: 253-281.

FERNÁNDEZ, H.; GALETTO, A. 2002 Modelo bioeconómico de programación lineal para el análisis de decisiones en el tambo. Revista argentina de producción animal - v. 22(1): 237-238

FIRMENICH BIANCHI, E.H. Sin fecha. Metodología para la construcción de escenarios. [En línea] <<http://www.conduces.com.ar/escenarios-completos.pdf>> [Consulta: julio de 2011]

FRANK, R.G. 1997. Introducción a la Programación Lineal. Documentación de Administración Rural (DAR) N° 35. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Administración Rural.

FRANK, R.G. 1998. Formulación de modelos de Programación Lineal. Documentación de Administración Rural (DAR) N° 30, 4a. ed. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Administración Rural.

FRANK, R.G. 2010. La optimización de la empresa agraria con programación lineal. -1ª ed.- Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. 464p.

FERREIRA, G. 2006. Producir XXI, Bs.As., 15(181):48-49.

FREUND, R. 1956. The introduction of risk into a programming model. Econometrica, 21(4):253-263.

GAGIOTTI, M.C.; ROMERO, L.A.; BRUNO, O.A.; COMERON, E.A.; QUAINO, O.R. 1996. Tabla de composición química de los alimentos. Estación Experimental Agropecuaria INTA Rafaela, Centro Regional Santa Fe. Editorial Perfil S.A. 66 p.

GALETTO, A. 1992. Análisis económico de un sistema real de producción lechera y resultados de propuestas alternativas en su organización. Informe Técnico N° 47. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.

GALETTO, A. 1992. Formulación e implementación de modelos de programación lineal bajo condiciones de riesgo. Informe Técnico N° 50. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.

GALETTO, A.; RAMÍREZ, L.; ZULIANI, S. 1993. Análisis de algunos factores que explican la competitividad del tambo y la agricultura en la región sur de la provincia de Santa Fe. XXV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Huerta Grande, Córdoba. Mimeo 15p.

GENE NELSON A. 1997. Teaching agricultural producers to consider risk in decision making, 16 p.

GHIDA DAZA, C. 2007. Evaluación de aspectos ambientales en el análisis económico de empresas agrícolas del sudeste de Córdoba. XXXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Mendoza, Argentina.

GRENÓN, D. 1994. Agromática: Aplicaciones informáticas en la empresa agropecuaria. PNATTI, Subsecretaría de Informática y Desarrollo, SECYT, Buenos Aires. 155p.

GUERRA, G. Manual de administración de empresas agropecuarias. 2da. ed. rev. y act. San José, C.R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1992. 580p.

GUTMAN, G.; GUIGUET, E.; REBOLINI, J. 2003. Los ciclos en el complejo lácteo argentino. Análisis de políticas lecheras en países seleccionados. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Programa Calidad de los Alimentos Argentinos. 267p. [En línea]

<www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/Estudio_lacteo.pdf> [consulta: agosto 2009]

HANKE, J.E. 2006. Pronóstico en los negocios. Octava edición. Pearson Educación, México. 552p.

HARDAKER, J.B. 1971. Farm Planning by Computer. U. K. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Technical Bulletin N° 19, HMSO, London. 132p.

HARDAKER, J.B. 1971 Programación de granjas con computadoras. Ed. Acribia. España. Crown copyright de la edición en lengua española. Farm Planning by Computer. MAFF Technical Bulletin 19. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Inglaterra. 168p.

HAEUSSLER, E.F.; PAUL, R.S. 1986. Matemáticas para Administración y Economía. Grupo Editorial Iberoamérica, México. 846p.

HAZELL, P.B.R. 1971. A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. American Journal of Agricultural Economics 53: 53-62.

HAZELL, P.B.R., NORTON, R.D.; PARTHASARATHY, M.; POMAREDA, C. 1983. The Importance of Risk in Agricultural Planning Models. In: The Book of CHAC: Programming Studies for Mexican Agriculture (R.D. Norton and L. Solis, eds.) pp 225-49 Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

HAZELL, P.B.; NORTON, R.D. 1986. Mathematical programming for economic analysis in agriculture. McMillan, New York. 400p

HOLMANN, F. 2002. El uso de modelos de simulación como herramienta para la toma de decisiones en la promoción de nuevas alternativas forrajeras: el caso de Costa Rica y Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2002. 10(1): 35-45

HOLMANN, F.; RIVAS, L.; CARULLA, J.; RIVERA, B.; GIRALDO, L.A.; GUZMAN, S.; MARTINEZ, M.; MEDINA, A.; FARROW, A. 2003. Evolución de los sistemas de producción de leche en el trópico Latinoamericano y su interrelación con los mercados: un análisis del caso Colombiano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), International Livestock Research Institute (ILRI) and Systemwide Livestock Program (SLP). Documento de Trabajo 193. Cali (Colombia): CIAT. 55p.

Instituto Provincial de Estadísticas y Censos. Encuesta Ganadera. Portal de la provincia de Santa Fe. [En línea]

<[http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/114258/\(subtema\)/>](http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/114258/(subtema)/>)

[consulta: diciembre de 2010]

Instituto Provincial de Estadísticas y Censos. Registro de Áreas Sembradas. Portal de la provincia de Santa Fe. [En línea]

<[http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/111329/\(subtema\)/](http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/111329/(subtema)/)>

[consulta: diciembre de 2010]

IORIO, C.; MOSCIARO, M. 2003. Consideración del riesgo en el análisis de las estrategias productivas de explotaciones familiares del Sudeste Bonaerense. Trabajo presentado en las III Jornadas de Estudios Agrarios y Agroindustriales, Facultad de Ciencias Económicas. PIEA, UBA. 15p.

KOHOUT, J.C.; CAINELLI, C. 1964. Principios básicos de la programación lineal y su aplicación en agricultura. Publicación Técnica Nº 7. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.

LACELLI, G.; MANCUSO, W.; SCHILDER, E.; ARZUBI, A.; TERÁN, J.C.; COMERÓN, E.; TAVERNA, M.; DEL CASTILLO, N.; MACEIRA, J. 2006. Creación y distribución de valor en la cadena láctea - Eslabón Primario. Consejo Federal de Inversiones. 39p.

LOUHICHI, K.; ALARY, V.; GRIMAUD, P. 2004. A dynamic model to analyse the bio-technical and socio-economic interactions in dairy farming systems on the Réunion Island. INRA, EDP Sciences Anim. Res. 53: 363 - 382.

MEDEIROS, H.R.; PEDREIRA, C.G.S. 2007. Programação linear na simulação e tomada de decisão em um sistema de produção animal. Arch. Zootec. 56 (216): 935-938.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, DIRECCION GENERAL DE SUELOS Y AGUAS, DEPARTAMENTO DE SUELOS, SANTA FE. 1977. Carta de Suelos del Departamento Las Colonias. Escala: 1: 200,000. Provincia de Santa Fe. Argentina.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. DIRECCION GENERAL DE LÁCTEOS. [En línea]

<<http://www.alimentosargentinos.gov.ar/lacteos/>> [consulta: diciembre de 2010]

MINISTERIO DE ECONOMÍA; SECRETARÍA DE POLÍTICAS ECONÓMICAS. Sin fecha. La economía argentina durante 2002 y evolución reciente. 18p. [En línea]

<<http://www.mecon.gov.ar/peconomica/informe/informe44/introduccion.pdf>> [consulta: julio 2011]

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, GOBIERNO DE DE SANTA FE. ENCUESTAS GANADERAS. PORTAL DE SANTA FE. [En línea]
<[http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/114258/\(subtema\)](http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/114258/(subtema))>
[consulta: diciembre de 2010]

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, GOBIERNO DE SANTA FE. 2008. Cadena Láctea Santafesina. Plan estratégico. 31p. [En línea] <<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/68953/334845/file/descargar.pdf>> [consulta: abril de 2011]

MOSCIARO, M.; IORIO, C. 2010. Tendency of production decisions of the farmers of the Southeast Pampa region in Argentina under uncertainty conditions. 9th European IFSA Symposium. Vienna, Austria. 8p.

MOSCONI, F.P.; PRIANO, L.J.J.; HEIN, N.E.; MOSCATELLI, G.; SALAZAR, J.C.; GUTIERREZ, T.; CÁCERES, L. 1981 Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo II. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EERA Rafaela, CIRN Castelar) – MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe) 246p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, SUBCOMMITTEE ON DAIRY CATTLE NUTRITION, COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. National Academy Press, Washington D.C 408p.

OSAN, O.E. 2003. Tipología de empresas lecheras pampeanas de Argentina. Tesis, Magister en Economía Agraria, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 157p.

OSAN, O.; CASTIGNANI, M.I.; ROSSLER, N., CURSACK. A.M. 2010. Caracterización la lechería familiar del centro de la provincia de Santa Fe, Argentina: Indicadores estructurales y tecnológicos. 11^o Congreso Panamericano de la Leche. FEPALE. Bello Horizonte, Brasil. 5p.

OSTROWSKI, B.U. 1994. Formulación de raciones balanceadas para vacas lecheras en pastoreo. Cátedra de Administración Rural N°38, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 15 p.

OSTROWSKI, B. Y C. DEBLITZ. 2001. La competitividad en producción lechera de los países de Chile, Argentina, Uruguay y Brasil. Livestock Policy Discussion Paper N°4. Food and Agricultural Organization Livestock Information and Policy Branch, AGAL.

OSTROWSKI, B.; HEMME, T.; HOLZNER, J. 2002 La competitividad de la producción lechera en países seleccionados del mercado mundial. Anales de la XXXII Congreso de Economía Agraria de la AAEA. Octubre, Buenos Aires. 22p.

OSTY P.L. 1978. L'exploitation agricole vue comme un système. Diffusion de l'innovation et contribution au développement. Bulletin Technique d'Informations. N. 326, 1978, pp: 43-49.

PALLADINO, A.; WAWRZKIEWICZ, M.; BARGO, F. Sin fecha. El rol de la fibra en dietas de vacas lecheras. Dpto. de prod. Animal, FCA-UBA. 4p.

PENA DE LADAGA, B. S. 1991. Planificación de establecimientos agropecuarios en la Depresión del Salado. Parte II: Aplicación del modelo MOTAD. Actas de las 20 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa. 20p.

PENA DE LADAGA, S. 1992. Planificación de establecimientos agropecuarios en la depresión del salado, mediante programación lineal determinística. Cátedra de Administración Rural N°32, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 20p.

PENA DE LADAGA, S.; BERGER, A. 2006. Toma de decisiones en el sector agropecuario. Herramientas de investigación operativa aplicadas al agro. 1ra Edición, Editorial Facultad de Agronomía (UBA). 320 p.

PENA DE LADAGA, S. 2008. La "modelización" en el sector agropecuario II. Taller internacional / Susana Pena de Ladaga y Gerardo Petri. 1° Edición – Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora. 208p.

PORTAL DE LA PROVINCIA DE SANTA FE [En línea]
<<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/Estructura-deGobierno/Ministerios/Gobierno-y-Reforma-del-Estado/Secretaria-de-Tecnologias-para-la-Gestion/Direccion-Provincial-del-Instituto-Provincial-de-Estadistica-y-Censos-de-la-Provincia-de-Santa->

Fe/EGAN-Paginas-Intermedias/Encuesta-Ganadera.-Provincia-de-Santa-Fe>
[Consulta: diciembre de 2010]

RAGSDALLE, C.T. 1998. Spreadsheet Modeling and Decision Analysis, A Practical Introduction to Management Science. South Western College Publishing, USA. 742p.

RAMÍREZ, L.M.; ZULIANI, S.B.; PORSTMANN, J.C.; LÓPEZ, G.I. 2007. Evolución histórica de la rentabilidad de la agricultura y el tambo en el sur de Santa Fe períodos 1993-94 a 2004-05. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNR, Año VII - Nº 11. pp 023-034

RAMÍREZ, L.; PORSTMANN, J.C. 2008. Evolución de la Frontera Agrícola. Campañas 80/81 - 06/07. Revista Agromensajes de la facultad, publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR). 3p.

RAMSDEN, S.; GIBBONS, J.; WILSON, P. 1999. Impacts of changing relative prices on farm level dairy production in the UK. Agricultural Systems 62. pp 201-215.

REVISTA MÁRGENES AGROPECUARIOS. Año 25, Nº 300, junio de 2010. Distribución: Márgenes Agropecuarios S.R.L. Registro de la propiedad intelectual Nº 766289. Buenos Aires.

RIDLER, B.J.; ANDERSON, W.J.; FRASER, P. 2010 Milk, money, muck and metrics: inefficient resource allocation by New Zealand dairy farmers. 2010 NZARES Conference Tahuna Conference Centre - Nelson, New Zealand. 16 p.

SCALONE ECHAVE, M. Sin fecha. Capítulo 4. El enfoque de sistemas. Sistemas de producción agropecuarios. Sistemas agrarios regionales. 35p. [En línea]
<http://www.fing.edu.uy/ia/departamento%20legal/Apuntes/Capitulo4.pdf> [consulta: octubre de 2011]

SCHILDER, E.; TAVERNA, M.; GALETTO, A. 1992. Economías de Tamaño en las Instalaciones de Ordeño: Una aproximación económico – ingenieril. Informe Técnico Nº 9, EEA INTA Rafaela. 41p.

SCHNEIDER, G.; COMERÓN, E.A. 2002. El Tambo Versus La Agricultura ("El País De Los Extremos - 2da Parte"). INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. 3p. [En línea] <<http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/miscelaneas/>> [consulta: agosto de 2011]

TAVERNA, M. 2008. Instalaciones de ordeño. XXI Curso Internacional de lechería para profesionales de América Latina. 9p.

TEAGUE, P.W.; LEE, J.G. 1988. Risk efficient perennial crop selection: a MOTAD approach to citrus production. Southern Journal of Agricultural Economics. Vol. 20, issue 02. pp 145-152.

TERÁN, J.C. 2008 Caracterización de la cadena agroalimentaria de la leche en la provincia de Santa Fe. Documento de Trabajo. Informe Anual 2008. INTA Estación Experimental Rafaela. 21p.

TORRES, O.D.; HERRERA, J.P.; ZALZUK, J.S.; HOLMANN, F. 2002. Análisis de alternativas tecnológicas de los sistemas de producción agropecuarios en el valle del Cesar, Colombia. Pasturas Tropicales, Vol. 23, N° 3. pp 2-11.

VÉLEZ PAREJA, I. 2003. Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre. Bogotá: Grupo Editorial Norma, Colombia. 468 p.

WILSON, P.N.; LUGINSLAND, T.R.; ARMSTRONG, D.V. 1987. Risk Perceptions and Management responses of Arizona Dairy Producers. J. Dairy Science, 71(1987): 545-551.

VON NEUMANN J.; MORGENSTERN, O. 1944. Theory of games and economic behavior. 1ra Edición, Princeton University Press, Princeton 625p.

WATTIAUX, M.A.; HOWARD, W.T. 1994. Guía Técnica Lechera, Nutrición y Alimentación. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin Publicación: TDG-NF-030794-S. Cap. 6. pp 21-24.

ZAINAL ABIDIN, M. AND A.Z. BAHARUMSHAH, 1991. A MOTAD Approach to Risk Management Strategies for Vegetable Producers in Malaysia. Pertanika, 14 (3): 393-400.

ANEXO I

**ENCUESTA DIRIGIDA A ASESORES DE PRODUCTORES TAMBEROS DEL
DEPARTAMENTO LAS COLONIAS, PROVINCIA DE SANTA FE**

Objetivo: obtener información técnica de tambos representativos del departamento Las Colonias que permita realizar una caracterización de los mismos.

ING. AGR. NOELIA ROSSLER
(Candidata a Magister Scientiae en Agroeconomía)
Ayudante de Cátedra de Administración de Organizaciones.
F.C.A. – U.N.L.

Esta encuesta es el inicio de una tesis que debo realizar para acceder al título de Magister Scientiae en Agroeconomía. La misma lleva el nombre *“SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS DEL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS: Efectos de variables exógenas sobre la competitividad microeconómica y la asignación de recursos bajo condiciones de riesgo”*. Mi objetivo es evaluar como algunos escenarios que derivan del cambio en el desempeño de variables exógenas a los sistemas productivos lecheros predominantes afectan su competitividad microeconómica y la asignación de los recursos, considerando las condiciones de riesgo en las cuales se desenvuelven.

Para llevar adelante mi proyecto, una de las tareas a desarrollar es la caracterización de los tambos del departamento Las Colonias, motivo por el cual estoy solicitando la colaboración de Médicos Veterinarios e Ingenieros Agrónomos de la zona, que se desempeñan en el sector público o privado. Dicha colaboración consiste en el llenado de la encuesta que sigue a continuación.

Antes de proceder a la realización de la encuesta, es importante tener presente algunas consideraciones:

* El departamento Las Colonias fue dividido en tres zonas, a fines de organización. Para ello se utilizó la información de la distribución de las tierras según su aptitud de uso, elaborada en el año 2001 por personal de INTA-EEA Rafaela.

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Las Tunas	Santo Domingo	Elisa
San Carlos Norte	Rivadavia	Ituzaingó
San Carlos Sur	Cululú	Hipatia
San Jerónimo Norte	Grutly	Sarmiento
Santa María Norte	María Luisa	Jacinto Arauz
Matilde	San Carlos Centro	San José
Franck	Progreso	Felicia
Pujato Norte	Santa Clara de Buena Vista	Providencia
San Agustín	La Pelada	Soutomayor
Cavour	Sa Pereyra	
Humboldt	Pilar	
Esperanza	San Mariano	
	Nuevo Torino	
	Santa María Centro	
	San Jerónimo del Sauce	
	Empalme San Carlos	

* La encuesta menciona “tambos pequeños, medianos y grandes” El criterio utilizado para caracterizar los tambos fue considerar los litros entregados por día y la superficie del establecimiento. De esta manera:

- Tambo pequeño es aquel que entrega menos de 1000 litros por día y posee menos de 100 hectáreas.

- Tambo mediano es aquel que entrega entre 1000,1 y 2000 litros por día y posee entre 100,1 y 200 hectáreas.

- Tambo grande es aquel que entrega más de 2000,1 litros por día y posee más de 200,1 hectáreas.

* Para completar la encuesta, considere lo que se realiza más frecuentemente en los tambos, de cada una de las escalas mencionadas, ubicados en su área de influencia. Si no fuera frecuente, en los tambos grandes, medianos o pequeños, algunas de las demás actividades que se piden en la encuesta (agricultura e invernada), simplemente no complete las celdas o preguntas realizadas al respecto. En las preguntas abiertas expláyese según crea conveniente.

Por último, pido por favor la mayor sinceridad posible en sus respuestas. En caso de desconocimiento de la información solicitada, no complete la pregunta.

Muchas gracias por la colaboración.

Noelia Rossler.

NOMBRE DEL ASESOR:

PROFESIÓN:

CANTIDAD DE TAMBOS QUE ASESORA: Grandes: ... Medianos: ... Pequeños: ...

ZONA O DISTRITOS DEL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS¹:

I. SUPERFICIE TOTAL

I.1. Superficie promedio de los tambos existentes en su zona de influencia, según tamaño.

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Superficie promedio (ha)			
% de sup. Arrendada			
% de sup. bajo aparcería			
Tipo de arreglo de aparcería			
% de sup. total destinada a agricultura			
% de sup. total destinada a invernada			
% de sup. con suelos de calidad agrícola			
% de sup. con suelos de calidad ganadera			

I.2. Asignación de la superficie destinada a la actividad tambo en los establecimientos tamberos existentes en su zona de influencia, según tamaño.

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
% de la sup. de la actividad tambo destinada a Vaca Total			
% de la sup. de la actividad tambo destinada a Recría de hembras			
% de la sup. de la actividad tambo destinada a Recría de machos			

- ¿Es común la recría de hembras en el propio establecimiento? (si/no)..... ¿Depende esto del tamaño del tambo? (si/no).....

⁸⁹ Considere los distritos o zonas mostrados en la tabla de la presentación de la encuesta (página 1)

I.3. Uso del suelo de los establecimientos de su zona de influencia, según tamaño. (Se considera solo la superficie destinada a la actividad ganadera)

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
% sup. destinada a pasturas de base alfalfa			
Si realiza silo de pasturas, ¿qué cantidad se produce en promedio en mt bolsa o Kg MS? (aclarar unidad)			
% sup. destinada a maíz para grano húmedo			
% sup. destinada a silo de maíz de planta entera			
% sup. destinada a sorgo para grano húmedo			
% sup. destinada a silo de sorgo de planta entera			
% sup. destinada a soja para pastoreo directo			
% sup. Destinada a silo de soja			
% sup. destinada a silo de.....			
% sup. y destino* de verdes de invierno: Avena**			
% sup. y destino* de verdes de invierno: Rye Grass**			
% sup. y destino* de verdes de verano: Sorgo forrajero**			
% sup. y destino* de verdes de verano: Moha**			
% Sup. ocupada por campo natural			
% Sup. ocupada por campo natural mejorado			
Tipo de mejora realizada al campo natural			

* Destino: pastoreo directo/rollo/fardo

** Reemplace los nombres en azul por el nombre del verdeo realizado en caso de ser necesario.

Con respecto al uso del suelo, ¿qué otras diferencias importantes nota usted, a parte de las vistas en el cuadro anterior, entre los tres tamaños de establecimientos? (diferencias en rendimientos de materia seca, en formas de manejo, producción y utilización de forrajes, etc.)

.....
.....

¿Cuál es la duración promedio de las alfalfas? (en años):.....

II. ACTIVIDAD TAMBO

II.1. Aspectos generales de los tambos de su zona de influencia, según tamaño.

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Duración promedio lactancia (días)			
Intervalo entre partos (meses)			
% preñez vacas			
Edad de vaquillonas al 1° servicio			
Peso de vaquillonas al 1° servicio			
% preñez vaquillonas			
% de destete			
% mortandad adultos			
% mortandad terneros/as			
Empresa/s a la/s que se entrega la producción en su zona de influencia			
% comercialización			
% percibido por el tambero (promedio o rango de %)			
¿Qué % de los tambos realizan inseminación artificial?			
¿Qué % de los tambos realizan control lechero?			

II.2. Existencia promedio de animales en los tambos de su zona de influencia, según tamaño.

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Vacas totales (secas + en ordeño)			
Vaquillonas			
Toros			
Relación VO/VT			

II.3. Crianza de terneros según tamaño del tambo

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Criterios de desleche de terneros	Días:.....	Días:.....	Días:.....
	Kg:.....	Kg:.....	Kg:.....
Destino* de terneros machos			

*Destino: venta, recría, etc.

II.4. Alimentación de terneros según tamaño del tambo

	Tambo Grande		Tambo Mediano		Tambo Pequeño	
	Lt o Kg por día	Días	Lt o Kg por día	Días	Lt o Kg por día	Días
Leche						
Sustituto lácteo						
Balancedo						
Pastura						
Grano						
Rollos/fardos						
Otro (reemplace en caso de ser necesario)						

II.5. Suplementación de vacas y vaquillonas.

		Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Vacas en ordeño	Tipo (balanceado / grano)			
	Origen (prod. propia o compra)			
	Kg/día			
	Días/año			
Vacas secas	Tipo (balanceado / grano)			
	Origen (prod. propia o compra)			
	Kg/día			
	Días/año			
Vaquillonas	Tipo (balanceado / grano)			
	Origen (prod. propia o compra)			
	Kg/día			
	Días/año			
Otro	Tipo (balanceado / grano)			
	Origen (prod. propia o compra)			
	Kg/día			
	Días/año			
Rollos de ...	Rollos consumidos/año			
Rollos de ...	Rollos consumidos/año			
Rollos de ...	Rollos consumidos/año			
Fardos de ...	Fardos consumidos/año			
Silo de ...	mt bolsa/año			
Silo de ...	mt bolsa/año			
Silo de ...	mt bolsa/año			

-¿Cuáles son los principales criterios de uso de concentrados? ¿Cambian de acuerdo al tamaño del tambo?.....

- ¿Consumen los animales algún tipo de rastrojos de cultivos agrícolas? (si/no, cuáles).....

.....

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Realizan parto normalmente (si/no)			
Duración del parto (días)			
Alimentación especial de vacas en parto			
Alimentación especial de vaquillonas en parto			
Se separan las vacas en ordeño en diferentes rodeos (si/no)			
Criterio de separación del rodeo			
¿El consumo de rollos es estratégico (en algunos meses) o durante todo el año?			
Si el consumo de rollos es estratégico, ¿en que meses se consumen?			
¿El consumo de silos es estratégico (en algunos meses) o durante todo el año?			
Si el consumo de silos es estratégico, ¿en que meses se consumen?			

II.6. Producción de leche

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Producción promedio por vaca en ordeño por día			
Producción promedio por tambo por día			
% promedio de grasa butirosa			
% promedio de proteína			

III. INVERNADA (complete solo si la actividad se realiza en el mismo establecimiento)

III.1. Aspectos generales según tamaño de establecimiento tambero

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Raza/s de ganado			
Mortandad promedio (%)			
¿Se engordan animales propios? (si/no)			
¿Se engordan animales de compra? (si/no)			
¿Se engordan animales bajo un tipo de contrato especial (de qué tipo)			

III.2. Existencia promedio y peso de venta según tamaño de establecimiento tambero

		Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Novillos	Carga (cab/ha)			
	Peso venta			
	Duración internada			
	Tipo de engorde*			
Vaquillonas	Carga (cab/ha)			
	Peso venta			
	Duración internada			
	Tipo de engorde*			
Vacas	Carga (cab/ha)			
	Peso venta			
	Duración internada			
	Tipo de engorde*			
Toros	Carga (cab/ha)			
	Peso venta			
	Duración internada			
	Tipo de engorde*			
Otro	Carga (cab/ha)			
	Peso venta			
	Duración internada			
	Tipo de engorde*			

* **Tipo de engorde:** Extensivo (solo pasto), Semiextensivo (suplementación con concentrados), Semi-intensivo (encierre para terminación), Intensivo (encierre)

III.3. Alimentación

		Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Novillos	Pastura base alfalfa			
	Otra pastura (cultivo)			
	Verdeo verano (cultivo)			
	Verdeo invierno (cultivo)			
	Rollos (cantidad y cultivo)			
	Silo (cantidad y cultivo)			
Vaquillonas	Pastura base alfalfa			
	Otra pastura (cultivo)			
	Verdeo verano (cultivo)			
	Verdeo invierno (cultivo)			
	Rollos (cantidad y cultivo)			
	Silo (cantidad y cultivo)			
Vacas	Pastura base alfalfa			
	Otra pastura (cultivo)			
	Verdeo verano (cultivo)			
	Verdeo invierno (cultivo)			
	Rollos (cantidad y cultivo)			
	Silo (cantidad y cultivo)			
Toros	Pastura base alfalfa			
	Otra pastura (cultivo)			
	Verdeo verano (cultivo)			
	Verdeo invierno (cultivo)			
	Rollos (cantidad y cultivo)			
	Silo (cantidad y cultivo)			

- Si se utilizan alimentos concentrados, responda:

		Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Novillos	Tipo y cantidad/cab			
	Durante cuantos días			
Vaquillonas	Tipo y cantidad/cab			
	Durante cuantos días			
Vacas	Tipo y cantidad/cab			
	Durante cuantos días			
Toros	Tipo y cantidad/cab			
	Durante cuantos días			

IV. AGRICULTURA

IV.1. Aspectos generales

		Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Trigo con fertilización SD	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Trigo sin fertilización SD	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Soja de 1°	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Soja de 2°	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Girasol SD	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Maíz SD	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Sorgo SD	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Otro cultivo SC	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			
Otro cultivo SC	% sup. Agrícola			
	Rendimiento (qq/ha)			

Por trigo con y sin fertilización entiéndase trigo con bajo y alto nivel de fertilización; SD = siembra directa; SC = siembra convencional.

IV.2. Fertilización (considere también los cultivos forrajeros para responder este cuadro)

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
¿Se fertilizan los cultivos de manera racional? (si/no)			
¿Qué cultivos normalmente no son fertilizados de manera racional?			
¿Cuál es el criterio de fertilización de los productores en general?			

V. ¿QUÉ PASÓ EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS EN LA ACTIVIDAD TAMBERA?

Responda aumentó, disminuyó, se mantiene:

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Superficie destinada a la actividad			
Cantidad de tambos			
Cantidad de vacas			
Productividad			

¿Cuál supone usted que fue la principal causa de las respuestas dadas en el cuadro?.....

.....

Complete el siguiente cuadro:

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
¿Se realizaron inversiones? (si/no)			
¿En qué se invirtió?			
¿Quién o qué situación promovió la inversión?			
¿Se endeudaron los productores para invertir? (si/no)			
¿Qué medidas tomaron los productores cuando ocurrió la gran inundación?			
¿Qué pasó con la producción ante esa situación?			
¿Qué medidas tomaron los productores en el último período de sequía?			
¿Qué pasó con la producción ante esa situación?			

VI. CAMBIOS PREVISTOS PARA EL FUTURO

Cómo cree usted que pretenden actuar a futuro los productores tamberos con respecto a:

	Tambo Grande	Tambo Mediano	Tambo Pequeño
Superficie destinada a la actividad*			
Cantidad de vacas*			
Productividad*			
Cantidad de tambos*			
Inversiones*			
Diversificar actividad**			
Cambiar de rubro**			
Dar en alquiler**			
Vender**			

*Responda aumentar, disminuir, mantener

**Marque con una cruz en la celda que corresponda

¿Por qué cree usted que los productores pretenden actuar de esa manera?.....
.....

VII. MANO DE OBRA

Complete la celda que corresponda, de acuerdo a lo que se da generalmente en su zona de influencia, según el tamaño del tambo.

	Tambo Grande		Tambo Mediano		Tambo Pequeño	
	N° de pers.	Tareas	N° de pers.	Tareas	N° de pers.	Tareas
Mano de obra familiar						
Tambero mediero						
Personal asalariado (peones)						
Tractorista						
Mano de obra transitoria						
Poseen administrador (si/no)						
Poseen asesoramiento técnico (si/no)						
Otros						

VIII. GENERAL

-¿Conoce algún tambo que haya cerrado en los últimos 5 años? (si/no).....
.....

-¿Cuáles cree usted que fueron las causas principales del cierre de los tambos?.....
.....

-¿Cuál es el precio de la hectárea incluyendo mejoras en su zona de influencia?.....
.....

-¿Cuánto se paga de alquiler por hectárea en campos con suelos agrícolas?.....

.....

-¿Cuánto se paga de alquiler por hectárea en campos con suelos de menor aptitud?.....

.....

-¿Quién toma las principales decisiones en las empresas?.....

.....

-Lugar dónde frecuentemente se compra hacienda en su zona de influencia.....

.....

-Lugar dónde frecuentemente se vende hacienda en su zona de influencia.....

.....

-¿Qué subproductos del tambo se venden normalmente en su zona? (Productos que no sean leche y carne).....

.....

-¿Dónde se venden estos subproductos?.....

.....

-¿Dónde se compra la hacienda?.....

.....

-¿Dónde se vende la hacienda?.....

.....

-¿Dónde se compran normalmente los insumos?.....

.....

-¿Dónde se venden normalmente los granos?.....

.....

VIII. OBSERVACIONES (Puede agregar aquí cualquier observación que crea pertinente)

ANEXO II

Actividades de los modelos de programación lineal

1	<i>XArr</i>	hectáreas de superficie para arrendar
Actividades de producción vegetal		
2	<i>XTg1</i>	hectáreas de Trigo 1
3	<i>XSj1°</i>	hectáreas de Soja de 1°
4	<i>XSj2°</i>	hectáreas de Soja de 2°
5	<i>XMz</i>	hectáreas de maíz (para venta de granos)
6	<i>XSg</i>	hectáreas de sorgo (para venta de granos)
7	<i>XRTg</i>	hectáreas de rastrojos de trigo para consumo animal (picado)
8	<i>XRMz</i>	hectáreas de rastrojos de maíz para consumo animal (picado)
9	<i>XRSg</i>	hectáreas de rastrojos de sorgo para consumo animal (picado)
10	<i>XA1</i>	hectáreas de praderas de Alfalfa de primer año
11	<i>XA2</i>	hectáreas de praderas de Alfalfa de segundo año
12	<i>XA3a</i>	hectáreas de praderas de Alfalfa de tercer año (todo el año)
13	<i>XA3b</i>	hectáreas de praderas de Alfalfa de tercer (se rompe en junio)
14	<i>XAP_ver</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para pastoreo en verano
15	<i>XAP_oto</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para pastoreo en otoño
16	<i>XAP_inv</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para pastoreo en invierno
17	<i>XAP_pri</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para pastoreo en primavera
18	<i>XAv</i>	hectáreas de Avena para pastoreo
19	<i>XSFP</i>	hectáreas de sorgo forrajero para pastoreo
20	<i>XSjP</i>	hectáreas de Soja para pastoreo
21	<i>XARes_ver</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para corte, para confección de reservas, en verano
22	<i>XARes_oto</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para corte, para confección de reservas, en otoño
23	<i>XARes_inv</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para corte, para confección de reservas, en invierno
24	<i>XARes_pri</i>	kilos de materia seca de Alfalfa para corte, para confección de reservas, en primavera
25	<i>XAR</i>	número de rollos de alfalfa
26	<i>XAS</i>	número de bolsas de 75 mt. de silo de alfalfa
27	<i>XAS_ver</i>	kilos de materia seca de silo alfalfa transferidas a verano
28	<i>XAS_oto</i>	kilos de materia seca de silo alfalfa transferidas a otoño
29	<i>XAS_inv</i>	kilos de materia seca de silo alfalfa transferidas a invierno
30	<i>XAS_pri</i>	kilos de materia seca de silo alfalfa transferidas a primavera

31	<i>XAR_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de alfalfa a verano
32	<i>XAR_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de alfalfa a otoño
33	<i>XAR_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de alfalfa a invierno
34	<i>XAR_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de alfalfa a primavera
35	<i>XMhR</i>	hectáreas de moha para confección de rollos (8 rollos/ha)
36	<i>XMhRPP</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de moha para alimentación del parto
37	<i>XMhR_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de moha a verano
38	<i>XMhR_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de moha a otoño
39	<i>XMhR_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de moha a invierno
40	<i>XMhR_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de moha a primavera
41	<i>XAvR</i>	hectáreas de avena para confección de rollos (7 rollos/ha)
42	<i>XAvR_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de avena a verano
43	<i>XAvR_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de avena a otoño
44	<i>XAvR_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de avena a invierno
45	<i>XAvR_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de avena a primavera
46	<i>XAvRPP</i>	transferencia de kilos de materia seca de rollos de avena para alimentación del parto
47	<i>XMzGH</i>	hectáreas de maíz para confección de grano húmedo
48	<i>XMzGH_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de maíz a verano
49	<i>XMzGH_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de maíz a otoño
50	<i>XMzGH_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de maíz a invierno
51	<i>XMzGH_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de maíz a primavera
52	<i>XMzGHPP</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de maíz para alimentación del parto
53	<i>XMzS</i>	hectáreas de maíz para confección de silo
54	<i>XMzS_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de maíz a verano
55	<i>XMzS_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de maíz a otoño
56	<i>XMzS_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de maíz a invierno
57	<i>XMzS_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de maíz a primavera
58	<i>XMzSPP</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de maíz para alimentación del parto
59	<i>XSgGH</i>	hectáreas de sorgo para confección de grano húmedo

60	<i>XSgGH_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de sorgo a verano
61	<i>XSgGH_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de sorgo a verano
62	<i>XSgGH_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de sorgo a verano
63	<i>XSgGH_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de sorgo a verano
64	<i>XSgGHPP</i>	transferencia de kilos de materia seca de grano húmedo de sorgo paraalimentación el parto
65	<i>XSgS</i>	hectáreas de sorgo para confección de silo
66	<i>XSgS_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de sorgo a verano
67	<i>XSgS_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de sorgo a otoño
68	<i>XSgS_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de sorgo a invierno
69	<i>XSgS_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de sorgo a primavera
70	<i>XSgSPP</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de sorgo para alimentación del parto
71	<i>XSjS</i>	hectáreas de soja para confección de silo
72	<i>XSjS_ver</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de soja a verano
73	<i>XSjS_oto</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de soja a otoño
74	<i>XSjS_inv</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de soja a invierno
75	<i>XSjS_pri</i>	transferencia de kilos de materia seca de silo de soja a primavera
76	<i>XCN</i>	hectáreas de campo natural
77	<i>XCNM</i>	hectáreas de campo natural mejorado
78	<i>XP</i>	hectáreas de pastura trébol blanco, trebol rojo y cebadilla
79	<i>XMzGS</i>	hectáreas de maíz para grano seco (propia producción)
80	<i>XSgGS</i>	hectáreas de sorgo para grano seco (propia producción)

Actividades de compra de alimentos

81	<i>XSustiL</i>	cantidad de bolsas de sustituto lácteo
82	<i>XBall</i>	kilos de balanceado iniciador
83	<i>XBal</i>	kilos de balanceado de cría
84	<i>XMzGSC</i>	kilos de granos secos de maíz (de compra)
85	<i>XSupITaE_Mz</i>	transferencia de kilos de maíz a terneros y terneras de estaca
86	<i>XSupIR1_Mz</i>	transferencia de kilos de maíz grano seco a recría 1
87	<i>XMzGS_ver</i>	transferencia de kilos de grano seco de maíz a verano
88	<i>XMzGS_oto</i>	transferencia de kilos de grano seco de maíz a otoño
89	<i>XMzGS_inv</i>	transferencia de kilos de grano seco de maíz a invierno
90	<i>XMzGS_pri</i>	transferencia de kilos de grano seco de maíz a primavera
91	<i>XSupIPP_Mz</i>	transferencia de kilos de grano seco de maíz a parto
92	<i>XSgGSC</i>	kilos de granos secos de sorgo (de compra)
93	<i>XSgGS_ver</i>	transferencia de kilos de grano seco de sorgo a verano

94	<i>XSgGS_oto</i>	transferencia de kilos de grano seco de sorgo a otoño
95	<i>XSgGS_inv</i>	transferencia de kilos de grano seco de sorgo a invierno
96	<i>XSgGS_pri</i>	transferencia de kilos de grano seco de sorgo a primavera
97	<i>XSupIPP_Sg</i>	transferencia de kilos de grano seco de sorgo a parto
98	<i>XSemA_ver</i>	kilos de semilla de algodón (de compra) en verano
99	<i>XSemA_oto</i>	kilos de semilla de algodón (de compra) en otoño
100	<i>XSemA_inv</i>	kilos de semilla de algodón (de compra) en invierno
101	<i>XSemA_pri</i>	kilos de semilla de algodón (de compra) en primavera
102	<i>XSoji_ver</i>	kilos de sojilla (de compra) en verano
103	<i>XSoji_oto</i>	kilos de sojilla (de compra) en otoño
104	<i>XSoji_inv</i>	kilos de sojilla (de compra) en invierno
105	<i>XSoji_pri</i>	kilos de sojilla (de compra) en primavera
106	<i>XPoSj_ver</i>	kilos de porotos de soja (de compra) en verano
107	<i>XPoSj_oto</i>	kilos de porotos de soja (de compra) en otoño
108	<i>XPoSj_inv</i>	kilos de porotos de soja (de compra) en invierno
109	<i>XPoSj_pri</i>	kilos de porotos de soja (de compra) en primavera
110	<i>XExpSj_ver</i>	kilos de expeller de soja (de compra) en verano
111	<i>XExpSj_oto</i>	kilos de expeller de soja (de compra) en otoño
112	<i>XExpSj_inv</i>	kilos de expeller de soja (de compra) en invierno
113	<i>XExpSj_pri</i>	kilos de expeller de soja (de compra) en primavera
114	<i>XBalPP</i>	kilos de balanceado parto (de compra)
115	<i>XBal16_ver</i>	kilos de balanceado lecheras 16% (de compra) en verano
116	<i>XBal16_oto</i>	kilos de balanceado lecheras 16% (de compra) en otoño
117	<i>XBal16_inv</i>	kilos de balanceado lecheras 16% (de compra) en invierno
118	<i>XBal16_pri</i>	kilos de balanceado lecheras 16% (de compra) en primavera
119	<i>XRaciónA</i>	transferencia de kilos de materia seca total de ración para animales en pastoreo
120	<i>XRaciónB</i>	transferencia de kilos de materia seca total de ración para animales en parto

Actividades ganadera

121	<i>XVacaB_ver</i>	cantidad de vacas B que paren en verano
122	<i>XVacaB_oto</i>	cantidad de vacas B que paren en otoño
123	<i>XVacaB_inv</i>	cantidad de vacas B que paren en invierno
124	<i>XVacaB_pri</i>	cantidad de vacas B que paren en primavera
125	<i>XVacaA_ver</i>	cantidad de vacas A que paren en verano
126	<i>XVacaA_oto</i>	cantidad de vacas A que paren en otoño
127	<i>XVacaA_inv</i>	cantidad de vacas A que paren en invierno
128	<i>XVacaA_pri</i>	cantidad de vacas A que paren en primavera
129	<i>XVacaC_ver</i>	cantidad de vacas C que paren en verano
130	<i>XVacaC_oto</i>	cantidad de vacas C que paren en otoño
131	<i>XVacaC_inv</i>	cantidad de vacas C que paren en invierno

132	<i>XVacaC_pri</i>	cantidad de vacas C que paren en primavera
133	<i>XLeche TaE/ToE</i>	transferencia de leche a terneros y terneras de estaca (litros)
134	<i>XVaqR2C_ver</i>	cantidad de vaquillonas R2 compradas en verano
135	<i>XVaqR2C_oto</i>	cantidad de vaquillonas R2 compradas en otoño
136	<i>XVaqR2C_inv</i>	cantidad de vaquillonas R2 compradas en invierno
137	<i>XVaqR2C_pri</i>	cantidad de vaquillonas R2 compradas en primavera
138	<i>XVaqPPC_ver</i>	cantidad de vaquillonas en parto compradas en verano
139	<i>XVaqPPC_oto</i>	cantidad de vaquillonas en parto compradas en otoño
140	<i>XVaqPPC_inv</i>	cantidad de vaquillonas en parto compradas en invierno
141	<i>XVaqPPC_pri</i>	cantidad de vaquillonas en parto compradas en primavera
142	<i>XTaE_ver</i>	cantidad de terneras que ingresan a estaca en verano
143	<i>XTaE_oto</i>	cantidad de terneras que ingresan a estaca en otoño
144	<i>XTaE_inv</i>	cantidad de terneras que ingresan a estaca en invierno
145	<i>XTaE_pri</i>	cantidad de terneras que ingresan a estaca en primavera
146	<i>XVaqR1_ver</i>	cantidad de vaquillas que ingresan a R1 en verano
147	<i>XVaqR1_oto</i>	cantidad de vaquillas que ingresan a R1 en otoño
148	<i>XVaqR1_inv</i>	cantidad de vaquillas que ingresan a R1 en invierno
149	<i>XVaqR1_pri</i>	cantidad de vaquillas que ingresan a R1 en primavera
150	<i>XVaqR2B_ver</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2B en verano
151	<i>XVaqR2B_oto</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2B en otoño
152	<i>XVaqR2B_inv</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2B en invierno
153	<i>XVaqR2B_pri</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2B en primavera
154	<i>XVaqR2C_ver</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2C en verano
155	<i>XVaqR2C_oto</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2C en otoño
156	<i>XVaqR2C_inv</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2C en invierno
157	<i>XVaqR2C_pri</i>	cantidad de vaquillonas que ingresan a R2C en primavera
158	<i>XVaqPP_ver</i>	cantidad de vaquillonas preñadas que ingresan a parto en verano
159	<i>XVaqPP_oto</i>	cantidad de vaquillonas preñadas que ingresan a parto en otoño
160	<i>XVaqPP_inv</i>	cantidad de vaquillonas preñadas que ingresan a parto en invierno
161	<i>XVaqPP_pri</i>	cantidad de vaquillonas preñadas que ingresan a parto en primavera
162	<i>XToD</i>	cantidad de terneros descalostrados para venta
163	<i>XToE</i>	cantidad de terneros de estaca para venta
164	<i>XVLeche</i>	litros de leche vendidos
165	<i>XVTaE_ver</i>	cantidad de terneras de estaca vendidas en verano
166	<i>XVTaE_oto</i>	cantidad de terneras de estaca vendidas en otoño
167	<i>XVTaE_inv</i>	cantidad de terneras de estaca vendidas en invierno
168	<i>XVTaE_pri</i>	cantidad de terneras de estaca vendidas en primavera
169	<i>XVR1_ver</i>	venta de vaquilla R1 en verano
170	<i>XVR1_oto</i>	venta de vaquilla R1 en otoño
171	<i>XVR1_inv</i>	venta de vaquilla R1 en invierno

172	<i>XVR1_pri</i>	venta de vaquilla R1 en primavera
173	<i>XVR2_ver</i>	venta de vaquilla R2 en verano
174	<i>XVR2_oto</i>	venta de vaquilla R2 en otoño
175	<i>XVR2_inv</i>	venta de vaquilla R2 en invierno
176	<i>XVR2_pri</i>	venta de vaquilla R2 en primavera
177	<i>XVVaqPP_ver</i>	venta de vaquilla en preparto en verano
178	<i>XVVaqPP_oto</i>	venta de vaquilla en preparto en otoño
179	<i>XVVaqPP_inv</i>	venta de vaquilla en preparto en invierno
180	<i>XVVaqPP_pri</i>	venta de vaquilla preparto en primavera
181	<i>XVVacaC</i>	venta de vacas categoría consumo
182	<i>XVVacac</i>	venta de vacas categoría conserva

Actividades de mano de obra

183	<i>XMOT</i>	cantidad de personas
-----	-------------	----------------------

Costos fijos, costos variables y bonificaciones

184	<i>XCFI1</i>	tinglado de 10 bajadas *
185	<i>XCFI2</i>	tinglado de 14 bajadas *
186	<i>XCFI3</i>	tinglado de 20 bajadas *
187	<i>XCVVacaA_I1</i>	Costos variables de vaca A en instalaciones tipo 1
188	<i>XCVVacaB_I1</i>	Costos variables de vaca B en instalaciones tipo 1
189	<i>XCVVacaC_I1</i>	Costos variables de vaca C en instalaciones tipo 1
190	<i>XCVVacaA_I2</i>	Costos variables de vaca A en instalaciones tipo 2
191	<i>XCVVacaB_I2</i>	Costos variables de vaca B en instalaciones tipo 2
192	<i>XCVVacaC_I2</i>	Costos variables de vaca C en instalaciones tipo 2
193	<i>XCVVacaA_I3</i>	Costos variables de vaca A en instalaciones tipo 3
194	<i>XCVVacaB_I3</i>	Costos variables de vaca B en instalaciones tipo 3
195	<i>XCVVacaC_I3</i>	Costos variables de vaca C en instalaciones tipo 3

* Matrices de tambos pequeños: Tinglados de 10 ó Tinglados de 14 bajadas; Matrices de tambos medianos y grandes: Tinglados de 14 ó Tinglados de 20 bajadas.

ANEXO III

Restricciones de los modelos de programación lineal

I. Restricciones de superficie

≈ *Uso de suelo agrícola*

$$1) \text{ Ene-Feb (ha): } -1(XArr) + 1(XSj1^\circ) + 1(XSj2^\circ) + 1(XMz) + 1(XSg) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XA3b) + 1(XSFP) + 1(XSjP) + 1(XMhR) + 1(XMzGH) + 1(XMzS) + 1(XSgGH) + 1(XSgS) + 1(XSjS) + 1(XMzGS) + 1(XSgGS) \leq 63 \text{ ha}$$

$$2) \text{ Mar (ha): } -1(XArr) + 1(XSj1^\circ) + 1(XSj2^\circ) + 1(XMz) + 1(XSg) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XA3b) + 1(XSFP) + 1(XSjP) + 1(XMzS) + 1(XSgGH) + 1(XSgS) + 1(XSjS) + 1(XMzGS) + 1(XSgGS) \leq 63 \text{ ha}$$

$$3) \text{ Abr (ha): } -1(XArr) + 1(XSj1^\circ) + 1(XSj2^\circ) + 1(XMz) + 1(XSg) + 1(XA1) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XA3b) + 1(XAv) + 1(XAvR) + 1(XSgS) + 1(XMzGS) + 1(XSgGS) \leq 63 \text{ ha}$$

$$4) \text{ May (ha): } -1(XArr) + 1(XSj2^\circ) + 1(XRMz) + 1(XRSg) + 1(XA1) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XA3b) + 1(XAv) + 1(XAvR) \leq 63 \text{ ha}$$

$$5) \text{ Jun (ha): } -1(XArr) + 1(XTg1) + 1(XRMz) + 1(XRSg) + 1(XA1) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XA3b) + 1(XAv) + 1(XAvR) \leq 63 \text{ ha}$$

$$6) \text{ Jul-Ago (ha): } -1(XArr) + 1(XTg1) + 1(XSj1^\circ) + 1(XMz) + 1(XA1) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XAv) + 1(XAvR) + 1(XMzGS) \leq 63 \text{ ha}$$

$$7) \text{ Sept (ha): } -1(XArr) + 1(XTg1) + 1(XSj1^\circ) + 1(XMz) + 1(XSg) + 1(XA1) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XSjP) + 1(XMzGH) + 1(XMzS) + 1(XSjS) + 1(XMzGS) + 1(XSgGS) \leq 63 \text{ ha}$$

$$8) \text{ Oct-Nov (ha): } -1(XArr) + 1(XTg1) + 1(XSj1^\circ) + 1(XMz) + 1(XSg) + 1(XA1) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XSFP) + 1(XSjP) + 1(XMhR) + 1(XMzGH) + 1(XMzS) + 1(XSgGH) + 1(XSgS) + 1(XSjS) + 1(XMzGS) + 1(XSgGS) \leq 63 \text{ ha}$$

$$9) \text{ Dic (ha): } -1(XArr) + 1(XSj1^\circ) + 1(XSj2^\circ) + 1(XMz) + 1(XSg) + 1(XRTg) + 1(XA1) + 1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XSFP) + 1(XSjP) + 1(XMhR) + 1(XMzGH) + 1(XMzS) + 1(XSgGH) + 1(XSgS) + 1(XSjS) + 1(XMzGS) + 1(XSgGS) \leq 63 \text{ ha}$$

$$10) \text{ Permiso pastoreo rastrojo de maíz (RMz): } -1(XMz) + 1(XRMz) - 1(XMzGS) \leq 0 \text{ ha}$$

$$11) \text{ Permiso pastoreo rastrojo de sorgo (RSg): } -1(XSg) + 1(XRSg) - 1(XSgGS) \leq 0 \text{ ha}$$

≈ **Uso de la tierra clase ganadera**

12) Ene-Feb-Mar (ha): $1(XCN) + 1(XCNM) + 1(XP) \leq 7 \text{ ha}$

13) Abr-May-Jun (ha): $1(XCN) + 1(XCNM) + 1(XP) \leq 7 \text{ ha}$

14) Jul-Ago-Sept (ha): $1(XCN) + 1(XCNM) + 1(XP) \leq 7 \text{ ha}$

15) Oct-Nov-Dic (ha): $1(XCN) + 1(XCNM) + 1(XP) \leq 7 \text{ ha}$

≈ **Máximo arrendamiento suelo agrícola**

16) Max alquiler de tierra Agrícola: $1(XArr) \leq 30 \text{ ha}$

≈ **Rotación**

17) Soja de 2° ó pastoreo rastrojo trigo (ha): $-1(XTg1) - 1(XTg2) + 1(XSj2°) + 1(XRTg) \leq 0 \text{ ha}$

18) Alfalfa de 1° año a alfalfa 2 año (ha): $-1(XA1) + 1(XA2) \leq 0 \text{ ha}$

19) Alfalfa de 2° año a alfalfa 3 año (ha): $-1(XA2) + 1(XA3a) + 1(XA3b) \leq 0 \text{ ha}$

≈ **Conservación de suelos**

20) Max cultivo anual: $0,5(XTg1) + 0,5(XSj1°) + 0,5(XSj2°) + 0,5(XMz) + 0,5(XSg) - 0,5(XA1) - 0,5(XA2) - 0,5(XA3a) - 0,5(XA3b) + 0,5(XAv) + 0,5(XSFP) + 0,5(XSjP) + 0,5(XMhR) + 0,5(XAvR) + 0,5(XMzGH) + 0,5(XMzS) + 0,5(XSgGH) + 0,5(XSgS) + 0,5(XSjS) + 0,5(XMzGS) + 0,5(XSgGS) \leq 0 \text{ ha}$

II. Restricciones de transferencia

≈ **De materia seca, energía, proteína y fibra**

21) De materia seca (KgMS) de alfalfas para confección de reservas (ARes) para realización de unidades de rollos (RA) ó bolsas de silo (SA) (KgMS): $-1(XARes_ver) - 1(XARes_oto) - 1(XARes_inv) - 1(XARes_pri) + 560(XAR) + 92.625(XAS) \leq 0 \text{ KgMS.}^1$

⁹⁰ Un rollo de alfalfa insume 560 Kg de materia seca del miso cultivo; en tanto que una bolsa de silo de alfalfa de 75mt insume 92525Kg de materia seca, aproximadamente.

22) De materia seca (KgMS) Alfalfa a pastoreo directo (AP) ó a confección de reservas (ARes) (Verano): $-1823(XA2) - 877(XA3a) - 877(XA3b) + 1(XAP_{ver}) + 1(XARes_{ver}) \leq 0$ KgMS

23) De materia seca (KgMS) Alfalfa a pastoreo directo (AP) ó a confección de reservas (ARes) (Otoño): $-1585(XA2) - 802(XA3a) - 802(XA3b) + 1(XAP_{oto}) + 1(XARes_{oto}) \leq 0$ KgMS

24) De materia seca (KgMS) Alfalfa a pastoreo directo (AP) ó a confección de reservas (ARes) (Invierno): $-1006(XA1) - 824(XA2) - 418(XA3a) + 1(XAP_{inv}) + 1(XARes_{inv}) \leq 0$ KgMS

25) De materia seca (KgMS) Alfalfa a pastoreo directo (AP) ó a confección de reservas (ARes) (Primavera): $-3869(XA1) - 3567(XA2) - 1804(XA3a) + 1(XAP_{pri}) + 1(XARes_{pri}) \leq 0$ KgMS

26) De materia seca de granos de maíz de producción propia (MzGS) ó de compra (MzGSC) a suplementos de terneras de estaca (SupIT_Mz), de R1 (SupIR1_Mz), de animales en parto (SupIPP_Mz), ó transferencia de materia seca de granos (MzGS) a distintas estaciones del año: $-7600(XMzGS) - 1(XMzGSC) + 1(XSupIT_{Mz}) + 1(XSupIR1_{Mz}) + 1(MzGS_{ver}) + 1(MzGS_{oto}) + 1(MzGS_{inv}) + 1(MzGS_{pri}) + 1(SupIPP_{Mz}) \leq 0$ KgMS

27) De materia seca de granos de sorgo de producción propia (SgGS) ó de compra (SgGSC) a suplementos de R1 (SupIR1_Sg), de animales en parto (SupIPP_Sg), ó transferencia de materia seca de granos (SgGS) a distintas estaciones del año: $-5700(XSgGS) - 1(XSgGSC) + 1(XSupIR1_{Sg}) + 1(XSgGS_{ver}) + 1(XSgGS_{oto}) + 1(XSgGS_{inv}) + 1(XSgGS_{pri}) + 1(XSupIPP_{Sg}) \leq 0$ KgMS

28) De materia seca del Silo de alfalfa (AS) a distintas estaciones del año (KgMS): $-87994(XAS) + 1(XAS_{ver}) + 1(XAS_{oto}) + 1(XAS_{inv}) + 1(XAS_{pri}) \leq 0$ KgMS

29) De materia seca del Rollo de alfalfa (AR) a distintas estaciones del año (KgMS): $-504(XAR) + 1(XAR_{ver}) + 1(XAR_{oto}) + 1(XAR_{inv}) + 1(XAR_{pri}) \leq 0$ KgMS

30) De materia seca del Rollo de moha (MhR) a distintas estaciones del año y a parto (KgMS): $-3200(XMhR) + 1(XMhR_{ver}) + 1(XMhR_{oto}) + 1(XMhR_{inv}) + 1(XMhR_{pri}) + 1(XMhRPP) \leq 0$ KgMS

31) De materia seca del Rollo de avena (AvR) a distintas estaciones del año y a parto (KgMS): $-3240(XAvR) + 1(XAvR_{ver}) + 1(XAvR_{oto}) + 1(XAvR_{inv}) + 1(XAvR_{pri}) + 1(XAvRPP) \leq 0$ KgMS

32) De materia seca del Silo de Soja (SjS) a distintas estaciones del año (KgMS): -
 $7862(XSjS) + 1(XSjS_ver) + 1(XSjS_oto) + 1(XSjS_inv) + 1(XSjS_pri) \leq 0 \text{ KgMS}$

33) De materia seca de Grano Húmedo de Maíz (MzGH) a distintas estaciones del año y a parto (KgMS): -
 $-5472(XMzGH) + 1(XMzGH_ver) + 1(XMzGH_oto) + 1(XMzGH_inv) + 1(XMzGH_pri) + 1(XMzGHPP) \leq 0 \text{ KgMS}$

34) De materia seca de Silo de Maíz (MzS) a distintas estaciones del año y a parto (KgMS): -
 $-9350(XMzS) + 1(XMzS_ver) + 1(XMzS_oto) + 1(XMzS_inv) + 1(XMzS_pri) + 1(XMzSPP) \leq 0 \text{ KgMS}$

35) De materia seca de Grano húmedo de Sorgo (SgGH) a distintas estaciones del año y a parto (KgMS): -
 $-4104(XSgGH) + 1(XSgGH_ver) + 1(XSgGH_oto) + 1(XSgGH_inv) + 1(XSgGH_pri) + 1(XSgGHPP) \leq 0 \text{ KgMS}$

36) De materia seca de Silo de Sorgo (SgS) a distintas estaciones del año y a parto (KgMS): -
 $-8500(XSgS) + 1(XSgS_ver) + 1(XSgS_oto) + 1(XSgS_inv) + 1(XSgS_pri) + 1(XSgSPP) \leq 0 \text{ KgMS}$

37) De energía de granos de maíz de producción propia (MzGS) ó de compra (MzGSC) a suplementos de terneras de estaca (SupIT_Mz), de R1 (SupIR1), de animales en parto (SupIPP), ó transferencia de materia seca de granos (MzGS) a distintas estaciones del año: -
 $-23037(XMzGS) - 3,03(XMzGSC) + 3,03(XSupIT_Mz) + 3,03(XSupIR1_Mz) + 3,03(XMzGS_ver) + 3,03(XMzGS_oto) + 3,03(XMzGS_inv) + 3,03(XMzGS_pri) + 3,03(XSupIPP_Mz) \leq 0 \text{ Mcal}$

38) De energía de granos de sorgo de producción propia (SgGS) ó de compra (SgGSC) a suplementos de R1 (SupIR1_Sg), de animales en parto (SupIPP_Sg), ó transferencia de materia seca de granos (SgGS) a distintas estaciones del año: -
 $-15369(XSgGS) - 2,7(XSgGSC) + 2,7(XSupIR1_Sg) + 2,7(XSgGS_ver) + 2,7(XSgGS_oto) + 2,7(XSgGS_inv) + 2,7(XSgGS_pri) + 2,7(XSupIPP_Sg) \leq 0 \text{ Mcal}$

39) De energía del Silo de alfalfa (AS) a distintas estaciones del año (MCal): -
 $188308(XAS) + 2,14(XAS_ver) + 2,14(XAS_oto) + 2,14(XAS_inv) + 2,14(XAS_pri) \leq 0 \text{ Mcal}$

40) De energía del Rollo de alfalfa (AR) a distintas estaciones del año (MCal): -
 $993(XAR) + 1,97(XAR_ver) + 1,97(XAR_oto) + 1,97(XAR_inv) + 1,97(XAR_pri) \leq 0 \text{ MCal}$

41) De energía del Rollo de moha (MhR) a distintas estaciones del año y a parto (MCal): -
 $-6400(XMhR) + 2(XMhR_ver) + 2(XMhR_oto) + 2(XMhR_inv) + 2(XMhR_pri) + 2(XMhRPP) \leq 0 \text{ MCal}$

42) De energía del Rollo de avena (AvR) a distintas estaciones del año y a preparto (MCal): $-8424(XAvR) + 2,6(XAvR_ver) + 2,6(XAvR_oto) + 2,6(XAvR_inv) + 2,6(XAvR_pri) + 2,6(XAvRPP) \leq 0$ MCal

43) De energía del Silo de Soja (SjS) a distintas estaciones del año (MCal): $-18396(XSjS) + 2,34(XSjS_ver) + 2,34(XSjS_oto) + 2,34(XSjS_inv) + 2,34(XSjS_pri) \leq 0$ MCal

44) De energía de Grano Húmedo de Maíz (MzGH) a distintas estaciones del año y a preparto (MCal): $-17182(XMzGH) + 3,14(XMzGH_ver) + 3,14(XMzGH_oto) + 3,14(XMzGH_inv) + 3,14(XMzGH_pri) + 3,14(XMzGHPP) \leq 0$ MCal

45) De energía de Silo de Maíz (MzS) a distintas estaciones del año y a preparto (MCal): $-19635(XMzS) + 2,1(XMzS_ver) + 2,1(XMzS_oto) + 2,1(XMzS_inv) + 2,1(XMzS_pri) + 2,1(XMzSPP) \leq 0$ MCal

46) De energía de Grano húmedo de Sorgo (SgGH) a distintas estaciones del año y a preparto (MCal): $-11573(XSgGH) + 2,82(XSgGH_ver) + 2,82(XSgGH_oto) + 2,82(XSgGH_inv) + 2,82(XSgGH_pri) + 2,82(XSgGHPP) \leq 0$ MCal

47) De energía de Silo de Sorgo (SgS) a distintas estaciones del año y a preparto (MCal): $-17850(XSgS) + 2,1(XSgS_ver) + 2,1(XSgS_oto) + 2,1(XSgS_inv) + 2,1(XSgS_pri) + 2,1(XSgSPP) \leq 0$ MCal

≈ **De animales a diferentes categorías**

48) De terneros nacidos en distintas épocas del año a venta de ternero descalostrado (ToD) ó venta de ternero de estaca (ToE) (cabezas): $-0,375(XVacaA_ver) - 0,375(XVacaA_oto) - 0,375(XVacaA_inv) - 0,375(XVacaA_pri) - 0,375(XVacaB_ver) - 0,375(XVacaB_oto) - 0,375(XVacaB_inv) - 0,375(XVacaB_pri) - 0,375(XVacaC_ver) - 0,375(XVacaC_oto) - 0,375(XVacaC_inv) - 0,375(XVacaC_pri) + 1(XToD) + 0,88(XToE) \leq 0$ cab

49) De terneras nacidas en verano de vaca A, B o C, a terneras de estaca en verano (TaE_ver) (cabezas): $-0,375(XVacaA_ver) - 0,375(XVacaB_ver) - 0,375(XVacaC_ver) + 1(XTaE_ver) \leq 0$ cab

50) De terneras nacidas en otoño de vaca A, B o C, a terneras de estaca en otoño (TaE_oto) (cabezas): $-0,375(XVacaA_oto) - 0,375(XVacaB_oto) - 0,375(XVacaC_oto) + 1(XTaE_oto) \leq 0$ cab

51) De terneras nacidas en invierno de vaca A, B o C, a terneras de estaca en invierno (TaE_inv) (cabezas): $-0,375(XVacaA_inv) - 0,375(XVacaB_inv) - 0,375(XVacaC_inv) + 1(XTaE_inv) \leq 0 \text{ cab}$

52) De terneras nacidas en primavera de vaca A, B o C, a terneras de estaca en primavera (TaE_ver) (cabezas): $-0,375(XVacaA_pri) - 0,375(XVacaB_pri) - 0,375(XVacaC_pri) + 1(XTaE_pri) \leq 0 \text{ cab}$

53) De terneras de estaca en verano a recría 1 (R1_ver) ó venta (VTaE_ver) (cabezas): $-0,88(XTaE_ver) + 1(XR1_ver) + 1(XVTaE_ver) \leq 0 \text{ cab}$

54) De terneras de estaca en otoño a recría 1 (R1_oto) ó venta (VTaE_oto) (cabezas): $-0,88(XTaE_oto) + 1(XR1_oto) + 1(XVTaE_oto) \leq 0 \text{ cab}$

55) De terneras de estaca en invierno a recría 1 (R1_inv) ó venta (VTaE_inv) (cabezas): $-0,88(XTaE_inv) + 1(XR1_inv) + 1(XVTaE_inv) \leq 0 \text{ cab}$

56) De terneras de estaca en primavera a recría 1 (R1_pri) ó venta (VTaE_pri) (cabezas): $-0,88(XTaE_pri) + 1(XR1_pri) + 1(XVTaE_pri) \leq 0 \text{ cab}$

57) De recría 1 verano a recría 2A (R2A_oto) ó recría 2B (R2B_oto) ó venta (VR1_oto) (cabezas): $-0,96(XR1_ver) + 1(XR2A_oto) + 1(XR2B_oto) + 1(XVR1_oto) \leq 0 \text{ cab}$

58) De recría 1 otoño a recría 2A (R2A_inv) ó recría 2B (R2B_inv) ó venta (VR1_inv) (cabezas): $-0,96(XR1_oto) + 1(XR2A_inv) + 1(XR2B_inv) + 1(XVR1_inv) \leq 0 \text{ cab}$

59) De recría 1 invierno a recría 2A (R2A_pri) ó recría 2B (R2B_pri) ó venta (VR1_pri) (cabezas): $-0,96(XR1_inv) + 1(XR2A_pri) + 1(XR2B_pri) + 1(XVR1_pri) \leq 0 \text{ cab}$

60) De recría 1 primavera a recría 2A (R2A_ver) ó recría 2B (R2B_ver) ó venta (VR1_ver) (cabezas): $-0,96(XR1_pri) + 1(XR2A_ver) + 1(XR2B_ver) + 1(XVR1_ver) \leq 0 \text{ cab}$

61) De vaquillona de recría 2 propia (R2A_ver ó R2B_pri) ó de compra (R2C_ver) a vaquillona preñada (VaqP_ver) ó venta de la recría 2 (VR2_ver): $-1(XR2C_ver) - 0,96(XR2A_ver) - 0,96(XR2B_pri) + 1(XVaqP_ver) + 1(XVR2_ver) \leq 0 \text{ cab}$

62) De vaquillona de recría 2 propia (R2A_oto ó R2B_ver) ó de compra (R2C_oto) a vaquillona preñada (VaqP_oto) ó venta de la recría 2 (VR2_oto): $-1(XR2C_oto) - 0,96(XR2A_oto) - 0,96(XR2B_ver) + 1(XVaqP_oto) + 1(XVR2_oto) \leq 0 \text{ cab}$

63) De vaquillona de recría 2 propia (R2A_inv ó R2B_oto) ó de compra (R2C_inv) a vaquillona preñada (VaqP_inv) ó venta de la recría 2 (VR2_inv): $-1(XR2C_inv) - 0,96(XR2A_inv) - 0,96(XR2B_oto) + 1(XVaqP_inv) + 1(XVR2_inv) \leq 0 \text{ cab}$

64) De vaquillona de recría 2 propia (R2A_pri ó R2B_inv) ó de compra (R2C_pri) a vaquillona preñada (VaqP_pri) ó venta de la recría 2 (VR2_pri): $-1(XR2C_pri) - 0,96(XR2A_pri) - 0,96(XR2B_inv) + 1(XVaqP_pri) + 1(XVR2_pri) \leq 0 \text{ cab}$

65) De vaquillonas de compra en parto (VaqPC_ver) ó vaquillonas preñadas propias (VaqP_oto) a Reposición de rodeo de vacas A, B ó C (parición verano), ó venta de la vaquillona parto propia en verano (VVaqPP_ver) (cabezas): $0,25(XVacaA_ver) + 0,25(XVacaB_ver) + 0,25(XVacaC_ver) - 1(XVaqPC_ver) - 0,96(XVaqP_oto) + 1(XVVaqPP_ver) \leq 0 \text{ cab}$

66) De vaquillonas de compra en parto (VaqPC_oto) ó vaquillonas preñadas propias (VaqP_inv) a Reposición de rodeo de vacas A, B ó C (parición otoño), ó venta de la vaquillona parto propia en otoño (VVaqPP_oto) (cabezas): $0,25(XVacaA_oto) + 0,25(XVacaB_oto) + 0,25(XVacaC_oto) - 1(XVaqPC_oto) - 0,96(XVaqP_inv) + 1(XVVaqPP_oto) \leq 0 \text{ cab}$

67) De vaquillonas de compra en parto (VaqPC_inv) ó vaquillonas preñadas propias (VaqP_pri) a Reposición de rodeo de vacas A, B ó C (parición invierno), ó venta de la vaquillona parto propia en invierno (VVaqPP_inv) (cabezas): $0,25(XVacaA_inv) + 0,25(XVacaB_inv) + 0,25(XVacaC_inv) - 1(XVaqPC_inv) - 0,96(XVaqP_pri) + 1(XVVaqPP_inv) \leq 0 \text{ cab}$

68) De vaquillonas de compra en parto (VaqPC_pri) ó vaquillonas preñadas propias (VaqP_ver) a Reposición de rodeo de vacas A, B ó C (parición primavera), ó venta de la vaquillona parto propia en primavera (VVaqPP_pri) (cabezas): $0,25(XVacaA_pri) + 0,25(XVacaB_pri) + 0,25(XVacaC_pri) - 1(XVaqPC_pri) - 0,96(XVaqP_ver) + 1(XVVaqPP_pri) \leq 0 \text{ cab}$

69) De vacas A, B, ó C (descarte) a venta de vacas para consumo (VVacaC): $- 0,105(XVacaA_pri) - 0,105(XVacaA_ver) - 0,105(XVacaA_oto) - 0,105(XVacaA_inv) - 0,105(XVacaB_pri) - 0,105(XVacaB_ver) - 0,105(XVacaB_oto) - 0,105(XVacaB_inv) - 0,105(XVacaC_pri) - 0,105(XVacaC_ver) - 0,105(XVacaC_oto) - 0,105(XVacaC_inv) + 1(XVVacaC) \leq 0 \text{ cab}$

70) De vacas A, B, ó C (descarte) a venta de vacas para conserva (VVacac): $- 0,105(XVacaA_pri) - 0,105(XVacaA_ver) - 0,105(XVacaA_oto) - 0,105(XVacaA_inv) - 0,105(XVacaB_pri) - 0,105(XVacaB_ver) - 0,105(XVacaB_oto) - 0,105(XVacaB_inv) -$

$0,105(XVacaC_pri) - 0,105(XVacaC_ver) - 0,105(XVacaC_oto) - 0,105(XVacaC_inv) + 1(XVVacac) \leq 0 \text{ cab}$

III. Permisos de usos de la leche

71) De leche de vacas A, B ó C, a Venta de leche (VL) ó leche para los terneros (LT):

$- 3448(XVacaA_pri) - 3448(XVacaA_ver) - 3448(XVacaA_oto) - 3448(XVacaA_inv) - 5711(XVacaB_pri) - 5711(XVacaB_ver) - 5711(XVacaB_oto) - 5711(XVacaB_inv) - 7370(XVacaC_pri) - 7370(XVacaC_ver) - 7370(XVacaC_oto) - 7370(XVacaC_inv) + 1(XVLeche) + 1(XLecheT) \leq 0 \text{ lt}$

IV. Restricciones de alimentación y ganado

72) Materia seca Ene-Feb-Mar (verano) a distintas categorías animales en pastoreo

(KgMS): $- 1(XAP_ver) - 3853(XSFP) - 2400(XSjP) - 1(XAS_ver) - 1(XAR_ver) - 1(XMhR_ver) - 1(XAvR_ver) - 1(XMzGH_ver) - 1(XMzS_ver) - 1(XSgGH_ver) - 1(XSgS_ver) - 1(XSjS_ver) - 810(XCNM) - 312(XP) - 1(XMzGS_ver) - 1(XSgGS_ver) - 1(XSemA_ver) - 1(XSoji_ver) - 1(XPoSj_ver) - 1(XExpSj_ver) - 1(XBal16_ver) + 1348(XVacaB_ver) + 1480(XVacaB_oto) + 1632(XVacaB_inv) + 1582(XVacaB_pri) + 1200(XVacaA_ver) + 742(XVacaA_oto) + 1467(XVacaA_inv) + 1407(XVacaA_pri) + 1483(XVacaC_ver) + 1588(XVacaC_oto) + 1794(XVacaC_inv) + 1736(XVacaC_pri) + 858(XR2C_ver) + 1142(XR2C_oto) + 1049(XR2C_inv) + 955(XR2C_pri) + 858(XR2A_ver) + 1142(XR2A_oto) + 1049(XR2A_inv) + 955(XR2A_pri) + 905(XR2B_ver) + 521(XR2B_oto) + 457(XR2B_inv) + 599(XR2B_pri) + 679(XVaqP_ver) + 477(XVaqP_inv) + 732(XVaqP_pri) \leq 0 \text{ KgMS}$

73) Materia seca Abr-May-Jun (otoño) a distintas categorías animales en pastoreo

(KgMS): $- 3000(XRMz) - 2500(XRSg) - 1(XAP_oto) - 1746(XAvP) - 1(XAS_oto) - 1(XAR_oto) - 1(XMhR_oto) - 1(XAvR_oto) - 1(XMzGH_oto) - 1(XMzS_oto) - 1(XSgGH_oto) - 1(XSgS_oto) - 1(XSjS_oto) - 384(XCN) - 540(XCNM) - 1070(XP) - 1(XMzGS_oto) - 1(XSgGS_oto) - 1(XSemA_oto) - 1(XSoji_oto) - 1(XPoSj_oto) - 1(XExpSj_oto) - 1(XBal16_oto) + 1582(XVacaB_ver) + 1348(XVacaB_oto) + 1480(XVacaB_inv) + 1632(XVacaB_pri) + 1407(XVacaA_ver) + 1200(XVacaA_oto) + 742(XVacaA_inv) + 1467(XVacaA_pri) + 1736(XVacaC_ver) + 1483(XVacaC_oto) + 1588(XVacaC_inv) + 1794(XVacaC_pri) + 955(XR2C_ver) + 858(XR2C_oto) + 1142(XR2C_inv) + 1049(XR2C_pri) + 955(XR2A_ver) + 858(XR2A_oto) + 1142(XR2A_inv) + 1049(XR2A_pri) + 599(XR2B_ver) + 905(XR2B_oto) + 521(XR2B_inv) + 457(XR2B_pri) + 732(XVaqP_ver) + 679(XVaqP_oto) + 477(XVaqP_pri) \leq 0 \text{ KgMS}$

74) Materia seca Jul-Ago-Sep (invierno) a distintas categorías animales en pastoreo

(KgMS): $-1(XAP_inv) - 1293(XAvP) - 1(XAS_inv) - 1(XAR_inv) - 1(XMhR_inv) -$

$1(XAvR_inv) - 1(XMzGH_inv) - 1(XMzS_inv) - 1(XSgGH_inv) - 1(XSgS_inv) - 1(XSjS_inv) - 250(XCN) - 351(XCNM) - 1300(XP) - 1(XMzGS_inv) - 1(XSgGS_inv) - 1(XSemA_inv) - 1(XSoji_inv) - 1(XPoSj_inv) - 1(XExpSj_inv) - 1(XBal16_inv) + 1632(XVacaB_ver) + 1582(XVacaB_oto) + 1348(XVacaB_inv) + 1480(XVacaB_pri) + 1467(XVacaA_ver) + 1407(XVacaA_oto) + 1200(XVacaA_inv) + 742(XVacaA_pri) + 1794(XVacaC_ver) + 1736(XVacaC_oto) + 1483(XVacaC_inv) + 1588(XVacaC_pri) + 1049(XR2C_ver) + 955(XR2C_oto) + 858(XR2C_inv) + 1142(XR2C_pri) + 1049(XR2A_ver) + 955(XR2A_oto) + 858(XR2A_inv) + 1142(XR2A_pri) + 457(XR2B_ver) + 599(XR2B_oto) + 905(XR2B_inv) + 521(XR2B_pri) + 477(XVaqP_ver) + 732(XVaqP_oto) + 679(XVaqP_inv) \leq 0 \text{ KgMS}$

75) Materia seca Oct-Nov-Dic (primavera) a distintas categorías animales en pastoreo (KgMS): $- 2000(XRTg) - 1(XAP_pri) - 1147(XSFP) - 600(XSjP) - 1(XAS_pri) - 1(XAR_pri) - 1(XMhR_pri) - 1(XAvR_pri) - 1(XMzGH_pri) - 1(XMzS_pri) - 1(XSgGH_pri) - 1(XSgS_pri) - 1(XSjS_pri) - 710(XCN) - 999(XCNM) - 817(XP) - 1(XMzGS_pri) - 1(XSgGS_pri) - 1(XSemA_pri) - 1(XSoji_pri) - 1(XPoSj_pri) - 1(XExpSj_pri) - 1(XBal16_pri) + 1480(XVacaB_ver) + 1632(XVacaB_oto) + 1582(XVacaB_inv) + 1348(XVacaB_pri) + 742(XVacaA_ver) + 1467(XVacaA_oto) + 1407(XVacaA_inv) + 1200(XVacaA_pri) + 1588(XVacaC_ver) + 1794(XVacaC_oto) + 1736(XVacaC_inv) + 1483(XVacaC_pri) + 1142(XR2C_ver) + 1049(XR2C_oto) + 955(XR2C_inv) + 858(XR2C_pri) + 1142(XR2A_ver) + 1049(XR2A_oto) + 955(XR2A_inv) + 858(XR2A_pri) + 521(XR2B_ver) + 457(XR2B_oto) + 599(XR2B_inv) + 905(XR2B_pri) + 477(XVaqP_oto) + 732(XVaqP_inv) + 679(XVaqP_pri) \leq 0 \text{ KgMS}$

76) Energía Ene-Feb-Mar (verano) a distintas categorías animales en pastoreo (Mcal): $-2,3(XAP_ver) - 8400(XSFP) - 5760(XSjP) - 2,14(XAS_ver) - 1,97(XAR_ver) - 2(XMhR_ver) - 2,6(XAvR_ver) - 3,14(XMzGH_ver) - 2,1(XMzS_ver) - 2,82(XSgGH_ver) - 2,1(XSgS_ver) - 2,34(XSjS_ver) - 1620(XCNM) - 735(XP) - 3,03(XMzGS_ver) - 2,7(XSgGS_ver) - 3,8(XSemA_ver) - 2,35(XSoji_ver) - 3,6(XPoSj_ver) - 3,2(XExpSj_ver) - 1,7(XBal16) + 3255(XVacaB_ver) + 3002(XVacaB_oto) + 3297(XVacaB_inv) + 3243(XVacaB_pri) + 2686(XVacaA_ver) + 1430(XVacaA_oto) + 2769(XVacaA_inv) + 2672(XVacaA_pri) + 3783(XVacaC_ver) + 3357(XVacaC_oto) + 3829(XVacaC_inv) + 3763(XVacaC_pri) + 1649(XR2C_ver) + 2078(XR2C_oto) + 1937(XR2C_inv) + 1795(XR2C_pri) + 1649(XR2A_ver) + 2078(XR2A_oto) + 1937(XR2A_inv) + 1795(XR2A_pri) + 1892(XR2B_ver) + 1058(XR2B_oto) + 953(XR2B_inv) + 1254(XR2B_pri) + 1276(XVaqP_ver) + 1194(XVaqP_inv) + 1362(XVaqP_pri) \leq 0 \text{ Mcal}$

77) Energía Abr-May-Jun (otoño) a distintas categorías animales en pastoreo (Mcal): $-4500(XRMz) - 3625(XRSg) - 2,5(XAP_oto) - 4557(XAvP) - 2,14(XAS_oto) - 1,97(XAR_oto) - 2(XMhR_oto) - 2,6(XAvR_oto) - 3,14(XMzGH_oto) - 2,1(XMzS_oto) - 2,82(XSgGH_oto) - 2,1(XSgS_oto) - 2,34(XSjS_oto) - 768(XCN) - 1080(XCNM) -$

$2520(XP) - 3,03(XMzGS_{oto}) - 2,7(XSgGS_{oto}) - 3,8(XSemA_{oto}) - 2,35(XSoji_{oto}) - 3,6(XPoSj_{oto}) - 3,2(XExpSj_{oto}) - 1,7(XBal16_{oto}) + 3243(XVacaB_{ver}) + 3255(XVacaB_{oto}) + 3002(XVacaB_{inv}) + 3297(XVacaB_{pri}) + 2672(XVacaA_{ver}) + 2686(XVacaA_{oto}) + 1430(XVacaA_{inv}) + 2769(XVacaA_{pri}) + 3763(XVacaC_{ver}) + 3783(XVacaC_{oto}) + 3357(XVacaC_{inv}) + 3829(XVacaC_{pri}) + 1795(XR2C_{ver}) + 1649(XR2C_{oto}) + 2078(XR2C_{inv}) + 1937(XR2C_{pri}) + 1795(XR2A_{ver}) + 1649(XR2A_{oto}) + 2078(XR2A_{inv}) + 1937(XR2A_{pri}) + 1254(XR2B_{ver}) + 1892(XR2B_{oto}) + 1058(XR2B_{inv}) + 953(XR2B_{pri}) + 1362(XVaqP_{ver}) + 1276(XVaqP_{oto}) + 1194(XVaqP_{pri}) \leq 0 \text{ MCal}$

78) Energía Jul-Ago-Sep (invierno) a distintas categorías animales en pastoreo

(Mcal): $-2,6(XAP_{inv}) - 3375(XAvP) - 2,14(XAS_{inv}) - 1,97(XAR_{inv}) - 2(XMhR_{inv}) - 2,6(XAvR_{inv}) - 3,14(XMzGH_{inv}) - 2,1(XMzS_{inv}) - 2,82(XSgGH_{inv}) - 2,1(XSgS_{inv}) - 2,34(XSjS_{inv}) - 518(XCN) - 729(XCNM) - 3062,5(XP) - 3,03(XMzGS_{inv}) - 2,7(XSgGS_{inv}) - 3,8(XSemA_{inv}) - 2,35(XSoji_{inv}) - 3,6(XPoSj_{inv}) - 3,2(XExpSj_{inv}) - 1,7(XBal16_{inv}) + 3297(XVacaB_{ver}) + 3243(XVacaB_{oto}) + 3255(XVacaB_{inv}) + 3002(XVacaB_{pri}) + 2769(XVacaA_{ver}) + 2672(XVacaA_{oto}) + 2686(XVacaA_{inv}) + 1430(XVacaA_{pri}) + 3829(XVacaC_{ver}) + 3763(XVacaC_{oto}) + 3783(XVacaC_{inv}) + 3357(XVacaC_{pri}) + 1937(XR2C_{ver}) + 1795(XR2C_{oto}) + 1649(XR2C_{inv}) + 2078(XR2C_{pri}) + 1937(XR2A_{ver}) + 1795(XR2A_{oto}) + 1649(XR2A_{inv}) + 2078(XR2A_{pri}) + 953(XR2B_{ver}) + 1254(XR2B_{oto}) + 1892(XR2B_{inv}) + 1058(XR2B_{pri}) + 1194(XVaqP_{ver}) + 1362(XVaqP_{oto}) + 1276(XVaqP_{inv}) \leq 0 \text{ Mcal}$

79) Energía Oct-Nov-Dic (primavera) a distintas categorías animales en pastoreo

(Mcal): $-3200(XRTg) - 2,5(XAP_{pri}) - 2500(XSFP) - 1440(XSjP) - 2,14(XAS_{pri}) - 1,97(XAR_{pri}) - 2(XMhR_{pri}) - 2,6(XAvR_{pri}) - 3,14(XMzGH_{pri}) - 2,1(XMzS_{pri}) - 2,82(XSgGH_{pri}) - 2,1(XSgS_{pri}) - 2,34(XSjS_{pri}) - 1411(XCN) - 1984(XCNM) - 1925(XP) - 3,03(XMzGS_{pri}) - 2,7(XSgGS_{pri}) - 3,8(XSemA_{pri}) - 2,35(XSoji_{pri}) - 3,6(XPoSj_{pri}) - 3,2(XExpSj_{pri}) - 1,7(XBal16_{pri}) + 3002(XVacaB_{ver}) + 3297(XVacaB_{oto}) + 3243(XVacaB_{inv}) + 3255(XVacaB_{pri}) + 1430(XVacaA_{ver}) + 2769(XVacaA_{oto}) + 2672(XVacaA_{inv}) + 2686(XVacaA_{pri}) + 3357(XVacaC_{ver}) + 3829(XVacaC_{oto}) + 3763(XVacaC_{inv}) + 3783(XVacaC_{pri}) + 2078(XR2C_{ver}) + 1937(XR2C_{oto}) + 1795(XR2C_{inv}) + 1649(XR2C_{pri}) + 2078(XR2A_{ver}) + 1937(XR2A_{oto}) + 1795(XR2A_{inv}) + 1649(XR2A_{pri}) + 1058(XR2B_{ver}) + 953(XR2B_{oto}) + 1254(XR2B_{inv}) + 1892(XR2B_{pri}) + 1194(XVaqP_{oto}) + 1362(XVaqP_{inv}) + 1276(XVaqP_{pri}) \leq 0 \text{ MCal}$

80) Proteína (primavera - verano) a distintas categorías animales (Kg Proteína):

$72(XRTg) - 0,18(XAP_{ver}) - 0,18(XAP_{pri}) - 548(XSFP) - 507(XSjP) - 0,19(XAS_{ver}) - 0,19(XAS_{pri}) - 0,19(XAR_{ver}) - 0,19(XAR_{pri}) - 0,11(XMhR_{ver}) - 0,11(XMhR_{pri}) -$

$0,10(XAvR_ver) - 0,10(XAvR_pri) - 0,09(XMzGH_ver) - 0,09(XMzGH_pri) -$
 $0,08(XMzS_ver) - 0,08(XMzS_pri) - 0,10(XSgGH_ver) - 0,10(XSgGH_pri) -$
 $0,11(XSgS_ver) - 0,11(XSgS_pri) - 0,18(XSjS_ver) - 0,18(XSjS_pri) - 89(XCN) -$
 $271(XCNM) - 202(XP) - 0,096(XMzGS_ver) - 0,096(XMzGS_pri) - 0,09(XSgGS_ver) -$
 $0,09(XSgGS_pri) - 0,225(XSemA_ver) - 0,225(XSemA_pri) - 0,247(XSoji_ver) -$
 $0,247(XSoji_pri) - 0,428(XPoSj_ver) - 0,428(XPoSj_pri) - 0,438(XExpSj_ver) -$
 $0,438(XExpSj_pri) - 0,17(XBal16_ver) - 0,17(XBal16_pri) + 395(XVacaB_ver) +$
 $413(XVacaB_oto) + 436(XVacaB_inv) + 418(XVacaB_pri) + 238(XVacaA_ver) +$
 $257(XVacaA_oto) + 338(XVacaA_inv) + 320(XVacaA_pri) + 475(XVacaC_ver) +$
 $495(XVacaC_oto) + 532(XVacaC_inv) + 512(XVacaC_pri) + 191(XR2C_ver) +$
 $198(XR2C_oto) + 190(XR2C_inv) + 182(XR2C_pri) + 191(XR2A_ver) + 198(XR2A_oto) +$
 $190(XR2A_inv) + 182(XR2A_pri) + 145(XR2B_ver) + 96(XR2B_oto) + 109(XR2B_inv) +$
 $158(XR2B_pri) + 59(XVaqP_ver) + 70(XVaqP_oto) + 133(XVaqP_inv) + 123(XVaqP_pri) \leq$
 $0Kg$

81) Proteína (otoño – invierno) a distintas categorías animales (Kg Proteína): -
 $180(XRMz) - 125(XRSg) - 0,21(XAP_oto) - 0,21(XAP_inv) - 550(XAv) - 0,19(XAS_oto) -$
 $0,19(XAS_inv) - 0,19(XAR_oto) - 0,19(XAR_inv) - 0,11(XMhR_oto) - 0,11(XMhR_inv) -$
 $0,10(XAvR_oto) - 0,10(XAvR_inv) - 0,09(XMzGH_oto) - 0,09(XMzGH_inv) -$
 $0,08(XMzS_oto) - 0,08(XMzS_inv) - 0,10(XSgGH_oto) - 0,10(XSgGH_inv) -$
 $0,11(XSgS_oto) - 0,11(XSgS_inv) - 0,18(XSjS_oto) - 0,18(XSjS_inv) - 80(XCN) -$
 $134(XCNM) - 434(XP) - 0,096(XMzGS_oto) - 0,096(XMzGS_inv) - 0,09(XSgGS_oto) -$
 $0,09(XSgGS_inv) - 0,225(XSemA_oto) - 0,225(XSemA_inv) - 0,247(XSoji_oto) -$
 $0,247(XSoji_inv) - 0,428(XPoSj_oto) - 0,428(XPoSj_inv) - 0,438(XExpSj_oto) -$
 $0,438(XExpSj_inv) - 0,17(XBal16_oto) - 0,17(XBal16_inv) + 436(XVacaB_ver) +$
 $418(XVacaB_oto) + 395(XVacaB_inv) + 413(XVacaB_pri) + 338(XVacaA_ver) +$
 $320(XVacaA_oto) + 238(XVacaA_inv) + 257(XVacaA_pri) + 532(XVacaC_ver) +$
 $512(XVacaC_oto) + 475(XVacaC_inv) + 495(XVacaC_pri) + 190(XR2C_ver) +$
 $182(XR2C_oto) + 191(XR2C_inv) + 198(XR2C_pri) + 190(XR2A_ver) + 182(XR2A_oto) +$
 $191(XR2A_inv) + 198(XR2A_pri) + 109(XR2B_ver) + 158(XR2B_oto) + 145(XR2B_inv) +$
 $96(XR2B_pri) + 133(XVaqP_ver) + 123(XVaqP_oto) + 59(XVaqP_inv) + 70(XVaqP_pri) \leq$
 $0Kg$

82) Fibra de detergente neutro (anual a distintas categorías animales (Kg FDN): -
 $1700(XRTg) - 2040(XRMz) - 2100(XRSg) - 0,48(XAP_ver) - 0,45(XAP_oto) - 0,40(XAP_inv)$
 $- 0,54(XAP_pri) - 3108(XSFP) - 1593(XSjP) - 2152(XAv) - 0,49(XAS_ver) - 0,49(XAS_oto)$
 $- 0,49(XAS_inv) - 0,49(XAS_pri) - 0,54(XAR_ver) - 0,54(XAR_oto) - 0,54(XAR_inv) -$
 $0,54(XAR_pri) - 0,74(XMhR_ver) - 0,74(XMhR_oto) - 0,74(XMhR_inv) - 0,74(XMhR_pri) -$
 $0,74(XAvR_ver) - 0,74(XAvR_oto) - 0,74(XAvR_inv) - 0,74(XAvR_pri) -$

$$\begin{aligned}
& 0,18(XMzGH_ver) - 0,18(XMzGH_oto) - 0,18(XMzGH_inv) - 0,18(XMzGH_pri) - \\
& 0,57(XMzS_ver) - 0,57(XMzS_oto) - 0,57(XMzS_inv) - 0,57(XMzS_pri) - \\
& 0,26(XSgGH_ver) - 0,26(XSgGH_oto) - 0,26(XSgGH_inv) - 0,26(XSgGH_pri) - \\
& 0,61(XSgS_ver) - 0,61(XSgS_oto) - 0,61(XSgS_inv) - 0,61(XSgS_pri) - 0,49(XSjS_ver) - \\
& 0,49(XSjS_oto) - 0,49(XSjS_inv) - 0,49(XSjS_pri) - 679(XCN) - 1364(XCNM) - 1502(XP) - \\
& 0,217(XMzGS_ver) - 0,217(XMzGS_oto) - 0,217(XMzGS_inv) - 0,217(XMzGS_pri) - \\
& 0,223(XSgGS_ver) - 0,223(XSgGS_oto) - 0,223(XSgGS_inv) - 0,223(XSgGS_pri) - \\
& 0,471(XSemA_ver) - 0,471(XSemA_oto) - 0,471(XSemA_inv) - 0,471(XSemA_pri) - \\
& 0,635(XSoji_ver) - 0,635(XSoji_oto) - 0,635(XSoji_inv) - 0,635(XSoji_pri) - 0,13(XPoSj_ver) \\
& - 0,13(XPoSj_oto) - 0,13(XPoSj_inv) - 0,13(XPoSj_pri) - 0,343(XExpSj_ver) - \\
& 0,343(XExpSj_oto) - 0,343(XExpSj_inv) - 0,343(XExpSj_pri) - 0,21(XBal16_ver) - \\
& 0,21(XBal16_oto) - 0,21(XBal16_inv) - 0,21(XBal16_pri) + 2384(XVacaB_ver) + \\
& 2384(XVacaB_oto) + 2384(XVacaB_inv) + 2384(XVacaB_pri) + 1991(XVacaA_ver) + \\
& 1991(XVacaA_oto) + 1991(XVacaA_inv) + 1991(XVacaA_pri) + 2523(XVacaC_ver) + \\
& 2523(XVacaC_oto) + 2523(XVacaC_inv) + 2523(XVacaC_pri) + 1692(XR2C_ver) + \\
& 1692(XR2C_oto) + 1692(XR2C_inv) + 1692(XR2C_pri) + 1692(XR2A_ver) + \\
& 1692(XR2A_oto) + 1692(XR2A_inv) + 1692(XR2A_pri) + 1087(XR2B_ver) + \\
& 1087(XR2B_oto) + 1087(XR2B_inv) + 1087(XR2B_pri) + 913(XVaqP_ver) + \\
& 913(XVaqP_oto) + 913(XVaqP_inv) + 913(XVaqP_pri) \leq 0Kg
\end{aligned}$$

83) Alimentación de terneros/as de estaca (ToE/TaE) con leche (LecheT) ó con sustituto lácteo (SustiL): $-240(XSustiL) - 1(XLecheT) + 240(XTaE_ver) + 240(XTaE_oto) + 240(XTaE_inv) + 240(XTaE_pri) + 240(XToE) \leq 0 \text{ lt}$

84) Alimentación de terneros/as de estaca (ToE/TaE) con suplemento para terneros de maíz (SupIT_Mz) ó con balanceado iniciador (Ball): $-1(XBall) - 1(XSupIT_Mz) + 62,5(XTaE_ver) + 62,5(XTaE_oto) + 62,5(XTaE_inv) + 62,5(XTaE_pri) + 62,5(XToE) \leq 0 \text{ Kg}$

85) Alimentación de la recria R1 con granos de maíz ó balanceado: $-1(XBal) - 1(XSuplR1_Mz) + 90(XR1_ver) + 90(XR1_oto) + 90(XR1_inv) + 90(XR1_pri) \leq 0 \text{ Kg}$

86) Alimentación de vacas y vaquillonas en preparto (kg MS): $-1(XMhRPP) - 1(XAVRPP) - 1(XMzGHPP) - 1(XMzSPP) - 1(XSgGHPP) - 1(XSgSPP) - 1(XMzGSPP) - 1(XSgGSPP) - 1(XBalPP) + 360(XVacaB_ver) + 360(XVacaB_oto) + 360(XVacaB_inv) + 360(XVacaB_pri) + 350(XVacaA_ver) + 350(XVacaA_oto) + 350(XVacaA_inv) + 350(XVacaA_pri) + 345(XVacaC_ver) + 345(XVacaC_oto) + 345(XVacaC_inv) + 345(XVacaC_pri) + 234(XVaqPPC_ver) + 234(XVaqPPC_oto) + 234(XVaqPPC_inv) + 234(XVaqPPC_pri) + 234(XVaqP_ver) + 234(XVaqP_oto) + 234(XVaqP_inv) + 234(XVaqP_pri) \leq 0Kg$

87) Alimentación de vacas y vaquillonas en parto (MCal): $-2(XMhRPP) - 2,6(XAVRPP) - 3,14(XMzGHPP) - 2,1(XMzSPP) - 2,82(XSgGHPP) - 2,1(XSgSPP) - 3,03(XMzGSPP) - 2,69(XSgGSPP) - 2,8(XBalPP) + 708(XVacaB_ver) + 708(XVacaB_oto) + 708(XVacaB_inv) + 708(XVacaB_pri) + 689(XVacaA_ver) + 689(XVacaA_oto) + 689(XVacaA_inv) + 689(XVacaA_pri) + 683(XVacaC_ver) + 683(XVacaC_oto) + 683(XVacaC_inv) + 683(XVacaC_pri) + 627(XVaqPPC_ver) + 627(XVaqPPC_oto) + 627(XVaqPPC_inv) + 627(XVaqPPC_pri) + 627(XVaqP_ver) + 627(XVaqP_oto) + 627(XVaqP_inv) + 627(XVaqP_pri) \leq 0Kg$

88) Alimentación de vacas y vaquillonas en parto (Kg Proteína): $-0,106(XMhRPP) - 0,10(XAvRPP) - 0,09(XMzGHPP) - 0,08(XMzSPP) - 0,10(XSgGHPP) - 0,11(XSgSPP) - 0,096(XMzGSPP) - 0,09(XSgGSPP) - 0,1773(XBalPP) + 38(XVacaB_ver) + 38(XVacaB_oto) + 38(XVacaB_inv) + 38(XVacaB_pri) + 37(XVacaA_ver) + 37(XVacaA_oto) + 37(XVacaA_inv) + 37(XVacaA_pri) + 37(XVacaC_ver) + 37(XVacaC_oto) + 37(XVacaC_inv) + 37(XVacaC_pri) + 39(XVaqPPC_ver) + 39(XVaqPPC_oto) + 39(XVaqPPC_inv) + 39(XVaqPPC_pri) + 39(XVaqP_ver) + 39(XVaqP_oto) + 39(XVaqP_inv) + 39(XVaqP_pri) \leq 0Kg$

89) Alimentación de vacas y vaquillonas en parto (Kg FDN): $-0,7405(XMhRPP) - 0,74(XAvRPP) - 0,18(XMzGHPP) - 0,57(XMzSPP) - 0,26(XSgGHPP) - 0,61(XSgSPP) - 0,217(XMzGSPP) - 0,223(XSgGSPP) - 0,1689(XBalPP) + 170(XVacaB_ver) + 170(XVacaB_oto) + 170(XVacaB_inv) + 170(XVacaB_pri) + 165(XVacaA_ver) + 165(XVacaA_oto) + 165(XVacaA_inv) + 165(XVacaA_pri) + 163(XVacaC_ver) + 163(XVacaC_oto) + 163(XVacaC_inv) + 163(XVacaC_pri) + 116(XVaqPPC_ver) + 116(XVaqPPC_oto) + 116(XVaqPPC_inv) + 116(XVaqPPC_pri) + 116(XVaqP_ver) + 116(XVaqP_oto) + 116(XVaqP_inv) + 116(XVaqP_pri) \leq 0Kg$

90) Permiso de ración para vacas, recría 2 y vacas y vaquillonas preñadas en los primeros 8 meses de gestación (kg MS): $1(XRaciónA) - 6042(XVacaB_ver) - 6042(XVacaB_oto) - 6042(XVacaB_inv) - 6042(XVacaB_pri) - 4816(XVacaA_ver) - 4816(XVacaA_oto) - 4816(XVacaA_inv) - 4816(XVacaA_pri) - 6602(XVacaC_ver) - 6602(XVacaC_oto) - 6602(XVacaC_inv) - 6602(XVacaC_pri) - 4004(XR2C_ver) - 4004(XR2C_oto) - 4004(XR2C_inv) - 4004(XR2C_pri) - 1888(XVaqPPC_ver) - 1888(XVaqPPC_oto) - 1888(XVaqPPC_inv) - 1888(XVaqPPC_pri) - 4004(XR2A_ver) - 4004(XR2A_oto) - 4004(XR2A_inv) - 4004(XR2A_pri) - 2483(XR2B_ver) - 2483(XR2B_oto) - 2483(XR2B_inv) - 2483(XR2B_pri) - 1888(XVaqP_ver) - 1888(XVaqP_oto) - 1888(XVaqP_inv) - 1888(XVaqP_pri) \leq 0Kg$

91) Permiso de ración para vacas y vaquillonas en parto (KgMS): $1(XRaciónB) - 425(XVacaB_ver) - 425(XVacaB_oto) - 425(XVacaB_inv) - 425(XVacaB_pri) -$

$$413(XVacaA_ver) - 413(XVacaA_oto) - 413(XVacaA_inv) - 413(XVacaA_pri) - 407(XVacaC_ver) - 407(XVacaC_oto) - 407(XVacaC_inv) - 407(XVacaC_pri) - 276(XVaqPPC_ver) - 276(XVaqPPC_oto) - 276(XVaqPPC_inv) - 276(XVaqPPC_pri) - 276(XVaqPP_ver) - 276(XVaqPP_oto) - 276(XVaqPP_inv) - 276(XVaqPP_pri) \leq 0Kg$$

92) Permiso de consumo alfalfa para la categoría R1 (Kg MS): - 1(XAP_ver) - 1(XAP_oto) - 1(XAP_inv) - 1(XAP_pri) - 1(XAR_ver) - 1(XAR_oto) - 1(XAR_inv) - 1(XAR_pri) + 138(XR1_ver) + 138(XR1_oto) + 138(XR1_inv) + 138(XR1_pri) ≤ 0 Kg

93) Mínimo FDN de forrajes conservados voluminosos para vacas, vaquillonas R2 y vaquillonas preñadas en los primeros 8 meses de gestación (KgFDN): - 1(XAS_ver) - 1(XAS_oto) - 1(XAS_inv) - 1(XAS_pri) - 1(XAR_ver) - 1(XAR_oto) - 1(XAR_inv) - 1(XAR_pri) - 1(XMhR_ver) - 1(XMhR_oto) - 1(XMhR_inv) - 1(XMhR_pri) - 1(XAvR_ver) - 1(XAvR_oto) - 1(XAvR_inv) - 1(XAvR_pri) - 1(XMzS_ver) - 1(XMzS_oto) - 1(XMzS_inv) - 1(XMzS_pri) - 1(XSgS_ver) - 1(XSgS_oto) - 1(XSgS_inv) - 1(XSgS_pri) - 1(XSjS_ver) - 1(XSjS_oto) - 1(XSjS_inv) - 1(XSjS_pri) + 453(XVacaB_ver) + 453(XVacaB_oto) + 453(XVacaB_inv) + 453(XVacaB_pri) + 378(XVacaA_ver) + 378(XVacaA_oto) + 378(XVacaA_inv) + 378(XVacaA_pri) + 479(XVacaC_ver) + 479(XVacaC_oto) + 479(XVacaC_inv) + 479(XVacaC_pri) + 321(XR2C_ver) + 321(XR2C_oto) + 321(XR2C_inv) + 321(XR2C_pri) + 321(XR2A_ver) + 321(XR2A_oto) + 321(XR2A_inv) + 321(XR2A_pri) + 207(XR2B_ver) + 207(XR2B_oto) + 207(XR2B_inv) + 207(XR2B_pri) ≤ 0 Kg

94) Mínimo FDN de forrajes conservados voluminosos para vacas y vaquillonas en parto (KgFDN): -1(XMhRPP) - 1(XAvRPP) - 1(XMzSPP) - 1(XSgSPP) + 32(XVacaB_ver) + 32(XVacaB_oto) + 32(XVacaB_inv) + 32(XVacaB_pri) + 31(XVacaA_ver) + 31(XVacaA_oto) + 31(XVacaA_inv) + 31(XVacaA_pri) + 31(XVacaC_ver) + 31(XVacaC_oto) + 31(XVacaC_inv) + 31(XVacaC_pri) + 22(XVaqPPC_ver) + 22(XVaqPPC_oto) + 22(XVaqPPC_inv) + 22(XVaqPPC_pri) + 22(XVaqPP_ver) + 22(XVaqPP_oto) + 22(XVaqPP_inv) + 22(XVaqPP_pri) ≤ 0 Kg

95) Mínimo rollos en ración parto (%KgMS): -1(XMhRPP) - 1(XAvRPP) - 85(XVacaB_ver) - 85(XVacaB_oto) - 85(XVacaB_inv) - 85(XVacaB_pri) - 83(XVacaA_ver) - 83(XVacaA_oto) - 83(XVacaA_inv) - 83(XVacaA_pri) - 81(XVacaC_ver) - 81(XVacaC_oto) - 81(XVacaC_inv) - 81(XVacaC_pri) - 55(XVaqPPC_ver) - 55(XVaqPPC_oto) - 55(XVaqPPC_inv) - 55(XVaqPPC_pri) - 55(XVaqPP_ver) - 55(XVaqPP_oto) - 55(XVaqPP_inv) - 55(XVaqPP_pri) ≤ 0 Kg

96) Máximo de concentrados en la ración de vacas, vaquillonas R2 y vaquillonas preñadas en los primeros 8 meses de gestación (% KgMS): 1(XMzGH_ver) +

$$\begin{aligned}
&1(XMzGH_oto) + 1(XMzGH_inv) + 1(XMzGH_pri) + 1(XMzGHPP) + 1(XSgGH_ver) + \\
&1(XSgGH_oto) + 1(XSgGH_inv) + 1(XSgGH_pri) + 1(XSgGHPP) + 1(XMzGS_ver) + \\
&1(XMzGS_oto) + 1(XMzGS_inv) + 1(XMzGS_pri) + 1(XMzGSPP) + 1(XSgGS_ver) + \\
&1(XSgGS_oto) + 1(XSgGS_inv) + 1(XSgGS_pri) + 1(XSgGSPP) + 1(XSemA_ver) + 1 \\
&(XSemA_oto) + 1(XSemA_inv) + 1(XSemA_pri) + 1(XSoji_ver) + 1(XSoji_oto) + \\
&1(XSoji_inv) + 1(XSoji_pri) + 1(XPoSo_ver) + 1(XPoSo_oto) + 1(XPoSo_inv) + \\
&1(XPoSo_pri) + 1(XexpSj_ver) + 1(XExpSj_oto) + 1(XExpSj_inv) + 1(XExpSj_pri) + \\
&1(XBal16_ver) + 1(XBal16_oto) + 1(XBal16_inv) + 1(XBal16_pri) + 1(XBalPP) - \\
&0,55(XRación) \leq 0 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

97) Máximo de rastros en la ración de vacas, vaquillonas R2 y vaquillonas preñadas en los primeros 8 meses de gestación (%KgMS): $+2000(XRTg) + 3000(XRMz) + 2500(XRSg) - 0,025(XRación) \leq 0 \text{ Kg}$

98) Máximo de semilla de algodón en la ración de vacas, vaquillonas R2 y vaquillonas preñadas en los primeros 8 meses de gestación (% KgMS): $1(XSemA_ver) + 1(XSemA_oto) + 1(XSemA_inv) + 1(XSemA_pri) - 0,15(XRación) \leq 0 \text{ Kg}$

V. Restricciones de Mano de Obra

99) Mano de obra para tambo (personas): $+ 0,011(XVacaB_ver) + 0,011(XVacaB_oto) + 0,011(XVacaB_inv) + 0,011(XVacaB_pri) + 0,009(XVacaA_ver) + 0,009(XVacaA_oto) + 0,009(XVacaA_inv) + 0,009(XVacaA_pri) + 0,012(XVacaC_ver) + 0,012(XVacaC_oto) + 0,012(XVacaC_inv) + 0,012(XVacaC_pri) - 1(XMOT) \leq 0 \text{ personas}$

VI. Permisos costos fijos, costos variables y Bonificaciones

100) Permisos costos variables en tipo de instalación 1 (\$/año): $- 224(XCFI1) + 1(XCVVacaA_I1) + 1(XCVVacaB_I1) + 1(XCVVacaC_I1) \leq 0 \text{ \$/año}$

101) Permisos costos variables en tipo de instalación 2 (\$/año): $- 261(XCFI2) + 1(XCVVacaA_I2) + 1(XCVVacaB_I2) + 1(XCVVacaC_I2) \leq 0 \text{ \$/año}$

102) Permisos costos variables en tipo de instalación 3 (\$/año): $- 318(XCFI3) + 1(XCVVacaA_I3) + 1(XCVVacaB_I3) + 1(XCVVacaC_I3) \leq 0 \text{ \$/año}$

103) Costos variables vacas A en ordeño en instalación 1 (\$/vaca): $1(XVacaA_ver) + 1(XVacaA_oto) + 1(XVacaA_inv) + 1(XVacaA_pri) - 1(XCVVacaA_I1) \leq 0 \text{ \$/vaca}$

104) Costos variables vacas B en ordeño en instalación 1(\$/vaca): $1(XVacaB_ver) + 1(XVacaB_oto) + 1(XVacaB_inv) + 1(XVacaB_pri) - 1(XCVVacaB_I1) \leq 0 \text{ \$/vaca}$

105) Costos variables vacas C en ordeño en instalación 1(\$/vaca): $1(XVacaC_{ver}) + 1(XVacaC_{oto}) + 1(XVacaC_{inv}) + 1(XVacaC_{pri}) - 1(XCVVacaC_{I1}) \leq 0 \text{ \$/vacaC}$

106) Costos variables vacas A en ordeño en instalación 2 ó 3 (\$/vaca): $1(XVacaA_{ver}) + 1(XVacaA_{oto}) + 1(XVacaA_{inv}) + 1(XVacaA_{pri}) - 1(XCVVacaA_{I2}) \leq 0 \text{ \$/vacaA}$

107) Costos variables vacas B en ordeño en instalación 2 ó 3 (\$/vaca): $1(XVacaB_{ver}) + 1(XVacaB_{oto}) + 1(XVacaB_{inv}) + 1(XVacaB_{pri}) - 1(XCVVacaB_{I2}) \leq 0 \text{ \$/vacaB}$

108) Costos variables vacas C en ordeño en instalación 2 ó 3 (\$/vaca): $1(XVacaC_{ver}) + 1(XVacaC_{oto}) + 1(XVacaC_{inv}) + 1(XVacaC_{pri}) - 1(XCVVacaC_{I2}) \leq 0 \text{ \$/vacaC}$

Las restricciones número 99-100 y 104 a 108, solo están presentes en las matrices de los tambos medianos y grandes, ya que dependen directamente del tipo de instalación modelada. Las restricciones relacionadas al tipo de instalación 1 (98 y 101 a 103) solo están incluidas en las matrices de tambos pequeños, además de las instalaciones tipo 2.

ANEXO IV

Matriz de programación lineal de tambos pequeños