

**Inversiones en Sistemas Foresto Ganaderos con algarrobo blanco... ¿Una opción financieramente viable para el Centro Oeste de la Provincia del Chaco?**

*Tesis presentada para optar al título de Magister en Ciencias Forestales de la  
Universidad Nacional de Misiones,  
Orientación en Economía y Administración Forestal*

**Pernochi Aurelia Lorena Soledad**

Ingeniero Forestal-Universidad Nacional de Formosa-2007  
Lugar de trabajo: Sáenz Peña Chaco.



**Facultad de Ciencias Forestales**

## COMITÉ ORIENTADOR

Director de Tesis

**José Alberto Gobbi**

Licenciado en Aprovechamiento de Recursos Renovables (Universidad Nacional de la Pampa).

Diplomado en Conservación y Manejo de Áreas Naturales Protegidas (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México).

Magíster en Conservación y Desarrollo (University of Florida, EE.UU. Center for Latin American Studies).

PhD en Ecología Interdisciplinaria (University of Florida, EE.UU. College of Natural Resources and Environment.)

Co-director de Tesis

**Luis Colcombet**

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de Buenos Aires)

MSc. en Administración de Proyectos (Universidad para la Cooperación Internacional, San José, Costa Rica)

## JURADO DE LA TESIS

Dr. Daniel Lema

Investigador Centro de Economía y Prospectiva-INTA

Profesor Universidad del CEMA

MSc. Lucila María Díaz

Universidad Nacional de Misiones

MSc. Miguel Ángel López

Universidad Nacional de Misiones

**Dedicatoria:**

**A Dios por haberme dado la oportunidad de esta experiencia y fuerza para concretarla.**

**A Marcos, Sofía, Lautaro mis principales razones**

**A mi Mamá Maria del Carmen y hermanos, Federico y Nicolas, por el apoyo incondicional.**

**Agradecimiento:**

**A mis directores PhD José Gobbi y MSc Luis Colcombet por sus acertada guía y paciencia.**

**A Eugenia Quirolo por su inestimable ayuda para la concreción de este trabajo.**

**A MSc Marcos Atanasio por sus aportes**

**A MSc José Chiossone por su colaboración**

**A todos los informantes claves que generosamente contribuyeron con sus experiencias y aportes desinteresados, mi más profundo agradecimiento.**

**A Yanina, Julieta por su apoyo para la culminación de la tesis.**

**Al INTA Por permitirme esta posibilidad de capacitación.**

**Declaración:**

Declaro que el material incluido en esta tesis es a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en esta u otra institución.

## ÍNDICE GENERAL

### Tabla de contenido

1. Introducción. ....	1
1.1 Revisión de antecedentes.....	4
1.1.1 Sistemas Silvopastoriles (Foresto-ganaderos) una opción agroforestal. ....	4
1.1.2 Sistemas silvopastoriles: su utilización en el mundo y en la región. ....	5
1.1.3 Sistemas silvopastoriles en Argentina. ....	6
1.1.4 Componentes de los Sistemas Silvopastoriles. Interacciones entre los componentes. Aspectos ambientales.....	8
1.1.5 Aspectos Ambientales de los sistemas silvopastoriles. ....	15
1.1.6 Aspectos financieros de los Sistemas Silvopastoriles.....	17
1.1.7 Sistemas ganaderos y forestales de la Provincia del Chaco.....	20
1.2 Objetivos e hipótesis de trabajo.....	29
1.2.1 Objetivo general.....	29
1.2.2 Objetivos específicos. ....	30
1.2.3 Hipótesis .....	30
2. Metodología .....	32
2.1 Caracterización del área de estudio .....	32
2.1.1 Aptitud y uso actual de los suelos.....	35
2.1.2 Estructura de su población:.....	37
2.1.3 Aspectos de la población rural en la Provincia del Chaco.....	38
2.2 Metodología de Evaluación de Proyectos .....	39
2.2.1 Desarrollo de modelos. ....	41
2.2.2 Evaluación Financiera.....	42
2.2.3 Análisis de sensibilidad: ....	46
2.2.4 Análisis de riesgo.....	47
2.2.5 Periodo de repago o recupero: ....	50
2.2.6 Demanda de mano de obra.....	51
3. Estado de conocimiento de la especie <i>Prosopis alba</i> . ....	53
3.1 Plantaciones forestales con algarrobo blanco ( <i>Prosopis alba</i> ).....	53
3.1.1 Aspectos generales de plantaciones forestales con la especie algarrobo blanco. ....	53
3.1.2 Material genético/ semillas .....	54

3.1.3 Prosopis y otros microorganismos del suelo.....	55
3.1.4 Sitios y calidades .....	56
3.1.5 Implantación .....	56
3.2 Sistemas foresto-ganaderos con la especie algarrobo blanco.....	66
3.2.1 Beneficios e interacciones del algarrobo blanco en sistemas foresto-ganaderos. ....	67
3.2.2 La pastura bajo la componente forestal algarrobo. ....	71
3.3 La componente ganadera en sistemas con algarrobo. ....	77
3.4 ¿Cuáles son las cuestiones necesarias para obtener un buen desarrollo de la componente forestal en el marco de un sistema silvopastoril?.....	78
4. Resultados .....	83
4.1 Modelo Ganadero, situación “sin proyecto 1” .....	83
4.1.1 Descripción del modelo ganadero.....	83
4.2. Supuestos del modelo ganadero puro. ....	87
4.3 Gastos e ingresos del modelo Ganadero.....	87
4.3.1 Gastos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.3.2. Ingresos .....	88
4.2 Modelo Forestal.....	89
4.2.1 Descripción .....	89
4.2.2 Corta final .....	93
4.2.3 Mano de Obra .....	93
4.2.4 Supuestos del modelo Forestal puro. ....	94
4.2.5 Gastos e ingresos del Modelo Forestal .....	94
4.3 Modelo Foresto-Ganadero 1 .....	96
4.3.1 Componente Forestal .....	96
4.3.2 Componente forrajera .....	99
4.3.3 Componente ganadera.....	104
4.3.4 Mano de Obra .....	106
4.3.5 Supuestos del modelo SFG 1 .....	106
4.3.6 Gastos e ingresos del Modelo Foresto Ganadero 1.....	106
4.4 Modelo Foresto-Ganadero 2.....	109
4.4.1 Componente Forestal .....	110
4.4.2. Componente forrajera. ....	112
4.4.3 Componente ganadera.....	115

4.4.4 Mano de Obra .....	116
4.4.5 Supuestos del modelo SFG 2 .....	116
4.4.6 Gastos e ingresos del Modelo Foresto Ganadero 2.....	117
5. Resultados: Evaluación financiera de los modelos propuestos.....	122
5.1 Resultados del análisis financiero para el Sistema Foresto- ganadero 1 .....	122
5.1.1 Sistema Foresto ganadero 1 (SFG 1) versus ganadería pura. ....	122
5.1.2. Sistema Foresto ganadero 1 (SFG 1) versus forestación. ....	125
5.2 Resultados del análisis financiero para el Sistema Foresto- ganadero 2 .....	129
5.2.1 Sistema Foresto ganadero 2 versus ganadería pura. ....	129
5.2.2 Sistema Foresto ganadero 2 versus Forestación. ....	133
5.3 Periodo de repago .....	137
5.4 Mano de obra.....	137
5.5 Diferentes escenarios evaluados.....	138
6. Discusión.....	141
6.1 Modelos foresto ganaderos versus forestación.....	142
6.2 Análisis de Riesgo y período de repago. ....	147
6.3 Rentabilidad financiera de sistemas silvopastoriles .....	149
7. Conclusiones y Recomendaciones. ....	155
7.1 Conclusiones. ....	155
7.2 Recomendaciones. ....	156
8. Bibliografía .....	157
9. Apéndices.....	169

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Aspectos ambientales en sistemas silvopastoriles. ....	16
Tabla 2: Aptitud de los suelos .....	35
Tabla 3: Superficie, Población y densidad de las Provincias del NEA.....	36
Tabla 4: Esquema de comparación de los diferentes sistemas.....	39
Tabla 5: Precios de referencia utilizados en diferentes modelos. ....	42
Tabla 6: Caracterización de las variables aleatorias utilizadas en el análisis de Montecarlo para los diferentes modelos. ....	47
Tabla 7: Producción anual de <i>Gatton panic</i> y precipitaciones, en tres localidades de la provincia del Chaco.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8: Inversiones del sistema Ganadero.....	84
Tabla 9: Gastos de operación del sistema Ganadero.....	85
Tabla 10: Esquema de poda para plantación de <i>Prosopis</i> .....	89
Tabla 11: Caracterización de los tres raleos a aplicar en plantación forestal de <i>Prosopis alba</i> .....	90
Tabla 12: Inversiones del sistema Forestal .....	91
Tabla 13: Gastos de mantenimiento y tratamientos silviculturales.....	92
Tabla 14: Ingresos del modelo Forestal Puro.....	93
Tabla 15: Caracterización de los raleos a aplicar en plantación forestal de <i>Prosopis alba</i> . ....	95
Tabla 16: Esquema de siembra, corte y producción (tn Ms/ha) de alfalfa.....	97
Tabla 17: Cantidad de cortes, producción (kg Ms/ha), y fardos producidos anualmente. ....	101
Tabla 18: Análisis químico realizado a muestras de forraje durante la estación de invierno, tomados bajo (BC) y fuera (CA) de cobertura arbórea.....	101
Tabla 19: Inversiones del sistema Ganadero.....	103
Tabla 20: Gastos de tratamientos silviculturales.....	104
Tabla 21: Ingresos de la componente forestal modelo SFG 1. ....	109
Tabla 22: Esquema de raleos para el sistema Foresto Ganadero 2. ....	112
Tabla 23: Cantidad de cortes, producción (Tn Ms/ha), y fardos producidos anualmente. ....	113
Tabla 24: Inversiones del sistema SFG 2.....	113
Tabla 25: Gastos de tratamientos silviculturales.....	118
Tabla 26: Ingresos de la componente forestal modelo SFG 2. ....	116
Tabla 27: Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la madera del SFG1 versus G.....	119
Tabla 28: Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la carne del SFG1 versus G.....	119
Tabla 29: Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG1 versus G. ....	120
Tabla 30: Estadísticos para construcción de frecuencias. ....	120
Tabla 31: Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la madera SFG1 versus forestación.....	126
Tabla 32: Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la carne del SFG1 versus Forestación.....	123
Tabla 33: Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG1 versus Forestación. ....	127
Tabla 34: Estadísticos para construcción de frecuencias. ....	124

Tabla 35: Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la madera del SFG2 versus Ganadería pura. ....	130
Tabla 36: Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la carne del SFG2 versus Ganadería. ....	127
Tabla 37: Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG2 versus Ganadería. ....	131
Tabla 38: Estadísticos para construcción de frecuencias. ....	128
Tabla 39: Análisis de sensibilidad SFG2 versus Forestación. ....	134
Tabla 40: Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la carne del SFG2 versus Forestación. ....	131
Tabla 41: Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG2 versus Ganadería. ....	131
Tabla 42: Estadísticos para la construcción de frecuencias. ....	132
Tabla 43: Periodo de repago de los modelos Foresto ganaderos. ....	137
Tabla 44: Indicadores del análisis financiero del escenario 1. ....	138
Tabla 45: Indicadores del análisis financiero del escenario 2. ....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica, división política de la Provincia del Chaco y área donde se desarrollan los modelos. ....	31
Figura 2: Isohietas Medias Anuales para el periodo de 1956 a 2010 de la Provincia del Chaco. ....	32
Figura 3: Precipitaciones de la ciudad de Sáenz Peña periodo 1924-2013. ....	34
Figura 4: Capacidad de uso de suelos de la Provincia del Chaco. Sistema de clasificación norteamericano. ....	35
Figura 5: Esquemas de distintas situaciones en las que se aplica el método de evaluación "con" y "sin" proyecto, adaptado de Gittiger 1982. ....	3840
Figura 6: Producción de pastura del modelo SFG1 en función de la cobertura de copa. Fuente: elaboración propia en función de los valores calculados. ....	104
Figura 7: Esquema de las distintas componentes del sistema foresto ganadero 1 .....	105
Figura 8: Esquema del modelo foresto ganadero 2 .....	109
Figura 9: Flujos de caja Sin proyecto (Ganadería pura) versus flujo de caja con proyecto (Sistema Foresto ganadero). ....	118
Figura 10: Frecuencia relativa VAN incremental SSF1 versus G. ....	121
Figura 11: Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SSF1 versus G. ....	121
Figura 12: Flujos de caja Sin proyecto (Forestación) versus flujo de caja con proyecto (Sistema Foresto ganadero 1). ....	122
Figura 13: Frecuencia relativa VAN incremental SSF1 Versus Forestación. ....	124
Figura 14: Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SSF1 versus Forestación. ....	125
Figura 15: Flujos de caja Sin proyecto (Ganadería pura) versus flujo de caja con proyecto (Sistema Foresto ganadero 2). ....	126
Figura 16: Frecuencia relativa VAN incremental SSF2 versus G. ....	132
Figura 17: Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SSF2 versus G. ....	129
Figura 18: Flujos de caja Sin proyecto (Forestación pura) versus flujo de caja con proyecto (Sistema Foresto ganadero 2). ....	130
Figura 19: Frecuencia relativa VAN incremental SSF2 versus G. ....	132
Figura 20: Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SSF2 versus G. ....	133
Figura 21: VAN incrementales de los sistemas Foresto ganaderos. ....	14137

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

árb.: árboles

B/C: Relación Beneficio/Costo

Ca: calcio

CA: cielo abierto.

cab: cabezas de ganado

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CIAT: The International Center for Tropical Agriculture.

cm: centímetros

CNTA: Comisión Nacional de Trabajo Agrario.

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono.

CONES: Consejo Económico y Social de la Provincia del Chaco.

°C: grados centígrados

cv: variedad

Dap: diámetro a la altura de pecho.

DIVMS %: digestibilidad de materia seca

EGES: Equipo de Gestión Económica y Social

Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

ha: hectáreas.

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

INTA: INSTITUTO Nacional de Tecnología Agropecuaria

K: Potasio

kg kilogramo

Km<sup>2</sup>: kilómetro cuadrado

m: metros

m<sup>2</sup>: metros cuadrados.

Mg: magnesio.

mm: milímetros

m<sup>3</sup>: metros cúbicos.

MS: materia seca

N: nitrógeno

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

NE: Noreste

NEA: noreste argentino.

NOA: noroeste argentino

P: Fósforo

PBG: Producto Bruto Geográfico

PV: peso vivo

RIAN: Red de Información Agropecuaria Nacional del INTA

SFG 1: sistema foresto ganadero 1

SFG 2: sistema foresto ganadero 2

SSP Sistemas silvopastoriles

TIR: Tasa Interna de Retorno

ton: toneladas

US\$: dólares.

VAN: Valor actual neto

VET: Valor Esperado de la Tierra

**Inversiones en Sistemas Foresto Ganaderos con algarrobo blanco... ¿Una opción financieramente viable para el Centro Oeste de la Provincia del Chaco?**

**Resumen**

Los sistemas foresto ganaderos con la especie algarrobo blanco se presentan como una opción productiva apropiada para la región chaqueña. Sin embargo, existe poca información particularmente sobre el aspecto financiero. En el presente trabajo se evaluó la viabilidad financiera ex - ante de dos modelos de sistemas foresto ganaderos con la especie algarrobo blanco (SFG 1 y SFG 2). Los modelos se definieron a partir de revisión bibliográfica y de la consulta con expertos. Se utilizó la metodología de evaluación con/sin proyectos comparándolos con sistemas forestales y ganaderos puros. La rentabilidad financiera fue definida a partir de los indicadores financieros: valor actual neto (VAN), y tasa interna de retorno (TIR). También se realizó un análisis de sensibilidad y un análisis de riesgo con el método Monte Carlo, a fin de determinar las variables cuyas modificaciones puedan afectar los resultados obtenidos y la variabilidad de los flujos de caja. Se analizó también el periodo de recupero de la inversión y la demanda de mano de obra de cada uno de estos sistemas. La rentabilidad de los sistemas Sistema Foresto Ganadero 1 y Sistema Foresto Ganadero 2 fue variable. Ambos sistemas fueron rentables frente a la forestación pura. Solo el Sistema Foresto Ganadero 2 fue rentable frente a la ganadería pura. Los dos sistemas foresto ganaderos son muy sensibles a la producción de la carne y en menor medida al precio y producción de la madera. El análisis de riesgo mostró que las inversiones en sistemas foresto ganaderos modeladas son riesgosas. Los resultados obtenidos son promisorios ya que arrojan rentabilidades positivas, sin embargo, son necesarias mayores investigaciones en sistemas foresto ganaderos para establecer interacciones más precisas.

Palabras Claves: Sistemas foresto-ganaderos – algarrobo blanco – viabilidad financiera- interacciones – indicadores financieros – análisis de riesgo - análisis de sensibilidad – Análisis Monte Carlo –Chaco- Argentina

Investments in livestock forestry systems with white carob ... A financially viable option for the Western-Center of the Province of Chaco?

### **Summary**

Livestock forestry systems based on white carob species are presented as an appropriated productive option for the Chaco region. However, there is little information on different aspects of this production system, particularly on its financial characteristics. In the present work, the ex-ante financial viability of two models of livestock forestry systems with the white carob tree species (SFG 1 and SFG 2) was evaluated. The models were based on bibliographic review and consultation with experts. The evaluation methodology with / without projects was used, comparing them with pure forest and livestock systems. Financial profitability was defined based on: net present value (NPV) and internal rate of return (IRR). Sensitivity analysis and Risk analysis were also carried out with the Monte Carlo method in order to determine the variables whose modifications may affect the results obtained and the variability of the cash flows. The recovery period of the investments and the labor demands for each one of the assessed systems were analyzed. The profitability of the Livestock Forestry Systems 1 and Livestock Forestry Systems 2 systems was variable. Both systems were profitable versus pure afforestation. Only the SFG 2 system was profitable compared to pure livestock. The two livestock forestry systems are very sensitive to the production of meat and, to a

lesser extent, to the price and production of wood. The risk analysis showed that investments in modeled livestock forestry systems were risky. Although financial results were promising, more research in livestock forestry systems is needed to establish more precise interactions between its components.

Key words: livestock forestry systems - white carob tree - financial viability - interactions - financial indicators - risk analysis - sensitivity analysis - Monte Carlo analysis –Chaco – Argentina

## 1. Introducción

Los sistemas silvopastoriles son una forma de producción que integra árboles, forraje y ganado en un mismo sitio (Nahir, 1993). Se han desarrollado diversas variantes que incluyen: sistemas en bosques implantados y naturales, con especies arbóreas nativas y exóticas, con distintos componentes forrajeros y de ganado. En las últimas décadas los sistemas silvopastiles se han promovido ampliamente debido a sus múltiples ventajas, siendo las principales la diversificación de ingresos, maximización de beneficios, reducción de riesgos, disminución de problemas ambientales (Cubbage et al., 2010; Montagnini 2017).

En algunas regiones boscosas de Argentina, como el Parque Chaqueño, el ganado vacuno ha estado presente desde hace siglos (fue introducido por los españoles en el Siglo XV). No obstante, los sistemas silvopastoriles como tales en el país se han desarrollado en los últimos 15 años. Este desarrollo de los sistemas se dio tanto en bosque nativo: región Patagónica y región Chaqueña; como en bosques implantados: provincias de Misiones, Corrientes, Neuquén y zona del Delta Bonaerense del Río Paraná (Peri, 2012).

En la provincia del Chaco, Argentina, en los últimos años algunos productores han incorporado los llamados sistemas foresto-ganaderos, que surgieron como propuestas técnicas a partir de ensayos de diversas instituciones e iniciativas privadas. Estos integran forestaciones con la especie nativa algarrobo blanco (*Prosopis alba*), pasturas implantadas y ganado bobino principalmente (Jornadas Forestales, 2009; Dirección de Forestación, 2012). Cabe aclarar que se utiliza el nombre de sistema foresto-ganadero en la provincia de Chaco para aquellos sistemas desarrollados en una masa forestal implantada. De esta manera se los diferencia de los sistemas silvopastoriles comúnmente llamados a aquellos que se desarrollan en bosques nativos.

Distintos aspectos hacen de este un modelo productivo interesante para la provincia y la región chaqueña:

- En primer lugar, el algarrobo blanco, especie nativa del Centro y Norte de Argentina y todo el Parque Chaqueño, es considerado un árbol multipropósito (Verzino y Joseau, 2005; FAO, 2000; Galera, 2000). Entre los beneficios que brindan pueden citarse: resistencia a la sequía, fijación de nitrógeno atmosférico y frutos de valor proteico que son un complemento en la dieta del ganado, también se lo utiliza en la alimentación humana (Karlin et al., 1994; Demaio et al., 2002; FAO, 2000).

- La utilización que se le da a la madera del algarrobo en la región y especialmente en la provincia del Chaco: es la segunda especie forestal en importancia de la provincia (EGES, 2009). Su aprovechamiento industrial constituye el 8,4% del Producto Bruto Geográfico (PBG) Industrial de la provincia (Cones, 2011). Y contribuye con el 26% del empleo local (Alfonso et al., 2010).

- El sector ganadero es de gran relevancia para la provincia del Chaco ya que es uno de los pilares de su economía. Esta actividad se desarrolla desde los inicios de la conquista chaqueña (Roig y D'Agostini, 2004). En los últimos años se observa un incremento de la superficie destinada a la ganadería en toda la región Chaqueña y otras áreas pampeanas (Delgado, 2011; Viglizzo y Jobbagy, 2009; Rearte, 2007).

La expansión de los sistemas ganaderos en tierras periféricas obligará a buscar diseños creativos tanto ganaderos como forestales que logren mayor eficiencia, rentabilidad y sustentabilidad (Viglizzo y Jobbágy, 2009). Por otra parte, los sistemas

agroforestales atenúan las oscilaciones de tipoclimáticas (temperaturas extremas y cambios bruscos son los que más afectan al animal). Esto es de primordial importancia en la región Chaqueña que presenta una alta variabilidad ambiental (Karlin et al., 1994).

Lo expuesto anteriormente permite ver la importancia de que se propicien sistemas foresto ganadero como una estrategia de diversificación y de maximización de los ingresos en los predios. La promoción de estos sistemas foresto-ganaderos implica definir aspectos relacionados a la óptima combinación de las tres componentes y el desarrollo de las mismas en el tiempo. Pero existe poca información relevada sobre ello, y la información que existe se encuentra dispersa. Sonaún menos los estudios de viabilidad financiera, la información generada relacionada a aspectos sociales y económicos es escasa (Peri, 2012).

Se pretende entonces con el presente trabajo evaluar financieramente modelos de sistemas foresto-ganaderos y definir su viabilidad. Realizando para ello un análisis ex - ante de diferentes perfiles o arreglos de los componentes que lo conforman: árboles, pasturas y ganado. Dado que los mismos implican diferentes costos e ingresos debido a sus manejos y a las interacciones positivas y negativas que se producen entre ellos.

Las preguntas que guiaron esta investigación son las siguientes:

- ¿Son financieramente viables las inversiones en sistemas foresto-ganaderos con algarrobo blanco en la región centro-oeste de la provincia del Chaco?
- ¿Cuáles son los arreglos de las distintas componentes: forestal, pastura y ganadero más promisorios para ser utilizados por productores de la región?
- ¿Cuál es el monto necesario de la inversión en sistemas foresto-ganaderos y en cuanto tiempo será recuperada la misma?

- ¿Cuánta mano de obra se requiere para cada uno de los sistemas de producción propuesto?
- ¿Cuáles serán los riesgos asociados a la inversión de realizar sistemas foresto-ganaderos y cuáles son las limitantes asociadas a las mismas?

## **1.1 Revisión de antecedentes**

### **1.1.1 Sistemas Silvopastoriles (Foresto-ganaderos) una opción agroforestal**

Las asociaciones de árboles maderables o frutales con animales y pasturas en una misma unidad de suelo, constituyen un tipo de sistema agroforestal llamado sistema silvopastoril (Montagnini, 1992; Nair, 1993). Se practican a diferentes niveles, tanto en zonas tropicales como templadas, desde grandes plantaciones de árboles comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia (Nair, 1993; Montagnini, 1992).

¿Cuáles son las ventajas de un sistema Silvopastoril?

En la mayoría de los sistemas agroforestales los beneficios son tanto económicos como ambientales. La presencia de árboles además de los productos que estos brindan, puede contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad de la ganadería. Esto puede darse, entre otros aspectos, por un aumento en el rendimiento del pasto asociado, a través de frutas o follajes para la alimentación de los animales, creando un microclima más benigno. Además, también están relacionados a la contención de la degradación del suelo, la conservación de la biodiversidad, la regulación hídrica de las cuencas, captura de gases de efecto invernadero y una mayor belleza del paisaje (Montagnini, 1992; Murgueito y Galindo, 2004). Desde el punto de vista económico, el sistema puede favorecer con el aumento y la diversificación de la producción (Murgueito y Galindo,

2004). Y todo esto puede beneficiar no solo a los productores que lo implementan sino también a la comunidad en general (Black et al., 2000).

Se han desarrollado diferentes arreglos de sistemas silvopastoriles, aunque no todos ellos se centran en una “producción conjunta”. Es decir, la optimización de todos los componentes del sistema a la vez con el fin de maximizar la producción total. Estos sistemas incluyen desde manejos extensivos como sistemas de árboles dispersos, hasta muy intensivos como los sistemas de corte y acarreo (Nair, 1993). Incluyéndose también cercas vivas, bancos mixtos de forrajes, barreras y cortinas rompevientos y arreglos más sistemáticos y comerciales como pastoreo en plantaciones forestales. Con respecto a las plantaciones forestales, se considera que están dentro de un sistema silvopastoril, cuando se incluye en su sistema de manejo a la ganadería. Esto implica una planificación y organización que va más allá de pastoreos ocasionales de ganado con fines prácticos de prevención de incendios.

### **1.1.2 Sistemas silvopastoriles: su utilización en el mundo y en la región**

Los sistemas silvopastoriles son ampliamente utilizados en el mundo. En sistemas en plantaciones comerciales, el género *Pinus* es utilizado en países como Nueva Zelanda (plantados a grandes distanciamientos) y Estados Unidos (Mead, 2009; Cubbage et al., 2011; Nair, 1993). Los sistemas en el sur de Estados Unidos pueden incluir el pastoreo intencional bajo frondosas y huertos de frutos secos de Pecan, (*Carya illinoensis*), donde la producción de madera no es un objetivo (Cubbage et al., 2010).

En América Latina y el Caribe, los sistemas agroforestales pecuarios son una herramienta válida para la adaptación de los paisajes rurales al cambio climático (Murgueitio Restrepo, 2009). Algunos ejemplos en esta región se señalan continuación.

En Chile, Brasil, Paraguay y Uruguay se desarrollan diferentes propuestas de sistemas silvopastoriles que comprenden diversas modalidades. Desde alternativas para pequeños y medianos productores, sistemas desarrollados en grandes extensiones de plantaciones forestales y desarrollos tecnológicos hasta institutos de investigación como EMBRAPA. Las especies utilizadas comprenden árboles nativos e implantados. Los principales géneros son: *Prosopis* (*Tamarugo*, *P. alba*, *P. nigra*), *Acacia*, *Populus sp*, *Pinus* (*P. radiata*, *P. ponderosa*, *P. contorta*, *P. elliotii*), *Eucaliptus* (*E. grandis*, *E. globulus*), (Sotomayor, 2009; Cubbage et al., 2010).

### **1.1.3 Sistemas silvopastoriles en Argentina.**

En diferentes regiones de la Argentina, se desarrollan sistemas silvopastoriles. En la Patagonia, estos sistemas se centran en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antartica*) con pastizales naturales y, en menor medida, pasturas implantadas. También se utilizan *Pino ponderosa* y *Pino radiata* con pastizales. Son incipientes los sistemas con salicáceas (*Sáliz* y *Pópulus*) y pasturas (Peri, 2009).

En la zona Central en la provincia de la Pampa se realizan en forma relativamente extensa sistemas en bosques nativos de caldén (*Prosopis caldenia*), donde el ganado pasta libremente el sotobosque y, de vez en cuando, las hojas del árbol y las vainas de semillas que son una valiosa fuente de nutrición. Otros sistemas más intensivos implican la eliminación de la mayoría de las especies leñosas y la plantación de especies forrajeras mejoradas, pero dejando algunos árboles dispersos para sombra (Cubbage et al., 2010).

En la Mesopotamia argentina, (provincias de Misiones, Corrientes, Entre Ríos y el Delta del Paraná), se desarrollan sistemas en plantaciones forestales de pinos, eucaliptos, salicáceas y grevillea, con pasturas implantadas (Lacorte y Esquivel, 2009).

El 10% de la superficie del NE argentino (70.000 ha) es administrado como sistema silvopastoril, este éxito es explicado por una confluencia de factores técnicos, de mercado, financiero-económicos, sociales y políticos que los hacen posibles (Colcombet et al., 2012).

Una forma de recuperar áreas degradadas o abandonadas por la agricultura es la instalación de sistemas artificiales que detengan los procesos erosivos y que tiendan a recuperar la capacidad productiva del sistema. En la región Chaqueña, esto puede lograrse a partir de la reforestación con especies heliófilas y, en la mayoría de los casos, siembra de pasturas (Carranza (2009). Las especies arbóreas más difundidas en la región pertenecen al género *Prosopis* destacándose el *Prosopis alba*. En cuanto al estrato herbáceo predominan las gramíneas megatérmicas, como las del género *Panicum*, *Cenchrus*, *Chloris*, *Brachiaria* y *Digitaria*.

Los beneficios ambientales y sociales que brindan los sistemas silvopastoriles dependen de la combinación de los sistemas y el grado de multiplicación de estos. Por ello, es necesario generar nuevos conocimientos para tener mayores precisiones sobre sus comportamientos productivo-ambiental y económico-financiero en los diferentes contextos regionales (Murgueta Restrepo, 2009), Otros autores, señalan que más allá de estas ventajas es necesario mejorar la relación trabajo invertido/resultados técnicos financieros (Colcombet, 2012). En especial en los primeros años del ciclo, para aumentar la adopción de estos sistemas.

Las diferentes variantes de sistemas silvopastoriles desarrollados son muy amplias. Por ello es necesario el estudio en profundidad de los casos particulares en cada sitio, así como también las combinaciones entre los distintos componentes a los efectos de evaluar su factibilidad productiva y económico-financiera.

## **1.1.4 Componentes de los Sistemas Silvopastoriles. Interacciones entre los componentes. Aspectos ambientales**

### **1.1.4.1 Interacciones entre componentes de los sistemas silvopastoriles**

Para alcanzar los beneficios que brindan los sistemas silvopastoriles es necesario tener en cuenta las interacciones que se dan entre las distintas componentes. Estas interacciones son dinámicas en el tiempo y pueden ser positivas o negativas (Sharrow, 1997; Mead, 2009). El manejo de un sistema silvopastoril (como cualquier sistema agroforestal) es más complejo que un sistema único, como el ganadero o el forestal (Mead, 2009). Es necesario tener en ello cuenta para alcanzar un sistema exitoso. Además, constituyen una de las cuestiones relacionadas a la adopción o no de los mismos por parte de los productores. A continuación, se caracterizan las interacciones que se producen entre las componentes:

### **1.1.4.2 Interacciones entre árboles y pasturas**

Los factores por los cuales compiten los árboles y las pasturas son: la luz, el agua, y los nutrientes. La luz es normalmente el más importante seguido por el agua, especialmente en climas secos. Estas interacciones afectan a los árboles y pasturas en productividad y calidad (Mead, 2009). La competencia por la luz puede afectar la supervivencia y el desarrollo de las dos componentes. Los árboles pueden ser “ahogados” por la pastura en los inicios de la plantación. Al crecer los árboles se constituyen el estrato dominante, sus copas se van cerrando y sombrean las pasturas (Sharrow, 1997; Mead, 2009). La rapidez en que ocurre este proceso depende de la especie, la densidad, arreglo, la edad y factores que influyen en el vigor de los árboles. De esta manera la competencia por la luz puede ser manejada a partir de ellos.

La selección de las especies tanto arbóreas como herbáceas juega un papel fundamental en los aspectos productivos del sistema. La especie arbórea implica distintos aspectos que son importantes a tener en cuenta, uno de ellos es la densidad de la copa (área en m<sup>2</sup>). Diferentes estudios señalan que el grado de sombra y la disponibilidad de forraje está relacionado a esta característica (Lemus de Jesús, 2008; Benavides et al., 2008 citado por Mead, 2009; Villanueva et al., 2010). En cuanto a producción de forraje, la mayor permeabilidad de luz hace que Híbridos de *Eucalyptus grandis* x *camaldulensis* y *tereticornis*, y pino híbrido *elliottii* x *caribaea* var. *hondurensis* tengan un mejor comportamiento que clones de *Eucalyptus grandis* y otras especies de *Pinus* (Colcombet et al., 2012).

Entre las especies forrajeras productivas es importante seleccionar las de alta calidad, tolerantes a situaciones de sombreado, (20% al 50% de la radiación incidente) sobre el sistema (Andrade et al., 2010). En Misiones, Argentina, se observó que la forrajera *Brachiaria brizantha* alcanza mayores productividades de materia seca que *Axonopus catarinensis* a densidades de pino híbrido inferiores o iguales a 116 árb/ha. Sin embargo, *Axonopus catarinensis* logra mantener productividades superiores a las 4 ton MS/ha hasta densidades del pino híbrido comprendidas entre 174 y 355 árb/ha. Esto indicaría que *Axonopus* es más tolerante a la sombra y más plástico para manejar bajo sistemas silvopastoriles (Colcombet et al., 2009).

Además de la especie, la competencia por la luz puede ser manejada a partir del diseño o arreglo forestal, el número de árboles y el manejo de los mismos (Jose et al., 2009). La modificación de la densidad de los árboles puede ser usada como una herramienta de manejo para mitigar la relación de competencia entre *Acacia Senegal* e intercultivos de *Sorghum bicolor* e *Hibiscus sabdariffa* (Gaafar et al., 2006). La oferta

forrajera compuesta por *Paspalum* y *Axonopus* fue significativamente mayor (1791 kg/MS/ha) en densidades menores (250 árboles/ha) de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* en la provincia de Corrientes, Argentina. Esta respuesta está influenciada por el estado del rodal y los tratamientos que se le apliquen (Allegranza, 1997).

El diseño en plantaciones comerciales (normalmente equidistante a fin de ocupar eficientemente el sitio), limita la producción de pastura si se pretende incorporarlos a un sistema silvopastoril (Sharrow, 1997). Una opción es distribuirlos en hileras o pequeños grupos de árboles donde se concentran los efectos de sus sombras y raíces. También se facilita el manejo, dejando grandes espacios donde se desarrollan las pasturas. Sin embargo, los árboles que crecen inicialmente en arreglos de cortinas o hileras presentan formas pobres.

Bajas densidades de árboles promueven un crecimiento diamétrico más rápido. Pero esto puede generar una mayor conicidad y mayor ramificación, lo que provoca una disminución de la calidad en forma. La práctica de podas oportunas a determinadas alturas puede solucionar estos problemas. Esto permiten mayor entrada de luz, lo que a su vez beneficia también a las pasturas (Sharrow, 1997).

Son importantes también los raleos: estos permiten incrementos diamétricos y saltos de categoría de rollizos, a la vez que favorece el volumen y la calidad del forraje (Colcombet, 2011). Para la componente forestal la aplicación de estos tratamientos silviculturales implica la obtención de piezas de carpintería con altos grados de apariencia y valor. Según Sutton (1972), citado por Colcombet (2011), reemplazará a la madera que históricamente era provista por los bosques nativos del mundo, los cuales son cada vez más escasos.

En cuanto al forraje cuando crece bajo la sombra, con más protección del viento, tiende a madurar más lentamente, tienen menor cantidad de fibras y son más palatables que aquellas que crecen a cielo abierto (Silva, 2008; Soares, 2009). La producción de materia seca es variable, algunas experiencias muestran que aumenta bajo sombra y otras que disminuye, aunque en general mejorando la calidad, (por ejemplo, aumento de la concentración de proteína) (De Andrade et al., 2002; Nogueira, 2014). Estas respuestas diferentes parecen estar relacionado a las distintas especies que compone el sistema silvopastoril y a las condiciones edafoclimáticas del lugar (Ibrahim y Peso, 2012).

*Agua:*

El agua es normalmente el segundo factor de competencia y está relacionada al clima, capacidad de almacenaje de suelo y a las necesidades de los árboles y pasturas. Algunas pasturas perennes compiten fuertemente por el agua y los nutrientes con las plantaciones forestales recién establecidas. Esta competencia, especialmente en condiciones de estrés por sequía, puede causar la muerte de los árboles, aunque es más común la reducción del crecimiento. Esto es así, especialmente cuando se los plantan en pasturas ya establecidas. La situación de estrato dominado de los árboles por el componente pastura se invierte luego de los primeros años con el crecimiento de los árboles.

En un estudio donde se evaluó el crecimiento de la pastura *Axonopus catarinensis* bajo cuatro grados de sombreado y diversos niveles de estrés hídrico, se observó que a capacidad de campo es mayor la producción de pastura bajo sombra (Pachas et al., 2009). Cuando la disponibilidad de agua va disminuyendo, más lineal y negativa es la curva de producción. Endicho estudio se manifiesta también la necesidad de tener en

cuenta la interacción que se dan entre los factores, ya que se obtuvieron a niveles de sombra incrementos en la fracción hoja en todos los tratamientos evaluados, mientras que los componentes tallo y raíz disminuyeron. Sin embargo, la magnitud de dicha respuesta estuvo relacionada con la disponibilidad de humedad en suelo. Estos aspectos son importantes a tener en cuenta para definir la intensidad de pastoreo del sistema a los fines de asegurar la continuidad de los mismos.

#### *Nutrientes:*

La competencia por los nutrientes es menos importante que por la humedad, aunque ambos están relacionados, porque los nutrientes son tomados en solución. El estrés por falta de agua es más importante para la absorción de N, P y K que para Mg and Ca (Dunham and Nye 1976, citado por Mead, 2009).

La presencia de los árboles brinda beneficios al suelo que permiten crear un microambiente que favorece a las pasturas. En general se habla de un efecto positivo de la presencia de árboles en la fertilidad del suelo. Son señaladas las siguientes causas principales para ello:

- Depósito de nutrientes absorbidos del subsuelo en áreas bajo la copa o adyacente a la misma (Carvalho y Xavier, 2005; Días y Suoto, 2006).
- Fijación de N atmosférico por árboles leguminosos y no leguminosos.
- Aumento de la materia orgánica y nutrientes gracias a la descomposición de la hojarasca y raíces (Casalps Pere et al., 2010).
- Reducción de pérdida de nutrientes por erosión y lixiviación.
- Depósito de nutrientes contenidos en el agua de lluvia y en la capa atmosférica que son interceptados por las hojas de los árboles.

- Depósito de nutrientes por la fauna que utiliza los árboles de abrigo (Young, 1997, citado por De Andrade, 2002).

El efecto de los arboles sobre la fertilidad es mayor en suelos pobres que en suelo de fertilidad media a altas (Carvalho y Xavier, 2005).

#### **1.1.4.3 Interacciones entre árboles y el ganado**

Los árboles proveen de abrigo al ganado de las inclemencias del clima. Bajo ellos la temperatura, sus fluctuaciones y el viento son menores que a cielo abierto. También mitiga los fríos intensos al disminuir la velocidad del mismo. El ganado bovino se adapta a las condiciones de su medio, a través de respuestas fisiológicas que tienen efectos sobre su productividad y salud. De esta forma, abrigo y sombra puede aumentar significativamente el rendimiento de ganado particularmente en estaciones muy frías o muy calurosas (Sharrow, 1997; Fisher, 2007, citado por Mead, 2009).

La presencia del árbol en el sistema ganadero influyó en el comportamiento del ganado. Disminución aparente en el tiempo de descanso, un aumento en la alimentación (mayor ingesta) y rumia, en los potreros con árboles son los efectos más destacables. Esto puede relacionarse con la reducción del estrés calórico (Zuluaga et al., 2010; Córdoba Escobar et al., 2012). Por otra parte, la introducción de animales en plantaciones y bosques a menudo causa daños en árboles jóvenes. También algunas especies arbóreas pueden causar efectos negativos sobre el ganado, por ejemplo, el consumo algunas especies de cipreses y pinos aumentan la tasa de abortos en el ganado (Mead, 2009).

El follaje de algunos árboles puede ser utilizado como forraje. Morera (*Moras alba*) y sauco (*Sambucus peruviana*) presentan potencial para ser utilizados como suplementos, tanto en harinas como en material fresco. En Colombia, en vacas lecheras,

el uso de estos materiales no afectó la calidad de la leche mientras que mejoró altamente la producción, especialmente una mezcla de morera y avena (Rodríguez Molano et al.,2010). Las hojas y frutos de *Prosopis alba* tienen buenos valores de proteína (Galera, 2000).

En la práctica, especialmente con árboles de maderas duras, el ganado consume pequeñas cantidades de hojas de árboles cada día. Pero este ramoneo puede causar niveles inaceptables de daño en las especies arbóreas, cuando los animales están en el sistema silvopastoril por periodos prolongados. Es poco probable que el ramoneo cause la muerte de ejemplares arbóreos, salvo que los daños sean severos y continuos. No obstante, el ramoneo produce disminución del crecimiento de los árboles en los primeros años.

El pisoteo y los daños por roces en árboles jóvenes puede ser un problema, especialmente con el ganado vacuno. Esto puede reducirse cosechando la pastura en los primeros años o bien protegiendo a los árboles, ya sea química o mecánicamente. Una vez que las ramas sobrepasan la altura del ganado y la corteza provee de cierta protección, puede manejarse como en una pastura a cielo abierto.

#### **1.1.4.4 Interacciones ganado-pastura-arboles**

La interacción entre el ganado, pastura y árboles está dominada por el comportamiento (diminución o aumento) de la cantidad de pastura bajo la copa de los árboles (Sharrow, 1997; Serrano et al., 2010). La revisión de diferentes estudios sobre interacciones agroforestales de zonas templadas realizada por José, 2004; señala que la sombra de los árboles favorece en general una mayor calidad del forraje y un mejor rendimiento y producción del ganado.

En Brasil, no se encontraron diferencias significativas en la masa forrajera de la pastura *Brachiaria decumbens* en sistemas silvopastoriles con sombra moderada (29%), comparándolas con pastura a cielo abierto (1.823 Kg/ha SSP y 2.283 Kg/ha CA en estación lluviosa y 942 y 12.012 kg/ha en estación seca.) (Paciullo Campos et al., 2011). Los valores de proteína bruta fueron mayores en el sistema con sombra (8,8% proteína cruda versus 7, 8%). Esto se tradujo en el rendimiento de vaquillas lecheras que presentaron una mayor ganancia de peso anual y por superficie en el sistema silvopastoril evaluado, (512gr por día y 355kg/ha en SSP y 452 gr/día y 317 kg/ha CA).

En Misiones, Argentina, la incorporación de sistemas silvopastoriles en un predio de L. N. Alem posibilitó un aumento de la producción de carne asociado, no solo a la mayor capacidad de carga, sino también a una mayor ganancia individual de los animales. Esto se debió al aumento de la producción y calidad de las forrajeras implantadas en el sistema silvopastoril, y también a mejoras en el confort animal y los índices productivos del rodeo (Houriet et al., 2009).

### **1.1.5 Aspectos Ambientales de los sistemas silvopastoriles**

A la producción ganadera Latinoamérica se le atribuye entre el 58% y el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura (Ibrahim y Guerra, 2010). en Costa Rica para producir un 1 litro de leche se emiten 1,28 Kg de CO<sub>2</sub>e y para 1 Kg de carne 13 Kg CO<sub>2</sub>e (Guerra et al., 2010). Esto muestra la necesidad de contar con mecanismos que absorban o compensen esas emisiones.

La ganadería puede afectar también los recursos hídricos debido a:

- Reemplaza los bosques por pasturas que generan consecuencias en la regulación hídrica y las propiedades del suelo.
- Incremento de la erosión.

- Genera contaminación por estiércol y agroquímicos.
- El ingreso directo del ganado en el agua.

Entre las principales ventajas que se señalan de la implementación de sistemas agroforestales como los silvopastoriles se cuenta los bienes y servicios ecológicos que proporcionan. También pueden incluirse otros aspectos como valores estéticos, amortiguadores de las áreas protegidas y el agroecoturismo. En la tabla N° 1 se señalan algunos aspectos relacionados a las principales cuestiones ambientales.

**Tabla 1: Aspectos ambientales en sistemas silvopastoriles**

Suelos	Biodiversidad	Gases de efecto invernadero	Agua
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora el ciclaje de nutrientes</li> <li>- Raíces ponen a disposición nutrientes que se encuentran en profundidad.</li> <li>- Fijación de nitrógeno (Unrani y Jain, 2010)</li> <li>- Aumenta la comunidad microbiana edáfica, particularmente hongos totales y arbusculares micorrizas (Vallejo et al., 2010)</li> <li>- Aumento de macrofauna: lombrices endógena y epigeas y endoanecicas indicadoras de recuperación de procesos de descomposición, aireación y descomposición de suelos (Echeverri et al., 2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiene biodiversidad (Echeverri et al., 2010)</li> <li>- Actúan como corredores interconectando o los remantes de bosques (De Cleark, 2010; Villanueva et al., 2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poseen potencialidad para fijar el C en la biomasa vegetal y el suelo (Montagnini, 2010)</li> <li>- Sistemas silvopastoriles con árboles dispersos tienen un balance positivo en el balance de carbono (Mesa Arboleda et al., 2010; Calvo Mora, 2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumenta la humedad del mismo, la infiltración, la retención de agua y disminuye la escorrentía (Chará, 2010)</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## **1.1.6 Aspectos financieros de los Sistemas Silvopastoriles**

### **1.1.6.1 Aspectos socio-económicos de los silvopastoriles**

Desde el punto de vista socio-económico, la combinación de árboles, pasturas y ganado pueden proveer beneficios tales como disminuir los riesgos económicos para el agricultor al lograr diversificar la producción. Otra ventaja, señalada como una de las más importantes, es la de brindar un flujo de caja continuo mientras también se mantiene la productividad (Sharro, 1997). La venta de ganado y los raleos proporcionan ingresos a corto y mediano plazo, mientras que la producción de madera para aserrado actúa como una inversión a largo plazo. Esto es muy importante especialmente para pequeños productores que lo señalan como una de las principales razones para incorporar estos sistemas. La percepción positiva se mantiene después de varios años de instalado el mismo (Frey et al. a, 2012; Frey et al. b, 2012).

Del conjunto de servicios que proveen los sistemas silvopastoriles, muchos no pueden ser medibles en términos financieros y otros son “externalidades” porque sus efectos se manifiestan fuera de los predios (Montagnini, 1992). La internalización de estos últimos aumentaría la adopción de los sistemas agroforestales (Avalapati et al., 2004), se incrementarían los indicadores financieros de la inversión, y se mejoraría aún más la opción de invertir en estas tecnologías (Gobbi y Casasola, 2003). En algunos países, como Costa Rica, se han desarrollado sistemas de Pago por los servicios ambientales provistos por los sistemas silvopastoriles. Ello como una forma de internalizar las externalidades positivas de los sistemas silvopastoriles, lo cual ha tenido un efecto positivo como medio para promover la adopción de los mismos (Cerrud Santos, 2004).

### 1.1.6.2 Mano de Obra

Otra ventaja que se señala en la incorporación de sistemas silvopastoriles está relacionada con la mano de obra que demandan (cantidad y calidad). Algunos estudios indican que estos sistemas tienden a utilizar más mano de obra que la ganadería convencional (Frey et al. a, 2012; Esquivel y Lacorte, 2010). En Muy Muy, Nicaragua, se muestra que la incorporación de estos sistemas garantiza la contratación de más cantidad de trabajadores, manteniendo al mismo tiempo la rentabilidad de la inversión (Tito Ruginz, 2004). Esto favorece la permanencia en los lugares de trabajo, lo que genera un sentido de pertenencia (Esquivel y Lacorte, 2010).

Colcombet (2011), señala, en base a los datos productivos de la Mesopotamia argentina, que los sistemas silvopastoriles generan un salario mínimo en una superficie menor que el de la ganadería o la forestación. Es necesario tener en cuenta también el tipo de mano de obra requerida. Existe una relación entre el manejo de sistemas más complejos y los estándares de educación y las necesidades de conocimientos y criterios (Colcombet, 2011), Ejecutores de proyectos silvopastoriles en Perú señalaron como una de las limitantes del desarrollo de los mismos la falta de formación de los productores (Vela et al., 2010).

Los sistemas silvopastoriles están asociados a una utilización más eficiente de la mano de obra familiar, y a una mejor integración de la misma al proceso productivo (Houriet et al., 2009; Montagnini, 1992). En el contexto Regional/Nacional proyectos como los sistemas silvopastoriles que tienen una mayor demanda de mano de obra son valorados por su contribución a evitar el éxodo rural por la generación de puestos de trabajo locales. Sin embargo, esto puede ser considerado como una barrera para la

adopción de estos sistemas en aquellos lugares donde la mano de obra es escasa o existen algún tipo de dificultades para su integración

### **1.1.6.3 Análisis Financiero**

Como todo proyecto, un proyecto agroforestal debe ser analizado cuidadosamente para determinar su conveniencia. Distintos aspectos pueden ser evaluados, uno de ellos es el financiero. En este análisis se busca estimar la viabilidad del mismo.

El objetivo más importante de un análisis financiero es valorar los efectos financieros que tendría el proyecto para sus usuarios. En el caso de los productores es importante valorar el incentivo para participar del proyecto, lo que le permitiría tomar la decisión de aceptarlo o rechazarlo. Conocer aspectos como gastos e ingresos, el momento en que ocurren, los requerimientos de inversiones de capital son todos aspectos importantes en la difusión y posterior adopción de los sistemas. Este análisis permite también determinar el tamaño y en qué momento se realizarán las inversiones, si se necesitará financiamiento externo. También permite ver si los recursos son utilizados eficientemente (Gittinger, 1982).

Las evaluaciones financieras ex-ante de diferentes alternativas productivas constituyen una forma práctica de estimar la rentabilidad de una determinada inversión. Una forma de evaluación consiste en identificar y valorar los costos y beneficios que surgirían “con” el proyecto propuesto y compararlos con una situación “sin” el mismo. Esta manera permite identificar claramente el beneficio neto incremental que surge del proyecto de inversión, determinado como la diferencia de las dos situaciones mencionadas. Mientras que una evaluación antes y después del proyecto puede llevar a cometer errores (Gittinger, 1982).

Para el análisis financiero de SSP es necesario recurrir a los indicadores basados en relaciones de los costos y beneficios actualizados. Esto se debe a los plazos largos del desarrollo de la inversión, los análisis en los cuales se experimentan cambios importantes en el valor del dinero a través del tiempo. Estos cambios implican necesariamente la actualización del flujo de gastos e ingresos, para calcular los indicadores financieros, como el Valor Actual Neto (VAN) y el Valor Esperado de la Tierra (VET), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y la Relación Beneficio/Costo (B/C), entre los más utilizados.

### **1.1.7 Sistemas ganaderos y forestales de la Provincia del Chaco**

#### **1.1.7.1 La ganadería en la provincia del Chaco**

La superficie destinada a la producción ganadera en la Argentina ha sufrido cambios en los últimos años, debido a la expansión de la agricultura. Se estima que la ganadería resignó más de 14 millones de hectáreas a favor de la agricultura, siendo la soja el cultivo que más se incrementó (MinAgri, 2015; de Batista, 2016). En la Pampa húmeda es donde principalmente se dio esta reducción e implicó procesos de reubicación de la ganadería, aumentando la participación relativa de los territorios extra pampeanos. En los establecimientos con actividades mixtas (agricultura y ganadería), también se dio la reubicación de las actividades ganaderas hacia los potreros con mayores limitantes (Lasta et al., 2013; Observatorio Ganadero, 2012, citados por Jaurena, et al., 2015).

Se han generado entonces una alta diversidad de sistemas de producción como sistemas pastoriles en regiones marginales, sistemas intensivos en regiones de mayor costo de oportunidad de la tierra, combinaciones de esquemas pastoriles y de

confinamiento, engorde a corral (*feedlot*) (Jaurena et al, 2015; De batista,2016; Paolilli et al., 2019,).

En esta reorganización adquirieron una participación importante las provincias del norte, con mayor preponderancia en el NEA. Otras provincias como las patagónicas, La Pampa y San Luis, también aumentaron su stock ganadero (Secretaría de política económica, 2018). “Estos cambios territoriales dejan de ser coyunturales, transformándose en definitivos” (Chidiak y Murmis, 2003; de las Carrera, 2010; Gallacher,2010; Rearte, 2011) citados por Batista, 2016.

Debido a los cambios territoriales y a otros factores, el stock ganadero y la producción de carne fue variable en la Argentina en los últimos años. Un máximo de stock nacional se observó en el año 2007 con casi 59 millones de cabezas y 3,2 millones de toneladas de carne. Entre 2007 y 2011 el stock disminuyó un 22%, provocado principalmente por la sequía de 2008/2009, que impulsó una fase de liquidación, superando con un 43% el límite técnico de la faena de vientres. En 2010, la producción de carne alcanzó apenas los 2,5 millones de toneladas. En los años subsiguientes, el stock se mantuvo en torno a los 52 millones de cabezas con un crecimiento promedio anual del 2%, A fines de 2018, el stock de ganado bovino argentino alcanzó los 54,8 millones de cabezas, mostrando una recomposición del 2,7% respecto del año anterior y la producción ascendió a 3,06 millones de toneladas, con un incremento anual del 7,15%, (Secretaria de política económica, 2018).

El NOA es la región donde actualmente la ganadería está mostrando un mayor crecimiento y tiene aún un importante potencial del mismo con respecto a las otras regiones extra pampeanas(Pordomingo,2017). El riesgo que presenta la Región es que el crecimiento agropecuario no se esté realizando a través de sistemas sustentables

ambientalmente, consideración que sin duda deberá ser continuamente evaluados y monitoreados.

Los cambios producidos a nivel país benefician a la provincia del Chaco, la cual presenta ventajas comparativas para el desarrollo de la ganadería (CONES, 2017). No es solo el aumento de stock, sino más importante aún, es el avance hacia la actividad de ciclo completo con tendencia a la invernada. Ya que históricamente la provincia se caracterizó por realizar una actividad de cría, especialmente en el Este provincial.

El stock ganadero de la provincia para el año 2017 fue de 2.670.780 cabezas bovinas, constituyendo el 5,2% del stock bovino nacional (Pamies et al., 2017). Con respecto al NEA ocupa el segundo lugar dentro del rodeo de la región, (28% de esta región). La actividad predominante es de ciclo completo con tendencia a la invernada. Ésta tendencia se puede verificar principalmente en el Oeste provincial, donde la incorporación de pasturas megatérmicas ha permitido la terminación en forma eficiente y competitiva del animal. Mientras que el rodeo predominante es de Cría – recria (Delgado, 2011).

Las unidades productivas que realizan actividades ganaderas en la provincia del Chaco son 29.470. De ellas, el 70% corresponde al estrato que posee la menor cantidad de cabezas. En la categoría de hasta 250 cabezas poseen un 33% de la existencia bovina que corresponde a 765.795 cabezas. Finalmente, los mayores estratos, aquellos con más de 500 cabezas, representan el 13% de las unidades productivas y concentran el 50% de las existencias bovinas del Chaco con 1.185.741 cabezas.

Según el Proyecto Ganado y Carnes 2009-2012 “la producción promedio es de 20 a 30 kg/ha/año y los porcentajes de destetes varían entre 45 y 55%, pero hay establecimientos de cría, ciclo completo e invernada con producciones de 60-80, 100-

150 y 300-400 kg/ha, respectivamente”. Esto implica una brecha tecnológica que será necesario mejorar no solo en stock sino también en productividad.

Rearte (2010); señala que la creciente demanda mundial de carnes será exigente en aspectos como sanidad, calidad, etc. Pero también en las formas y sistemas en la cual es producida, buscando la sustentabilidad y la conservación del medio ambiente. En este contexto el desarrollo de sistemas silvopastoriles contribuiría a cumplir con estas demandas.

### **1.1.7.2 Pasturas utilizadas en la región**

La utilización de pasturas implantadas en alimentación ganadera, permite una mayor productividad, un mejor manejo del recurso y mayor eficiencia de producción. Las pasturas megatérmicas son especies muy productivas y poseen alta calidad nutricional. Bajo las condiciones climáticas del centro oeste de la provincia del Chaco las gramíneas megatérmicas pueden producir entre 5,4 a 13,3 ton de materia seca (MS)/ha/año según la especie de que se trate.

Estas pasturas muestran una marcada estacionalidad, ya que entre el 85 y el 92% de la oferta se produce en el periodo primavera estivo otoñal. En invierno el crecimiento es muy poco, lo que determina una elevada variación de la receptividad a lo largo del año. Con las consecuentes dificultades para hacer una utilización adecuada del recurso (Pueyo y Chaparro, 2003, Chaparro, 2005, citados por Chiossone et al., 2014).

La principal especie cultivada en la provincia del Chaco es la pastura Gatton panic (*Panicum maximum*). Este cultivar es originario de Zimbabue (África), seleccionado en la región de Queensland, Australia. Constituye el 71% del total de pasturas de la provincia, que alcanzan en su total el 9,7 % de superficie ganadera (Chiossone et al., 2014).

*Panicum maximum* (Gaton panic)

Esta pastura, crece como matas densas, altas (entre 1,5 y 2,5 m), con hojas de 15 a 50 cm. de longitud y de 1,5 a 2,0 cm. de ancho. Tiene una gran capacidad de dispersión de semillas por resiembra natural. El sistema radicular es fibroso, denso y fuerte, lo que permite comportarse muy bien en períodos secos. Tiene muy buena palatabilidad. Puede ser utilizada para pastoreo directo, henificación, diferido, etc.

Esta especie se adapta a distintos tipos de suelos siempre que tengan buen drenaje. Muestran todo su potencial como productoras de forraje en suelos que, además, tengan fertilidad de media a alta. No tolera las condiciones de encharcamiento. No tiene buena persistencia en suelos arenosos de baja fertilidad por sus altos requerimientos de nitrógeno.

Se desarrolla por encima de los 600 mm. anuales. Es sensible al frío y las heladas. Las cuales queman la parte aérea sin matar las plantas. El rebrote es rápido en la primavera. Una característica destacable de esta especie es su notable tolerancia a la sombra. Ella se desarrolla muy bien bajo árboles y arbustos, por lo que puede ser utilizada en planteos silvopastoriles. Es resistente a la quema y rebrota con las lluvias.

Valor nutricional: Presenta variaciones según el estado fenológico y el momento del año, alcanzando el rebrote primaveral hasta un 14 % de Proteína Bruta y una digestibilidad de 64 %; durante el verano. Con cortes cada 30 días, los valores de Proteína oscilan entre 10 y 11 % con digestibilidades de entre 56 y 60 %. El pastoreo diferido otoñal tiene niveles proteicos de 4 a 5 % y Digestibilidad de 40 %.

El 65 % de la producción de Materia Seca (MS) de esta especie, con más de un año de implantada, ocurre entre diciembre y marzo por ello es imprescindible ganarle al crecimiento explosivo con un consumo adecuado. Es necesario entonces trabajar con

superficies bien ajustadas a la carga. Si se va a utilizar como diferido en invierno se debe dejar descansar la pastura a partir de marzo. De esta manera se acumula la producción otoñal de forraje para ser utilizada como heno en pie.

### **1.1.7.3 El algarrobo *Prosopis alba***

El género *Prosopis* descrito originalmente en la familia *Fabaceae*, subfamilia *Mimosoidea*, está integrado por 44 especies. Estas se distribuyen en zonas áridas y semiáridas en el centro, norte y Sur de América, Asia y África (CIAT, 2008,). Sudamérica sería el principal centro diversificador del género dado la gran diversidad morfológica de especies en este continente (Galera, 2000). Con veintisiete especies Argentina presenta la mayor variedad. Una hipótesis señala que el centro de radiación sería la Región Chaqueña hacia el sur y hacia el oeste extendiéndose a territorios más secos (Roig, 1993; citado por Galera, 2000 y Lima Fernández, 2005). Este género presenta una gran variabilidad genética y también posee la capacidad de producir híbridos interespecíficos, esto es muy importante desde el punto de vista de la biodiversidad y como reserva genética (Galera, 2000; Felker, 2009).

Las especies de *Prosopis* son apreciadas por brindar una serie de beneficios:

- Control de dunas y desertificación.
- Resistencia a la sequía,
- Recuperación de la fertilidad de los suelos dado su capacidad de fijar nitrógeno y el aporte de materia orgánica.
- Mejoramiento de la capacidad de almacenamiento del agua y la tasa de infiltración (Osuna Leal y Mesa Sanchez, 2003).
- Madera para diversos usos, abertura, muebles, pisos, artesanías, combustible: leña y carbón.

- Flores muy apreciadas para la producción de miel de alta calidad.
- Goma que exuda el tronco, que es similar a la goma arábiga y tiene usos industriales en alimentos bebidas, farmacia, como pegamento y como adulterante en dulces, pastas alimenticias mucílagos y betunes (López- Franco et al., 2006).
- Su corteza contiene un 6 a 7% de taninos (CIAT, 2008).
- Sus frutos pueden ser utilizados para alimentación del ganado y la alimentación humana, con ellos se fabrica una harina que tiene una importante cantidad de nutrientes. Es alta en proteínas, carbohidratos, fibra dietaria y azúcar. Baja en grasa y colesterol, libre de gluten, también posee calcio, magnesio, potasio, hierro y zinc y aminoácidos tales como lisina que son bajo en los cereales (Pasiiecznik et al., 2007).

La utilización de la madera para muebles y pisos es la que tiene el mayor potencial de uso económico, pero son pocas las especies que se aprovechan para este uso. En cuanto al aprovechamiento de los frutos, así como la leña y el carbón, el valor comercial de las vainas es bajo y en general su utilización se realiza de manera tradicional en los predios sin un enfoque comercial (CIAT, 2008).

Los beneficios que brindan, así como los múltiples usos a los que pueden destinarse hacen de *Prosopis* un recurso natural importante y económicamente valioso particularmente en regiones áridas y semiáridas. Estas plantas se adaptan bien a estas regiones por su resistencia al calor y sus raíces que pueden alcanzar una longitud de hasta 53 metros para alcanzar las napas freáticas (Philips, 1963 citado por Felker, 2009). Por ello han sido introducidas desde hace dos siglos en países como Brasil, Haití, Paquistán, la región del Sahel del Sahara en África, Australia y en las partes áridas en la

India (CIAT, 2008; Pasiecznik, et al., 2008; Galera, 2000). En algunos lugares como Etiopía, Pernambuco (Brasil) o en zonas semiáridas de la India, una introducción sin control y la falta de manejo de las especies hizo que esta se vuelva invasora, (HDRA, 2005; Cony, 1995; Lima Fernandez, et al 2004). Dentro del género se destacan como árboles multipropósito: *Prosopis juliflora*, *P. grandulosa*, *P. pallida*, *P. tamarugo*, *P. vetulina*, *P chilensis* y *P. alba*.

La Argentina es uno de los países americanos donde el género *Prosopis* ha tenido y tiene un papel económico relevante, especialmente en la industria de muebles y el aprovechamiento de las chauchas para el ganado (CIAT, 2008). Una de las especies más utilizadas en la Argentina es *Prosopis alba* Grisebach, conocida como algarrobo blanco. Esta especie, que también es nativa de Uruguay, Paraguay, Bolivia y Perú, se distribuye en el país en la zona centro y norte que corresponde a las provincias fitogeográficas del Chaco y el Espinal (Verzino y Joseau, 2005).

En el Chaco constituye una especie arbórea de segundo estrato. Se la puede encontrar en comunidades puras o mixtas con otros *Prosopis*. El área de dispersión natural se caracteriza por presentar precipitaciones que oscilan entre los 500 – 1200mm concentradas en el periodo estival. Las temperaturas extremas van de 48 °C de máxima a -10°C de mínima. En cuanto al suelo se desarrolla en distintos tipos, especialmente franco arenosos prefiriendo los suelos sueltos, bien drenados y profundos(Verzino y Joseau, 2005; Demaio et al., 2002; Galera, 2000). Tolerancia cierta salinidad, PH de 6 a 8,5 y anegamientos temporales de 1 a 2 meses. También se desarrollan en áreas serranas hasta los 1.000msnm de altitud. Son muy resistentes a la sequía y no resisten heladas muy fuertes (Galera, 2000).

*Prosopis alba* se comporta como freatófita en zonas de menores precipitaciones (500-600 mm) encontrándose preferentemente a orillas de cañadas, ríos y arroyos. Los mejores desarrollos se dan en aquellos lugares donde las napas freáticas alcanzan hasta 15 m de profundidad. Heliófila, necesita mucho sol para prosperar, puede ser potencialmente invasora, (Verzino y Joseau, 2005; Demaio, et al., 2002; Galera, 2000).

#### *Descripción botánica de la especie Prosopis alba*

*Prosopis alba*, puede alcanzar una altura entre los 15 a 18 metros. Su copa de forma globosa puede tener de 10 a 15 metros de diámetro. Las hojas son caducas compuestas y las ramas oscuras y tortuosas y con espinas pares en las axilas, no muy abundantes. Las flores son pequeñas y perfumadas reunidas en racimos. La polinización es mediante el viento o por insectos, principalmente himenópteros, generalmente es cruzada y esto favorece la hibridación (Galera, 2000). Los frutos son una vaina o chaucha chata, amarillenta, carnosa, dulce, recta o curvada. Los frutos maduran de noviembre a febrero según la altitud y latitud. La dispersión de los mismos es zoócora y enozoica, el ganado y especies de la fauna silvestre son importantes diseminadores. Siendo común encontrar deposiciones de ganado con gran cantidad de plántulas que en general no prosperan por la falta de condiciones propicias o el ramoneo (Galera, 2000).

Como otras especies de este género *Prosopis alba* puede fijar Nitrógeno (N<sub>2</sub>) atmosférico debido a la relación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*. La madera de *Prosopis* puede ser considerada como una de las mejores maderas del mundo para ser utilizada en la fabricación de muebles de interior. Esto se debe a la estabilidad que posee y a su coloración marrón rojiza (Felker,2009).

¿Qué la hace destacarse como especie útil en sistema silvopastoriles en la provincia del Chaco?

- Su característica de árbol multipropósito.
- Su importancia actual como proveedora de madera de calidad en la provincia del Chaco.
- Sus frutos de alto valor proteico pueden ser un complemento para el ganado.
- Sus características de pionera adaptadas al clima de la zona y su aptitud para crecer en suelos salinos y degradados.
- Su capacidad para fijar nitrógeno que permitiría ser aprovechado por otras plantas como las pasturas.
- El desarrollo de raíces profundas que disminuyen la competencia por el agua con las especies herbáceas y arbustivas.
- Su copa beneficiaria con su sombra tanto al ganado en los calores estivales como a las pasturas que sufrirían menos los rigores climáticos. Además, aportaría materia orgánica y nutriente.

## **1.2 Objetivos e hipótesis de trabajo**

### **1.2.1 Objetivo general**

Explorar la viabilidad financiera asociada a desarrollar arreglos de sistemas foresto-ganadero con algarrobo blanco (*Prosopis alba*) a partir de sistemas forestales y ganaderos puros, en el Centro-Oeste de la provincia del Chaco.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a.** Analizar la estructura de costos e ingresos asociados con los distintos arreglos foresto ganaderos con algarrobo blanco.
- b.** Estimar el tiempo de recupero de los ingresos en los diferentes arreglos foresto-ganaderos propuestos.
- c.** Estimar y comparar la demanda de mano de obra por hectárea
- d.** Explorar el nivel de riesgos relacionado a la inversión de instalar sistemas foresto ganaderos con algarrobo blanco e identificar las limitantes asociados al establecimiento y manejo de los mismos.

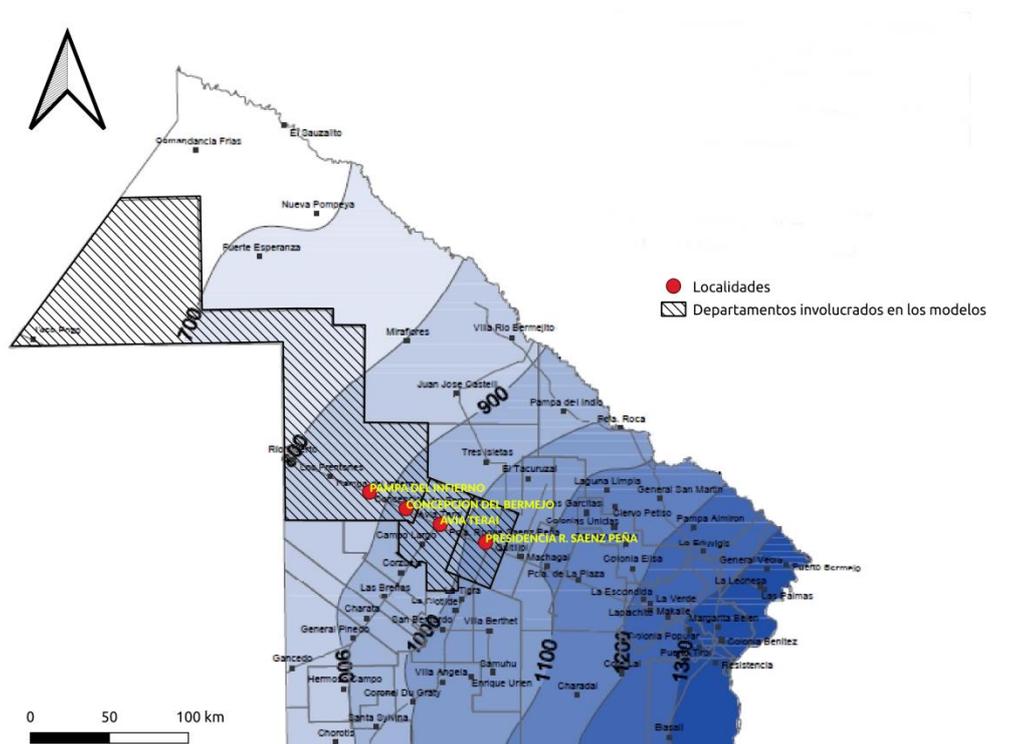
**1.2.3 Hipótesis:** La inversión en sistemas foresto-ganaderos con la especie forestal *Prosopis alba* es financieramente viable en el centro oeste de la provincia del Chaco.

**Capítulo II**  
**Materiales y Métodos.**

## 2. Metodología

### 2.1 Caracterización del área de estudio

Los modelos propuestos se desarrollaron para la provincia del Chaco, Argentina. Específicamente, el área de estudio abarca el centro oeste de la provincia, integrada por las localidades de Presidencia Roque Sáenz Peña, Avia Terai, Concepción del Bermejo, y Pampa del Infierno. Con una extensión de 99.663 km, el Chaco se localiza en la región Nordeste del país (NEA), entre los paralelos de 24° y 28° de latitud Sur y los meridianos de 58° y 63° de longitud Oeste (Figura N°: 1). Su organización político-administrativa consiste en 25 Departamentos y 68 municipios (Codutti, 2003).

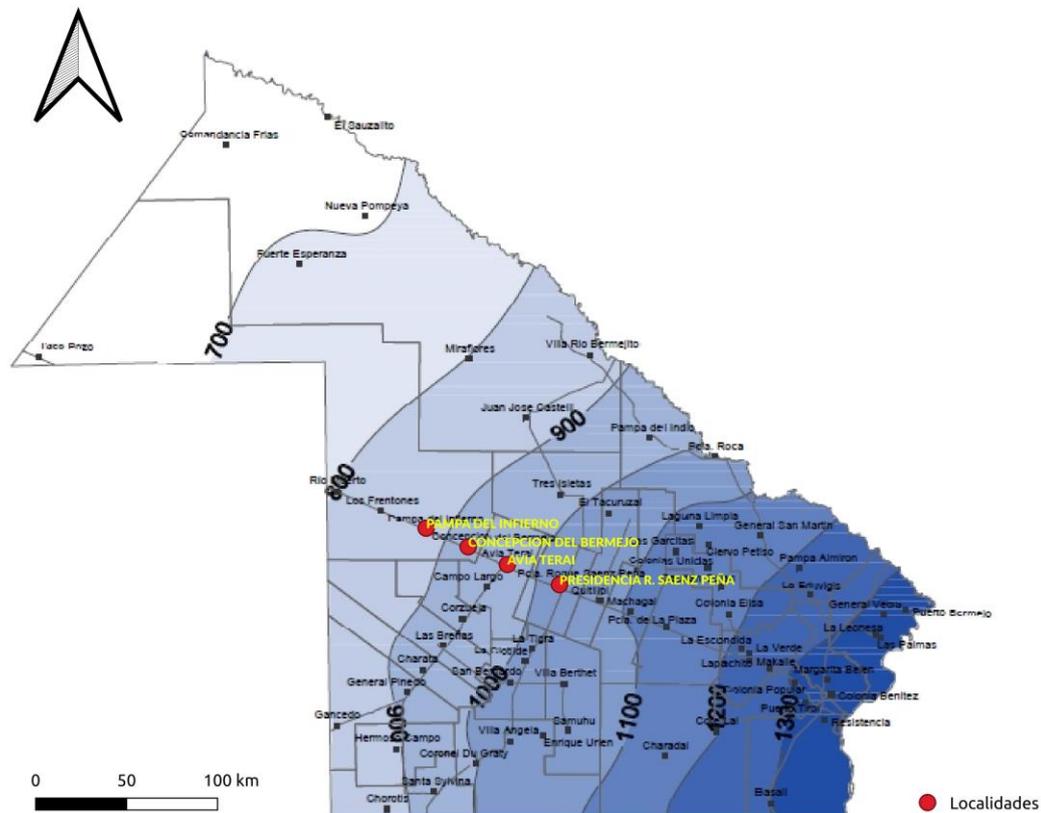


**Figura 1: Ubicación geográfica, división política de la Provincia del Chaco y área donde se desarrollan los modelos. Fuente: Instituto Geográfico Nacional República Argentina.**

La provincia del Chaco forma parte de la región del Gran Chaco Americano. Esta región sudamericana es una extensa llanura caracterizada por su uniformidad

topográfica, la reducida energía del relieve y por una leve pendiente en dirección Noroeste-Sudeste. El Gran Chaco es una de las pocas regiones del mundo donde no hay un desierto entre la zona tropical y la templada. Las variaciones de las precipitaciones que disminuyen de Este a Oeste definen las subregiones que la conforman.

En función del régimen pluviométrico se puede dividir a la provincia del Chaco en dos grandes subregiones: el Chaco semiárido comprende la mitad occidental de la provincia con precipitaciones que oscilan entre 600 a 900 mm. El Chaco subhúmedo comprende la mitad oriental de la provincia con precipitaciones que van de 750 a 1.200 mm. En la Figura N° 2, puede verse la distribución de las isohietas en la provincia del Chaco lo que permite tener una idea de ubicación de las subregiones en función de las mismas.



**Figura 2: Isohietas Medias Anuales para el periodo de 1956 a 2010 de la Provincia del Chaco. Fuente: Administración Provincial del Agua.**

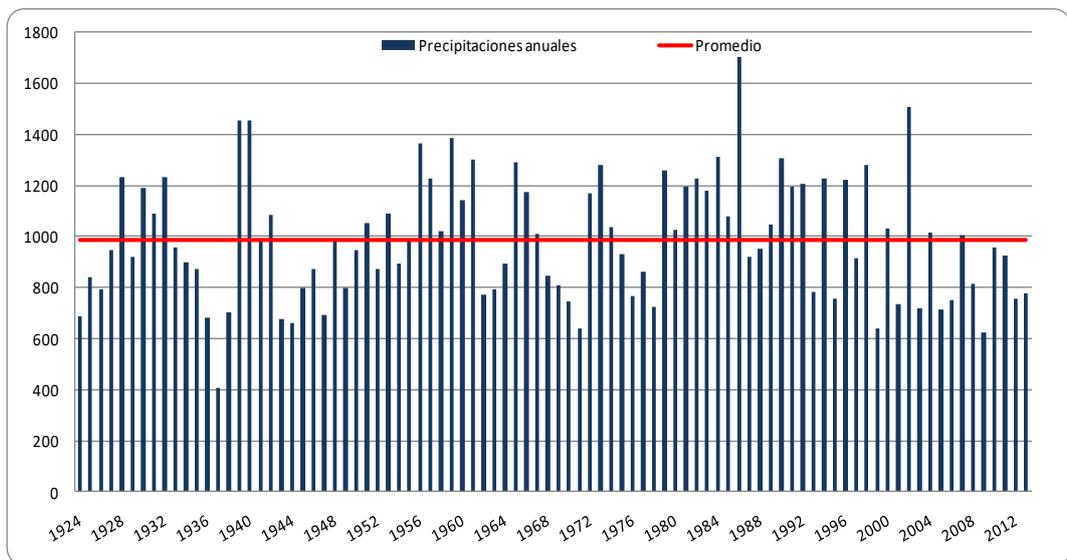
El clima es subtropical, marítimo en la región este y subtropical continental con estación seca invernal y lluvias concentradas en verano en la región oeste. La temperatura media del mes más cálido (enero) varía entre 27 °C y 28 °C y la media del mes más frío (Julio) oscila entre 14 °C y 15 °C. (Codutti, 2003). El balance hídrico tiene valores negativos de hasta 10 a 12 meses del año (The World Bank, 2013).

Las características ambientales que definen a la región chaqueña y que son claves para su manejo son las siguientes:

- Altas temperaturas estivales que alcanzan máximas mayores a 40°C.
- Régimen de lluvias fuertemente estacional, con más del 80% de las precipitaciones concentradas en el verano (octubre a abril). Esto implica la existencia de una estación seca bien definida, que tiene una duración de dos meses en el Este y hasta siete en el Oeste.
- Sequías e inundaciones, algunas de ellas prolongadas. En los últimos treinta años ha habido varias inundaciones importantes y pérdidas por sequías extremas. Estas condiciones climáticas extremas, que ocurren en la provincia del Chaco, están relacionadas con el fenómeno de la Oscilación del Sur del Niño (ENOS, siglas en inglés). Las sequías a menudo se asocian con la fase de La Niña del ciclo ENOS. Las sequías causan daños importantes tanto a la actividad agrícola como a la ganadera (The World Bank, 2013). Dada estas características de riesgo climático que presenta la región, se sugiere que el modelo productivo debería tener una base productiva mixta con los tres componentes ganadero, forestal y agrícola (Adámoli (2005).

La variabilidad hídrica del área específica de desarrollo de los modelos puede ejemplificarse en la figura N°3. La media anual de precipitaciones de los últimos 79 años para la ciudad de Sáenz Peña es de 997 mm. A partir de la década del 80 se

registró la mayor cantidad de años con precipitaciones superiores a los 1.000 mm. Entre 1980 y 1992 se pasó a una media que superaba la isohieta de los 1.000 mm, solo los años 87/88 no superaron este valor. El año 1986 fue el de mayor registro histórico con 1.702 mm. Desde el año 1993 se alternaron las condiciones hídricas registrando un año seco y otro húmedo. A partir del año 2001 los valores medios alcanzan apenas el promedio.



**Figura 3: Precipitaciones de la ciudad de Sáenz Peña periodo 1924-2013. Fuente: Elaboración propia con registros de la Estación Experimental Sáenz Peña.**

Actualmente se observa una mayor pluviosidad en la zona de contacto entre las dos subregiones, la isohieta de 900 mm que durante 1921 a 1950 pasaba ligeramente al este de Sáenz Peña se desplazó 100 km al Oeste. Esta es el área donde actualmente se expande la actividad agrícola. Sin embargo, dado la gran variabilidad interanual de las precipitaciones podría volverse a un ciclo seco perjudicando el desarrollo de la misma (Adámoli, 2005).

### 2.1.1 Aptitud y uso actual de los suelos

En la Tabla N°2 muestra la distribución de la superficie por clases de suelos, su participación sobre el total del territorio provincial y la aptitud productiva predominante. La distribución de las clases de suelos en la provincia puede verse en la Figura N° 4.

**Tabla 2: Aptitud de los suelos**

Clases	Superficie	%	Aptitud
<b>Clase II</b>	1.334.300	14	Agricultura, con ligeras limitaciones
<b>Clase III</b>	2.053.400	20	Agricultura con limitaciones o riesgos moderados
<b>Clase IV</b>	4.076.600	41	Agricultura con limitaciones o riesgos severos
<b>Clase V</b>	1.256.000	13	Ganadería, con pasturas permanentes
<b>Clase VI</b>	1.32.900	12	Ganadería, con pasturas permanentes

Fuente: Dirección de Suelos y Agua Rural. Ministerio de la Producción de la Provincia del Chaco.



**Figura 4: Capacidad de uso de suelos de la Provincia del Chaco. Sistema de clasificación norteamericano. Fuente: Codutti, 2003.**

En la subregión Chaco semiárido las actividades principales históricamente han sido la extracción forestal y la ganadería. El sobrepastoreo ha causado un gran impacto en el paisaje. La explotación forestal se practicó como extracción minera con la

consecuente pérdida en cantidad y calidad del recurso forestal (Torrella y Adámoli, 2006).

Por otra parte, el núcleo agrícola, (inicialmente algodonero), en los alrededores de Sáenz Peña y Charata se está expandiendo. Esto se debe a las mayores precipitaciones y nuevas tecnologías relacionadas a nuevos cultivos como el de la soja y la siembra directa. De esta forma la frontera agrícola avanza sobre zonas tradicionalmente forestales/ganaderas, con un alto riesgo de pérdida de cosechas y desertificación si las condiciones ambientales se modifican (Torrella y Adámoli, 2006; Soto, 2005).

El uso actual de los suelos se caracteriza por la subutilización de la capacidad productiva de las tierras ocupadas por la ganadería. Donde predominan los sistemas productivos extensivos, con baja adopción de tecnología que permita mejorarla. En las áreas agrícolas se observa una sobreutilización de este recurso agravada por la escasa aplicación de prácticas de manejo de suelo, agua y vegetación. En este sentido, resulta importante señalar que el 40% de los suelos es susceptible a la degradación por erosión hídrica y, en menor medida, por erosión eólica (Codutti, 2003).

### **2.1.2 Estructura de su población:**

La provincia del Chaco cuenta –de acuerdo al censo del 2010- con 1.055.000 habitantes que representan el 2,63% del total del país y tiene una densidad poblacional de los 10,6 habitantes por Km<sup>2</sup>, (Tabla N 3). Junto con las Provincias de Misiones, Formosa y Corrientes integra la región del Noreste Argentino (NEA) constituyendo el Chaco el 28,68% de la población (INDEC, 2010).

**Tabla 3:** Superficie, Población y densidad de las Provincias del NEA

<b>Provincia</b>	<b>Superficie</b>	<b>Población</b>	<b>Densidad</b>
Chaco	99.066	1.055.259	10,6

Formosa	72.066	530.162	7,4
Misiones	29.801	1.101.593	37,0
Corrientes	88.199	992.595	11,3

**Fuente: elaboración propia, datos INDEC, 2010.**

La tasa anual media de crecimiento poblacional de Chaco, para el periodo 2001-2010 fue de 7,8% siendo menor que la del país en su conjunto 11,4. En cuanto a la estructura de la población posee una alta presencia de jóvenes menores de 14 años (30,4%) y una población de adultos mayores de 65 años que representa el 7% (INDEC, 2010). Según el censo de 2010 el 18% de los hogares se encuentran en condiciones NBI, esto significa el 23% de la población de la provincia del Chaco (INDEC, 2010).

### **2.1.3 Aspectos de la población rural en la Provincia del Chaco**

La población rural en la Provincia del Chaco asciende a un total de 162.000 habitantes, representando el 15,4% de su población total. La proporción de la población rural se sitúa por debajo del promedio regional (19,5%) y por encima del promedio nacional (9,0 %) (INDEC, 2010).

Al igual que ocurre con otras provincias del país, la provincia del Chaco fue aumentando su población urbana. Este proceso es debido principalmente a dos factores: el crecimiento demográfico y la actividad económica (Cones, 2010). Las menores oportunidades laborales e inferiores condiciones de vida para la población rural particularmente la población joven y de pequeños productores contribuyeron a este proceso. Del total de hogares con NBI de la provincia del Chaco, el 31,4% de los hogares son rurales y el 15,8% son urbanos (INDEC, 2010). En la provincia del Chaco existen 16.898 explotaciones agropecuarias, con límites definidos y mixtos. De ellas puede considerarse un 77% como pequeños productores (Censo Agropecuario, 2002).

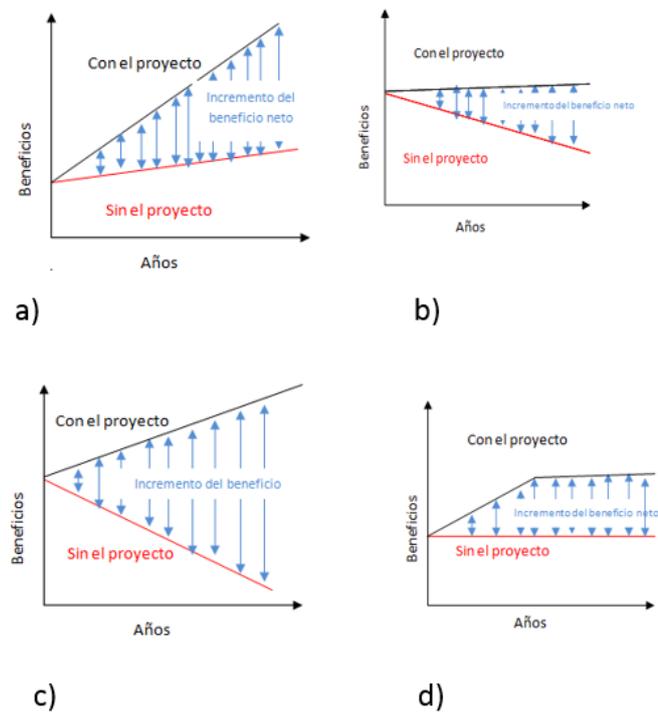
## 2.2 Metodología de Evaluación de Proyectos

Para explorar la viabilidad financiera de los sistemas foresto ganaderos con algarrobo blanco se realizaron análisis financieros *ex-ante*, utilizando la metodología propuesta por Gittinger(1982). Este planteo hace posible una determinación más exacta y clara de los beneficios que son atribuidos al proyecto, ya que permite determinar el beneficio neto incremental al comparar los costos y beneficios que se dan “con” el proyecto propuesto, con los costos y beneficios que se producen “sin” el proyecto.

Esta metodología es muy útil para evaluar proyectos en donde:

- la inversión permite un aumento de la producción, aunque esta ya se produce sin el proyecto. (Figura 5, a)
- el beneficio que producirá el proyecto es evitar que disminuya la producción. (Figura5, b)
- una combinación de los dos anteriores. (Figura 5, c)
- una determinada producción no sería posible sin el proyecto, pero ante su ausencia se producen otros sistemas marginales. (Figura 5, d)

Estas situaciones se evidencian más claramente en los esquemas del Figura N° 5:



**Figura 5:** Esquemas de distintas situaciones en las que se aplica el método de evaluación "con" y "sin" proyecto, adaptado de Gittiger 1982.

En el presente trabajo se evaluaron dos modelos de sistemas foresto ganadero con la especie algarrobo blanco. La característica de los mismos fue realizada a partir de la metodología que se explica en desarrollo de modelos. Conforme a la metodología se identificaron y evaluaron los costos y beneficios que surgieron “con” estos proyectos. Se los comparó luego, con la situación que podría darse “sin” el proyecto, sistema ganadero o sistema forestal puros, (Tabla N° 4).

**Tabla 4:** Esquema de comparación de los diferentes sistemas

<b>Sistemas</b>		
<b>Con proyecto</b>	Sistema Foresto-Ganadero 1 (SFG 1)	Sistema Foresto-Ganadero 2 (SFG 2)
<b>Sin proyecto</b>	Sistema Ganadero Sistema Forestal	Sistema Ganadero Sistema Forestal

La diferencia obtenida representa el beneficio neto incremental que surge del proyecto de inversión. Estos diseños fueron modelados a escala de una hectárea para la determinación de costos y beneficios y al total de la inversión para el análisis financiero.

### **2.2.1 Desarrollo de modelos**

Un modelo es una abstracción que incluye algunas interacciones y representan en forma aproximada las relaciones entre ellas. Esto lleva a, entre otras cosas, pensar cuidadosamente las variables que se van a incluir y a definir las en términos que sean cuantificables. Obligan a identificar qué datos son pertinentes para la cuantificación de dichas variables y a determinar las interacciones entre ellas (Eppen et al., 2000).

La construcción de los modelos se realizó a partir de fuentes primarias y secundarias. La información primaria procedió de entrevistas y discusiones con expertos. Las fuentes secundarias consisten en bibliografía internacional, local (publicada y no publicada), artículos de investigación y hojas informativas sobre Sistemas silvopastoriles en plantaciones, el género *Prosopis* y particularmente la especie *P. alba*.

No se realizaron encuestas a nivel de campo, ya que la incorporación de la componente ganadera en plantaciones forestales es incipiente en la provincia del Chaco. No existen casos de sistemas forestos ganaderos como los propuestos en este trabajo, es decir donde se contemple la producción conjunta desde la instalación del sistema productivo.

En principio se propusieron modelos diseñados en función de los resultados de las entrevistas a actores con experiencia en la materia, fuentes primarias y secundarias. Estos modelos fueron puestos a consideración y discusión con expertos en las distintas disciplinas consideradas. Los expertos son profesionales del sector foresto-ganadero de

la región, ya sea investigadores o profesionales independientes del sector público o privado. Estos, brindaron información técnica regional tanto de producción como económica.

### **2.2.2 Evaluación Financiera**

Un vez definidos los modelos en función de la información obtenida y el análisis crítico con expertos, se los evaluó financieramente. Para tal fin se realizaron los siguientes pasos:

#### **2.2.2.1 Elaboración de los flujos de caja**

Las inversiones durante el período de tiempo del proyecto generan un flujo de egresos e ingresos al que se lo llama flujo de caja. La confiabilidad que otorguen las cifras contenidas en este flujo son determinantes para la validez del resultado (Gittinger, 1982; Chaing Sapag, 1989).

En el presente trabajo para cada modelo seleccionado se construyó el flujo de caja el cual tiene las siguientes características:

- El periodo total del flujo de caja se definió en función del turno final de corta de las plantaciones de algarrobo (25 años).
- Se identificaron parámetros de producción y gastos para las situaciones “con proyecto” y “sin proyecto”. Se estimaron ingresos y gastos.
- Los precios de ventas de los productos ganaderos, forestales se expresan como precios puestos en el campo.
- Para los diferentes modelos se consideró que los ingresos no solo fueron los beneficios directos que surgen de la venta del bien producido por el proyecto (carne,

madera, fardos de alfalfa). También se consideraron otros ingresos de subproductos como la venta de leña.

- Los gastos fueron establecidos como gastos directos y gastos de estructura. Los gastos directos incluyen los insumos y actividades necesarias para realizar el proyecto. Los gastos de estructura incluyen: gastos de administración, contables gastos de mantenimiento, de conservación de mejoras e impuestos (Pagliettini y González, 2013).
- Se consideró una inversión en capital de trabajo. La misma representa el capital necesario para cubrir los gastos directos y de estructura del primer año. Esta inversión de capital de trabajo se devuelve al final de la vida útil del proyecto.
- El capital de trabajo incremental se determinó como la diferencia de los gastos directos y los gastos de estructura del año considerado y el anterior.
- Para la construcción del flujo de caja (gastos e ingresos anuales) se utilizaron los siguientes precios (Tabla N°5), valores en dólares noviembre de 2017.

**Tabla 5:** Precios de referencia utilizados en diferentes modelos

<b>Concepto</b>	<b>Precio US\$</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Kg ternero</b>	1,98	Precio de compra kg de terneros a engordar en sistemas ganaderos y sistemas foresto ganaderos
<b>Kg novillo</b>	1,93	Precio de venta kg de novillos en sistemas ganaderos y sistemas foresto ganaderos
<b>Jornal peón rural gral.</b>	31,51	Resolución CNTA N° 83/2017. Escalas salariales para trabajadores agrarios de todo el país
<b>Jornal tractorista</b>	35,15	Resolución CNTA N° 83/2017. Escalas salariales para trabajadores agrarios de todo el país
<b>Jornal encargado</b>	789,6	Resolución CNTA N° 83/2017. Escalas salariales para trabajadores agrarios de todo el país
<b>Tn madera Prosopis raleo</b>	79,28	Madera de fuste para aserradero, cortada y vendida en campo.
<b>Tn madera Prosopis en pie</b>	67,95	Madera de fuste en pie, aprovechamiento final
<b>Tn leña de Prosopis</b>	5,56	

<b>Jornal del peón general forestal</b>	23,47	Resolución CNTA N° 67/2017. Remuneración mínima personal en actividad forestal, provincia del Chaco.
<b>Jornal tractorista ftal.</b>	28,14	Resolución CNTA N° 67/2017.
<b>Jornal motosierrista</b>	28,14	Resolución CNTA N° 67/2017.
<b>Elaboración de fardos de alfalfa</b>	2,04	Contratista local (Saenz Peña, Chaco)
<b>Fardo de alfalfa</b>	3,4	Precio local (Saenz Peña, Chaco)

Fuente: Elaboración propia en función a consulta con informantes claves de la zona.

- El flujo de caja se expresó en dólares 1US\$ = 17,66 Pesos argentinos, noviembre de 2017. Se expresan a moneda constante es decir sin considerar inflación.

### 2.2.2.2 La Tasa de descuento

Dado que esta tasa actualiza el flujo de caja de un proyecto, es una de las variables que más influyen en su evaluación. La utilización de una tasa inadecuada puede llevar a errores en la evaluación aun cuando todas las variables se hayan proyectado adecuadamente (Chaing Sapag, 1989).

La tasa de descuento que se utiliza es usualmente la tasa que representa el costo de oportunidad del capital. Representa una medida de la rentabilidad mínima, que se exigirá al proyecto según su riesgo. De manera tal que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de la operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamo y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido.

La determinación de la tasa es por tanto tan importante como la determinación de los beneficios del valor presente neto. Es especialmente importante en inversiones a largo plazo y con altos costos iniciales, como se da en proyectos forestales o agroforestales, dada las características propias de estos proyectos (Filius, 1992; Chaing Sapag, 1989.) En proyectos agrícolas-ganaderos-forestales se utilizan tasas entre un 10 y 12 %. En este trabajo se definió una tasa del 10 % para utilizar en estas evaluaciones.

### 2.2.2.3 Indicadores financieros:

La rentabilidad de la inversión en sistemas forestos ganaderos fueron estimadas a partir de indicadores financieros. El valor actual neto (VAN), y la tasa interna de retorno (TIR), son utilizados en sistemas silvopastoriles (Suarez Salazar, 2009, Castaneda, 2009; Ribaski, 2007; Yates et al., 2007; Ares et al., 2006; Tito Rugnizt, 2004; Changoya Fuentes, 2004). El VAN y la TIR se calcularon considerando los modelos de sistema forestos ganaderos, situación “con proyecto” versus los modelos “sin proyectos”, de esta manera los indicadores calculados fueron indicadores incrementales.

*VAN:*

Es el aporte económico del proyecto para los inversionistas. Se obtiene de restar la suma de los flujos descontados (flujos traídos al tiempo cero) a la inversión inicial (Baca Urbina, 2003). Este valor es, simplemente, el valor actual de la corriente de flujo de fondos (Gittinger, 1982). Algebraicamente se expresa de la siguiente manera:

$$VAN = \sum = BNT_T / (1 + i)^n$$

Dónde:

BNI: Beneficio neto incremental del año t.

*i*: costo de oportunidad del capital

*n*: Tiempo

La regla de decisión es la de aceptar los proyectos para los cuales el VAN es positivo. Esto significa que las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos (Baca Urbina, 2003; Gittiger, 1982). Cuando el resultado del VAN es igual a cero no significa que la rentabilidad del proyecto sea nula, sino que proporciona igual utilidad que la mejor inversión alternativa. Si se lo acepta se estará recuperando todos los

desembolsos más la ganancia exigida por el inversionista que estará implícita en la tasa de descuento utilizada (Baca Urvina, 2003).

#### *Tasa interna de retorno (TIR)*

La TIR es otra forma de utilizar el flujo de fondos actualizado para medir el valor de un proyecto. Consiste en determinar la tasa de descuento que haga que el valor neto del flujo de fondos sea igual a cero (Gittinger, 1982 y Baca Urvina, 2003). Esa tasa de descuento se denomina tasa de rentabilidad interna y, en cierto sentido, representa la rentabilidad media del dinero utilizado en el proyecto durante toda su vida. La tasa de rentabilidad interna, TIR, es una tasa de descuento que hace que:

$$VAN = 0; \text{ es decir: } \sum = (BN - Cn)/(1 + i)^n = 0$$

Dónde:

*Bn*: Beneficios de cada año

*Cn*: Salidas de cada año

*i*: Tasa de descuento

*n*: Tiempo

El criterio de decisión que se emplea es comparar la TIR con la tasa de descuento del proyecto si la TIR es mayor o igual que esta última tasa el proyecto debería aceptarse, si es menor debería desecharse. Una TIR mayor que la tasa de descuento del proyecto significa que el rendimiento del proyecto es mayor que el mínimo fijado como aceptable (Baca Urvina, 2003).

#### **2.2.3 Análisis de sensibilidad:**

Los valores de las variables sobre las que se construye el flujo de caja y se evalúa un proyecto pueden tener desviaciones. El análisis de sensibilidad es el procedimiento

por medio del cual se puede determinar cuánto afectarán estas desviaciones (Baca Urvina, 2003; Chaing Sapag, 1989).

La evaluación de un proyecto puede ser sensible a la desviación de una variable si al incluirla en el criterio de decisión empleado la pre-decisión inicial cambia. Visualizar que variables tienen mayores efectos en el resultado, permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, con el objeto de mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error (Chaing Sapag, 1989).

En el presente trabajo las variables utilizadas en el análisis de sensibilidad fueron:

- Variación de la Tasa de interés.
- Variación de la Producción de madera.
- Variación del Precio de la madera.
- Variación de la Producción de la carne.
- Variación del Precio de la carne.

#### **2.2.4 Análisis de riesgo**

El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto a estimados. Mientras más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del mismo. Cada proyecto tiene asociado cierto grado de riesgo que no puede excluirse de su evaluación, puesto que hará variar su nivel de aceptabilidad efectivo (Chaing Sapag, 1989).

Puede cuantificarse midiendo la variabilidad la cual se asocia a una distribución de probabilidades de los flujos de caja generados por el proyecto. Mayor dispersión mayor riesgo. Existen diferentes métodos para calcular el riesgo, la información disponible es uno de los elementos determinantes de uno u otro método. La forma más

común es la desviación estándar y el Coeficiente de variación, pero estos no discriminan en función del valor esperado por lo que no es conveniente utilizarlo como única medida.

Los Métodos basados en mediciones estadísticas logran superar en mejor forma el riesgo asociado a cada proyecto. Para ello analizan la distribución de probabilidades de los flujos futuros. Presentando a quienes tomen las decisiones de aprobación o rechazo los valores probables de los rendimientos y de la dispersión de su distribución de probabilidad. Otros métodos son: ajuste de tasa de descuento, Método de equivalencia a la certidumbre, Valores esperados, Árbol de decisión, Modelo de Simulación de Montecarlo.

#### **2.2.4.1 Modelo de simulación de Montecarlo**

El Modelo de Simulación de Montecarlo: “llamado también métodos de ensayos estadísticos es una técnica de simulación de situaciones inciertas. Permite definir valores esperados para variables no controlables, mediante la selección aleatoria de valores, donde la probabilidad de elegir de entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades” (Chain Sapag, 1989). Las distribuciones utilizadas pueden ser empíricas o teóricas. Mientras más simulaciones se efectúan se espera que el resultado sea más confiable (Chain Sapag, 1989, Baca Urvina, 2003).

Los pasos para realizar un análisis de riesgo por el Modelo de simulación de Montecarlo son los siguientes (Boardman et al., 2001; citado por Changoya Fuentes, 2005:

1-Desarrollo de un modelo de simulación, flujo de fondos completo.

2- Definición de suposiciones para las variables aleatorias (identificación del riesgo de las variables). Las variables aleatorias definidas para los distintos modelos pueden verse en la Tabla N°6.

**Tabla 6:** Caracterización de las variables aleatorias utilizadas en el análisis de Montecarlo para los diferentes modelos

<b>Modelos</b>	<b>Variable</b>	<b>Variación</b>
<b>Modelo Ganadero puro</b>	Producción de carne	Variación aleatoria en cada año
	Precio de la carne	Variación aleatoria, se toma la misma variabilidad para los 25 años de simulación
<b>Modelo Forestal puro</b>	Producción de madera de fuste	Variación aleatoria. Se toma la misma variabilidad para los tres años en que se obtiene la madera de fuste.
	Precio de la madera de fuste	Variación aleatoria. Se toma la misma variabilidad para los tres años en que se obtiene la madera de fuste.
<b>Modelo Foresto ganadero 1 y 2 (SFG1 y SFG2)</b>	Producción de carne	Variación aleatoria en cada año
	Precio de la carne	Variación aleatoria, se toma la misma variabilidad para los 25 años de simulación
	Producción de madera de fuste	Variación aleatoria. Se toma la misma variabilidad para los tres años en que se obtiene la madera de fuste.
	Precio de la madera de fuste	Variación aleatoria. Se toma la misma variabilidad para los tres años en que se obtiene la madera de fuste.

**Fuente:** elaboración propia

3.-Especificación de la probabilidad de distribución de las variables de riesgo. Se utilizó la distribución de probabilidad triangular, debido a la ausencia de información más completa para las variables definidas. En esta distribución se definen tres parámetros el mínimo, el máximo y el valor más probable. Variando la posición del valor más probable con relación a los extremos, la distribución puede ser simétrica o no. Los valores definidos para la triangulación de cada una de las variables fueron obtenidos a partir de informantes claves y en función de los modelos de producción desarrollados.

4-Definición de las celdas de predicción, o sea las variables de salida de interés.

La variable de salida es el VAN.

5-Indicar el número de repeticiones de la simulación: Se realizará 1000 repeticiones en hojas Excel.

6.-Correr la simulación.

7.-Interpretar y analizar los resultados. El histograma obtenido es una fotografía de la distribución. Da un campo completo de visualización de toda la distribución de la variable de salida (Mun, 2012).

### **2.2.5 Periodo de Repago o Recupero:**

Es uno de los criterios tradicionales de evaluación mediante el cual se determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial (Chaing Sapag, 1989; Gittinger, 1982). El resultado se compara con el número de periodos aceptados por quien está por realizar la inversión. El periodo de repago puede no considerar el valor temporal del dinero. En caso de no considerarlo se suman los flujos de fondos hasta que equiparen la inversión.

$$PR = \frac{I_0}{BN}$$

Dónde:

Pr = periodo de repago

$I_0$  = Inversión inicial

BN= Beneficios Netos generados por el proyecto en cada periodo.

Para incluir la consideración del factor tiempo se usa el periodo de repago descontado: se descuentan los flujos de fondos asociados al proyecto con una tasa de interés que representa el costo de oportunidad de capital.

La utilidad de este método se relaciona con la información que provee respecto a la liquidez asociada con el proyecto: cuanto menor es el período de repago del proyecto este es más líquido. En algunas situaciones como por ejemplo inversiones en ciudades con inestabilidad política cortos periodos de repago están asociados a menores riesgos. Usar solo este indicador puede llevar a decisiones incorrectas, pues no toma en cuenta los flujos de fondos que ocurren después del período de repago (Filius, 1992).

### **2.26 Demanda de mano de obra**

Se realizará una comparación de la cantidad de mano de obra expresada en jornales que requiere cada sistema, a fin de comparar la demanda de los mismos.

**Capítulo III:**  
**Estado de conocimiento de la especie *Prosopis alba* en plantaciones forestales y en sistemas foresto-ganaderos.**

### **3. Estado de conocimiento de la especie *Prosopis alba***

En la Argentina, *Prosopis alba* (algarrobo blanco) es una especie nativa en proceso de domesticación. Este proceso lo iniciaron los pueblos originarios, con los usos que daban al *Prosopis* y tuvo un segundo pulso con las plantaciones establecidas en la región Chaqueña, desde hace 20 años, las cuales al inicio carecían de información en cuanto al manejo y material de propagación adecuado (Lopez Laustein et al., 2014).

El potencial de la especie y su creciente valoración posibilitaron que este proceso se fuera consolidando. Las especies de *Prosopis* son ampliamente utilizadas con fines maderables y pastoriles en las provincias del centro y norte del país. Diferentes instituciones, como ser INTA, Universidades, entre otras, desarrollan actividades buscando dar respuesta para el manejo de la misma, investigando la domesticación, mejoramiento, manejo silvícola, crecimiento y producción de la especie.

En las siguientes secciones que componen este capítulo se realizó una síntesis de la información sobre manejo de la especie *Prosopis alba*, en función de la bibliografía y lo plasmado por expertos en las visitas realizadas. Los diferentes aspectos que son necesarios para el desarrollo de plantaciones han sido expuestos, como así también para el desarrollo de sistemas foresto-ganadero. Esta síntesis sirve como marco de referencia para los modelos de sistemas forestales y foresto-ganaderos que fueron propuestos y evaluados en este trabajo.

#### **3.1 Plantaciones forestales con algarrobo blanco (*Prosopis alba*)**

##### **3.1.1 Aspectos generales de plantaciones forestales con la especie algarrobo blanco**

La rusticidad y tolerancia de *Prosopis alba* le permite ser plantado en suelos marginales para la agricultura y/o degradados permitiendo la reconstitución y

revalorización de los mismos. No obstante, los mejores crecimientos se dan en suelos agrícolas con precipitaciones mayores a 1.000 milímetros anuales. La especie, como otras del género *Prosopis*, es una freatófita facultativa. Esto implica que puede utilizar agua proveniente de napas freáticas, independizándose de esta forma de las precipitaciones. Esto junto a otras características (tales como resistencia a las heladas, tolerancia a la salinidad en suelos, entre otras), le permiten crecer también en zonas áridas, (Corini, 2013).

En Argentina el género *Prosopis* es promocionado por ley (Ley 25080 y su prórroga la ley. 26 432.), para el desarrollo de plantaciones con destino a madera para usos sólidos. Esta promoción consiste en un apoyo económico no reintegrable para actividades como plantación, poda y raleo.

### **3.1.2 Material genético/ semillas**

Lograr una plantación óptima requiere de material genético adecuado y uniforme que permita plantaciones con características de forma, crecimiento y sanidad deseable. Obtener un material de estas características en semillas de algarrobo presenta grandes inconvenientes, debido al intercambio genético que se da entre los individuos del género *Prosopis* (Saidman, 2000; Verga et al., 2009; Verga, 2014).

Los viveros de la región trabajaron y trabajan con semillas provenientes de rodales locales nativos, con características heterogéneas y distintos grados de selección. En la provincia de Chaco y Formosa los principales productores de plantines de algarrobo son los viveros provinciales que aseguran producción y una determinada calidad de semilla. Existe en la actualidad un procedimiento metodológico que posibilita mayor selección en cuanto a ejemplares semilleros y material de propagación más uniforme y estables desde el punto de vista genético (Verga, 2014).

El INTA desarrolla mediante distintos proyectos desde 2004 un programa de mejoramiento y conservación de *Prosopis alba*. Su objetivo es “generar información y material de propagación, para la introducción del algarrobo, al cultivo, para la producción de madera de alto valor comercial y recuperación ecosistémica” (Lopez Lauenstein et al., 2014). Entre otros resultados obtenidos por el programa se instalaron ensayos de orígenes y ensayos de progenie de *Prosopis alba*, en las provincias de Santiago del Estero, Chaco y Formosa. De acuerdo al crecimiento de los primeros años, existe un origen (CD INTA) que se destaca del resto de los tratamientos en los cinco sitios de plantación, presentando lo mayores crecimientos, tanto en diámetro como en altura (Lopez Lauenstein et al., 2014).

En cuanto a formas de propagación agámica existe evidencia de que los *Prosopis* pueden ser clonados, a partir de estacas, micro estacas, injertos (Lima Fernandez, 2005; Galera, 2000). La propagación por estaca constituye una técnica fundamental porque permitiría la instalación de huertos clonales (Lopez Lauenstein et al. (2014). El programa de mejoramiento genético llevado adelante por el INTA realiza ensayos con esta técnica ajustada para la especie (Salto et al., 2012).

### **3.1.3 *Prosopis* y otros microorganismos del suelo**

Como otros *Prosopis*, *P. alba* fija nitrógeno del aire en asociación con bacterias llamadas generalmente rizobios (Allen Allen, 1981 citado por Acosta, 1994; Lopez Lauentein, et al., 2014; Zárate, 2012). Además de la fijación biológica en las leguminosas también induce a que las plantas se adapten más fácilmente a condiciones ambientales limitantes. En Brasil se utilizó plantines inoculados con *Rhizobium* específico para *Prosopis juliflora* y todos habían formado nódulo en fase de vivero, (Lima Fernández 2005). La asociación entre *Prosopis alba* y *Rhizobium* fueron

estudiados a partir de la aislación de muestras de suelos de diferentes localidades del chaco y en pruebas de inoculación en condiciones de vivero (Sagadin et al, 2012).

### **3.1.4 Sitios y calidades**

En las provincias de Formosa y Chaco se están desarrollando estudios para determinar crecimiento y productividad de calidades de sitio para *Prosopisalba*. El estudio que se realiza en la provincia de Formosa tiene una cobertura de toda la provincia, a través de dos Parcelas de Muestreo Permanente por cada calidad de sitio establecida (Pérez, 2014), cuyos resultados preliminares muestran valores crecimiento volumétrico desde: menos de 1,85 m<sup>3</sup>/ha/año para sitios de productividad baja (clase de sitio IV Deficiente) a valores de más de 4,36 m<sup>3</sup>/ha/año para sitios de productividad muy alta (clase de sitio I Excelente).

### **3.1.5 Implantación**

#### **3.1.5.1 Preparación del suelo**

La preparación del suelo es necesaria para lograr una mejor sobrevivencia y rápido crecimiento, ya que mejora los aspectos físicos del suelo (compactación) y la infiltración, además controla malezas. La práctica más común es el laboreo de suelos con dos pasadas de rastra de disco liviana en toda la superficie de plantación. En suelos agrícolas con un alto grado de compactación (piso de arado) puede ser necesario un subsolado, el cual puede realizarse en la línea de plantación reduciendo así los costos de la práctica (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2015).

Es necesario establecer caminos corta fuegos, los cuales deben mantenerse limpios de maleza especialmente en época de riesgo. El ancho no debe ser menor de 10 metros. La Resolución 9/2001 de la Dirección de Forestación (Ministerio de Agricultura

Ganadería y Pesca, 2015), especifica que parcelas de no más de 25 hectáreas deben ser delimitadas por caminos transitables. Por las características de la zona, es imprescindible cercar el predio de plantación para evitar la entrada de animales especialmente domésticos, que puedan producir daños. Por lo menos hasta que los árboles alcancen 2 metros de altura.

### **3.1.5.2 Época de plantación**

Para la región Chaqueña se considera como épocas oportunas para plantación, de mediados de octubre a diciembre y de febrero a abril. Este periodo es el adecuado porque es menos probable que se produzcan heladas, correspondiendo también con abundante humedad de precipitaciones y disponibilidad de plantas (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2015)

### **3.1.5.3 Control de malezas inicial**

Desde la implantación es necesario controlar las malezas, para reducir la competencia por los nutrientes y el agua, que afecta el crecimiento de los plantines e incluso puede causar su muerte (Navall y Senilliani, 2004). Además, la presencia de las mismas aumenta el riesgo de incendios (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2015).

Normalmente la preparación mecánica para la implantación, implica esa primera limpieza. En la EEA Sáenz Peña, Chaco se han realizado ensayos con herbicidas pre emergente para utilizar en forestaciones con algarrobo, comprobando mejoras significativas en el crecimiento de las plantas, logrando un periodo de cobertura de por los menos tres meses o más dependiendo del producto herbicida. Lo que significa un

ahorro mínimo de 8 jornales para este periodo de tiempo (Atanasio et al., en presentación).

#### **3.1.5.4 Densidad inicial, diseño y distanciamiento**

La decisión de cuantas plantas poner en el inicio de la plantación es muy importante porque influye tanto en aspectos relacionados al establecimiento de la masa como a etapas posteriores del desarrollo de la misma (Vázquez Victoria, 2001; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2015). La elección de la densidad depende de ciertos factores, siendo los más importantes:

- **Objetivos de la plantación.** Plantaciones densas, (1000 árboles/ hectáreas o más), se utilizan para propósito que implican rotaciones cortas como la producción de leña o mejoramiento de suelos. Densidades intermedias a altas, (500-800 plantas/hectáreas), se utilizan para la producción de madera, chauchas. Densidades bajas, menores a 500 plantas/hectáreas.), para sistemas agroforestales y silvopastoriles.
- **Factores financieros:** reducción de costos de implantación: menor utilización de plantas, mano de obra, etc. Disminución de la intensidad de raleo no comercial.

Con densidades altas complementadas con prácticas de raleos, se favorece la producción de madera de calidad, ya que se mejora la forma. De esta manera hay más posibilidades de elegir los mejores ejemplares en la cosecha final por los raleos selectivos (Vázquez Victoria, 2001). En *Prosopis* la calidad de madera mejora con altas densidades (877pl/ha) de plantación (Navall y Senilliani, 2004). Para esta densidad, en parcelas de 8 años de edad, el 92% de los árboles presentaron calidades buenas (menor nº de ramas dominantes, menor inclinación y rectitud del fuste), incluso sin haberse realizado poda. Según ensayos en el Campo Forestal Fernández (Santiago del Estero)

se sugiere densidades de 625 árboles/ha ya que la competencia de la copa a esas densidades produce un crecimiento más erecto de las ramas, por encima de los dos metros, retrasando el crecimiento de ramas inferiores. Las densidades de 625, 500 y 400 plantas/ha son las más utilizadas en las provincias del Parque Chaqueño (Dirección de Producción forestal, 2015).

Los diseños más utilizados en plantaciones con destino a madera son los rectangulares y cuadrados. Los distanciamientos más utilizados son: 4x4, 4x5 y 5x5. Distanciamientos menores a tres metros implican la necesidad de raleos muy tempranos que aumentan los costos (Dirección de Producción forestal, 2015).

Normalmente se realiza hoyado y plantación manual. Siendo estas operaciones manuales junto con el desmalezado manual y el riego las que más horas de trabajo por ha demandan en Santiago del Estero (Coronel et al., 2010). En Argentina como en otros países existen plantadores mecánicos, aunque su uso no está generalizado en *Prosopis* (Doster et al., 2012).

Las plantas que no sobreviven al proceso de implantación se denominan fallas, pueden ser causadas por distintos factores: condiciones climáticas adversas, mala calidad de plantas, inadecuada preparación de sitio, ataque de plagas, competencia de malezas, daños por animales, por incendios, entre otros. Según su cantidad, será necesario reponer las plantas faltantes. Las plantaciones que se presentan en los planes nacionales de incentivos no deben superar el 5 % de plantas falladas con respecto al total de plantadas por hectáreas, en la especie algarrobo blanco.

### **3.1.5.5 Cuidados culturales post- establecimiento**

#### *Control de malezas*

Los efectos perjudiciales de las malezas sobre la supervivencia y crecimiento de los plantines se dan durante los primeros años. De ahí la necesidad de limpiezas frecuentes en este período de la plantación (Doster et al., 2012). En plantaciones libres de maleza se agilizan otros tratamientos silviculturales, como la poda (Vega, 2009).

La limpieza puede realizarse en forma manual, mecanizada y química (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2013). En la Provincia del Chaco generalmente se realiza una limpieza combinada: manual alrededor de las plantas y mecanizada entre líneas, especialmente los 4-6 primeros meses. El primer año es necesario 6 limpiezas alrededor de la planta y 4 de las mismas completas (alrededor de las plantas y entre líneas.)

#### *Control de Plagas, Insectos*

La sanidad de las plantas debe cuidarse desde la etapa de vivero ya que una vez trasladadas en campo, el control de plagas es más difícil de realizar. Los insectos en determinadas circunstancias pueden causar daños económicos (Mazzuferi, 2000). Existen insectos xilófagos cuyos ataques pueden ser potencialmente graves en plantaciones jóvenes o renovales: son los llamados cortapalos y pertenecen al género *Oncideres*. Las hembras de estos insectos producen la muerte de ramas y troncos jóvenes al realizarles incisiones alrededor de los mismos, anillándolos (Galera, 2000).

Los árboles deben tener un desarrollo vigoroso para que toleren un ataque de plagas (Flinta, 1960 citado por Osuna Leal y Sanchez, 2003). Además, también se deben eliminar en una plantación los árboles muertos y enfermos y evitar los daños mecánicos por maquinarias, etc.

#### *Roedores:*

El ataque de liebres constituye un problema importante para los cultivos leñosos en general y las plantaciones con algarrobo en particular. Estos roedores cortan los brotes de los árboles jóvenes provocando la formación de múltiples tallos y en el peor de los casos la muerte del ejemplar.

Existen diferentes alternativas para su control: cobertura con ramas y vegetación, cercas individuales, cebos, repelentes (Dirección de Producción forestal, 2015). Los cebos envenenados no son recomendables porque tienen efectos residuales, y pueden afectar a otros animales de la cadena alimenticia (Osuna Leal y Sanchez, 2003).

### **3.1.5.6 Tratamientos silviculturales, poda**

La Poda es una práctica forestal que consiste en la eliminación de ramas ya sean verdes o secas. El exceso de ramas produce: formación de nudos, (en ellos las propiedades tecnológicas de la madera disminuyen), menor calidad en la forma del tronco (conicidad), menor volumen de madera (Vázquez Victoria, 2001). La práctica de poda aumenta los costos de la plantación y solo se justifica por la obtención de madera de calidad de mayor valor (Cozzo, 2007). La intensidad, oportunidad y tipo de poda son cuestiones necesarias definir.

En las especies del género *Prosopis* la aplicación de la poda es una práctica frecuente (Patch, et. al, 1998; citado por Álvarez et al., 2013). Si no se realiza su aplicación la especie tiende a ramificarse y forma múltiples tallos y/o fustes de poca longitud (Fernandez Lima, 2005). Por ello la poda cumple un papel muy importante en la formación del fuste, no solo en cuanto a calidad sino también aumenta la cantidad de madera para uso sólido de *Prosopis* (WAFLA, 2008).

Existen dos tipos de podas: poda de formación y poda sistemática:

- La poda de formación, se practica a edades tempranas, busca corregir los defectos estructurales del tallo para obtener un único fuste (Lima Fernández, 2005). Se eliminan solamente aquellas ramas que competirán con el eje, como ser “chupones” brotes que nacen desde la base de la planta y bifurcaciones que compiten con el eje, insertos hasta la mitad de la altura total.
- Las podas sistemáticas se realizan para obtener madera libre de nudos de mayor calidad para usos sólidos. En esta práctica se eliminan el total de ramas hasta una determinada altura. La primera poda sistemática en general se aplica a todos los ejemplares mientras que las siguientes se combinarán con los raleos. La intensidad de poda no debe ser nunca superior a 33% (1/3 de la altura total). Atanasio2012), recomienda que la altura de poda no sobrepase el 30% de la altura de los árboles. De esta manera la reducción del crecimiento del DAP y área basal es mínimo, (3% y 9% respectivamente). También se limita la emisión de rebrotes (solo rebrotan la mitad de las plantas podadas y la cantidad de rebrotes varía de 1 a 3).

La época en que se realiza este tratamiento silvicultural es en los meses de junio, julio y agosto, periodo de menor actividad cambial y riesgo sanitario. Las herramientas necesarias son tijeras de podar de diferentes tamaños (Laboratorio de Silvicultura). El inicio de las podas depende de los siguientes factores: altura del árbol; intensidad de poda; longitud de poda; cilindro nudoso mínimo y mantenimiento de la tasa de crecimiento. En los mejores sitios las podas deben realizarse antes.

Podas intensas no son recomendadas ya que pueden provocar disminución de crecimiento (Navall et al, 2015; Atanasio, 2012). También en las especies de *Prosopis* podas intensas favorecen en general la emisión de brotes epicormicos

(Atanasio, 2012). Los rebrotes post-poda deben ser quitados antes que tengan consistencia leñosa. Si no pudieran quitarse cuando tienen consistencia herbácea, entonces deberán eliminarse cuando tengan un diámetro en la base  $< 1,5$  cm.

*Raleo:*

El raleo es una práctica silvicultural que consiste en eliminar artificialmente árboles para concentrar el crecimiento en aquellos que constituirán la cosecha final, y los que serán aprovechados en raleos comerciales en cortas intermedias. El incremento se concentra en una menor cantidad de árboles que tendrán un mayor tamaño y serán los de mayor valor comercial. Permite optimizar el potencial productivo del sitio y una disminución de los costos de producción debido a la reducción del turno de corta final y producción anticipada de madera gruesa (Hiley, 1.959 citado por Vázquez Victoria, 2001).

El momento del raleo se debe realizar cuando se produce el contacto entre copas en la plantación. La edad en que se producen y la periodicidad dependen de la velocidad de crecimiento. Un crecimiento rápido de la misma permite la realización de raleos más tempranos. La cantidad de ejemplares que se saca en cada intervención (intensidad) está relacionada a la densidad inicial y a los raleos previos.

El primer raleo es llamado raleo perdido o corta de saneamiento, generalmente es selectivo y tiene la finalidad de sanear y mejorar la estructura de la plantación. Los productos obtenidos son de escasas dimensiones y de calidad deficiente. Raleos comerciales: Se los denomina así porque la madera que se extrae tienen dimensiones y calidad. Pueden ser industrializados y ofrecidos al mercado con un lucro positivo para el productor.

Para cada especie y calidad de sitio es necesario especificar un régimen de raleo. En cuanto a *Prosopis*: se encontraron influencias significativas del incremento en diámetro incluso con la aplicación de raleos suaves (Del Valle, 2006; Atanasio, 2014). En estudios de raleos selectivos, en una plantación de algarrobo blanco de nueve años encontró que incrementos de diámetro de las parcelas raleadas fueron significativamente superiores a los incrementos de las parcelas sin raleo (2,27 y 2,40 cm versus 1,7cm respectivamente) (Atanasio (2014).

Según el manual de buenas prácticas forestales en plantaciones de algarrobo de la Provincia de Formosa, en el primer raleo (raleo perdido), la intensidad oscilará entre  $>60$  pl. /ha y  $\leq 100$  pl. /ha. El primer raleo selectivo comercial se realiza cuando las plantaciones tengan un promedio mayor a 10 cm de diámetro. La intensidad del raleo oscilará entre  $> 60$  pl. /ha y  $\leq 100$  pl. /ha, priorizando en la selección, mantener con cobertura en toda la superficie de plantación.

En un estudio sobre primer raleo en plantaciones de algarrobo de 5 años en la provincia de Santiago del Estero, registraron los tiempos de trabajo efectivos y operativos; volumen, eficiencia, productividad y costo del mismo. El raleo realizado fue sistemático, con una intensidad del 50%. La productividad diaria fue de 282 árboles/día (promedios de dap mayor 7,7) y 1,48 m<sup>3</sup>/día (promedio de volumen individual de (0,00526) (Coronel y Gómez, 2014). En otro estudio similar, la media del diámetro mayor de los arboles apeados fue de 18,8 y el volumen individual promedio fue de 0,0598 m<sup>3</sup>. La proyección de la productividad diaria (PD) resultó de 135,5 árboles/día o 9,24 m<sup>3</sup>/día. El tiempo operativo medio del raleo es de 2,66 minutosárbol (Coronel et al., 2014).

Los productos y residuos del raleo deben extraerse debido a que éstos representan un posible foco de incendio y un obstáculo o peligro para el tránsito de personas, maquinarias y animales. Después de los raleos es necesario el control de los rebrotes los mismos pueden hacerse en forma mecánica o con productos químicos. Los arboricidas/arbusticidas son selectivos y de acción sistémicas en el mismo, pudiendo aplicarse con mochilas o pincelando con pincel.

### **3.1.5.7 Corta final**

El turno de corta final es uno de los aspectos claves en el manejo de plantaciones forestales de algarrobo blanco que aún no está definido (Coronel et al., 2014). Las estimaciones hablan de 20- 25 años para la corta final. La condición para que los troncos cortados entren en la categoría de rollos es que tengan un DAP mínimo de 30 cm. También los *Prosopis* poseen excelente capacidad para rebrotar de tocón o de raíces superficiales, lo cual implicaría la posibilidad de manejo de rebrotes para un segundo ciclo de producción forestal (Corini, 2013; Fernandez Lima, 2005).

### **3.1.5.8 Productos a obtener en la corta final**

La calidad de la madera de *Prosopisalba* proveniente de raleo de plantaciones de 7 y 9 años en Santiago del estero, es comparable a la madera de árboles adultos (Martínez et al., 2015). Estas muestras fueron evaluadas con normas IRAM mediante ensayos físicos mecánicos. No obstante, esto es necesario más evaluaciones de las propiedades tecnológicas de la madera proveniente de plantaciones, y particularmente de la zona para afirmar su comportamiento.

Los usos que se mencionan posteriormente son aquellos a los que se destinan actualmente la madera proveniente de Bosque nativo. Los raleos de escaso fuste, con

problemas sanitarios, y/o dap finos son destinados normalmente a leña. Productos de dap de 12 a 15 cm pueden ser destinados a rodrigones o postes finos para alambrado. Varejones son aquellos de (en general se usan de madera de eucaliptus) 2 a 4 metros de largos y menores a 15 cm de diámetros (Balducci, 2012). Poste y varillas son destinados también a infraestructura ganadera. Un destino interesante lo constituyen los sostenes para vides utilizados en la provincia de Mendoza. Estos productos son considerados de mediana duración 15-30 años.

El producto de mayor valor económico son los rollos de DAP mayores a 20cm utilizados para aplicaciones de madera sólida (WAFLA, 2008). Estos serán obtenidos principalmente en la corta final. Estos materiales se destinarían a carpintería de obra (construcción de marcos, puertas y ventanas), carpintería rural (fabricación de mangas, bretes, casillas), pisos de madera y carpintería fina (mesas sillas, entre otros productos). Con los restos de estas industrias se producen artesanías de madera que son relevantes en las localidades de la región.

### **3.2 Sistemas foresto-ganaderos con la especie algarrobo blanco**

Se han destacado en la introducción los aspectos relevantes de la especie que la señalan como ideal para planteos foresto-ganadero. En los antecedentes de este trabajo se han mencionados distintos aspectos generales en referencia a las componentes del sistema silvopastoril y las relaciones entre las mismas. En la presente sección se pretende describir más específicamente las relaciones en un sistema foresto ganadero con la especie forestal *Prosopis alba*.

### 3.2.1 Beneficios e interacciones del algarrobo blanco en sistemas foresto-ganaderos

Se han señalado una serie de beneficios de esta especie como árbol multipropósito. Dos cuestiones son destacadas como relevantes en cuanto al uso de *Prosopis* en sistemas: el aporte de N al suelo y la utilización de chauchas como recurso forrajero.

#### 3.2.1.1 Producción de chauchas

La producción de chauchas junto a la producción de madera son las dos razones económicas por la que el género *Prosopis* se planta en el mundo. Las chauchas dependiendo de su dulzor pueden ser aprovechadas para alimentación humana o animal. Los frutos de *Prosopis* tienen altos contenidos de: azúcar, carbohidratos y proteínas. Las chauchas tienen un elevado valor alimenticio, digestibilidad y palatabilidad (Fernandez Lima, 2005). Pueden ser sustitutos del mijo o la harina de trigo en las raciones. Presentan en general un 13% de proteína bruta. La pulpa contiene un elevado tenor de sacarosa, calcio, fósforo, hierro y vitamina B1 y B2.

Este fruto también puede ser utilizado como “una reserva de forraje excelente, equivalente a la alfalfa y con la ventaja de contener también carbohidratos muchos más digestibles en cantidad”. Algunos autores sostienen que 1,6 kg de mezquite puede reemplazar 1, kg de sorgo en raciones para alimentar el ganado lechero y de engorde (Martin, 1985 citados por Osuna y Sanchez, 2003).

Para incorporar la producción de chauchas como forraje en planteos ganaderos o silvopastoriles, es necesario conocer diversos aspectos de su productividad. Distintos autores señalan que el inicio de la fructificación en *Prosopis* se da entre los 3-4 años. En *P. pallida* se da a los 4 o 5 años (Dostert et al., 2012). En plantaciones de *P. alba*, en la localidad de Sáenz Peña Chaco, se observó que el inicio se produjo a los 5 años en

densidades de 500 plantas por hectárea. Este inicio se dio en pocos árboles y la producción fue mínima (no más de 10 chauchas por árbol). En plantaciones forestales de la región centro de Chaco se observa escasa fructificación, (menos de 10 kg por árbol). Estas plantaciones con configuraciones rectangulares/cuadradas poseen una densidad que van de 625 a 400 plantas por hectáreas (comunicación personal IIFA).

La producción de frutos es muy variable, en árboles individuales mediciones realizadas en *Prosopis*, encontraron valores de 100 Kg, 112,6 kg y 32,1 kg (Dalmaso y Anconetani, 1993, Choge et al., 2007). En huertos cultivados para producción de frutas (entre 1 a 8 toneladas/ha), pero los *Prosopis* pueden producir hasta 10 toneladas/ha, (Felker, 1979 citado por Choge et al., 2007). Existen años con producción escasa casi nula. La fructificación depende de la floración /fecundación que puede verse afectada por condiciones ambientales desfavorables como ser: heladas, lluvias, vientos etc. (Karlin y Ayerza, 1982).

En el noreste de Brasil trabajos realizados con algarrobo indica que la alta producción de frutos está condicionada a espaciamientos grandes. Las forestaciones con destino a producción de chauchas realizadas por empresas y agricultores tienen un espaciamiento mínimo de 10 por 10 metros. Utilizándose también espaciamientos de 15 x 15 metros para que los arboles disponga de espacio y puedan formar una copa amplia y producir frutos, (Fernandez Lima, 2005).

La mayor producción de frutos se produce en árboles mayores a 35 cm de diámetro. En las primeras categorías diamétricas hasta 10 cm de diámetro la producción tiene un comportamiento “becerro” es decir la producción es discontinua con los años. En las categorías mayores la totalidad de los arboles presentaron una producción continua ya variable en cantidad (Dalmaso y Anconetani, 1993).

El uso de vainas de *Prosopis* constituye un alimento de bajo costo para el ganado comercial. En cuanto a su impacto en la producción ganadera, estudios sostienen que al aumentar la proporción de algarrobo en las raciones aumenta la digestibilidad de la materia seca, energía bruta y proteína bruta (Barros y Queiroz, 1982 citados por Fernandez Lima, 2005).

Expertos consultados señalan que, si bien existe material genético seleccionado para producir mayor cantidad de madera y frutos palatables, no es posible maximizar estas dos producciones en forma conjunta. La producción de chauchas requiere la formación de grandes copas individuales, fustes cortos y un pull de material genético para asegurar en cierta medida una determinada producción anual. La maximización en la producción de chauchas para consumo y/o producción de semillas estaría más acorde con un modelo apícola-forestal.

En cuanto a la alimentación ganadera puede reemplazar en cierta medida a otros suplementos de valor económico importantes como el sorgo y el maíz. Por la época de producción, (noviembre-diciembre) momento en que también se da la mayor producción de pastura es mejor utilizarla diferidas como suplemento.

Se sabe que las plantas pueden entrar en producción a los 4-5 años, pero esta producción es muy variable sobre todo en los primeros años. Si bien la bibliografía estima valores de producción, no está claro que factores influyen (genético, ambientales, de manejo) y cómo manejarlos para tener una producción sostenida en el tiempo.

Por lo examinado en la bibliografía la producción de chauchas podría representar un aporte cuantificable a incorporarse a un modelo foresto-ganadero en los últimos años de la plantación. Cuando los árboles tengan diámetros cercanos a 30 cm y estén distribuidos también en espaciamientos grandes. Esto implica arboles maduros

(producción de chauchas más abundante y predecible en el tiempo) y mayor superficie de copa. Son necesarias mayores investigaciones en esta línea.

### **3.2.1.2 *Prosopis* y suelo**

La incorporación de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno producen mayores aumentos de los contenidos de nitrógeno y materia orgánica en el suelo, que otras especies no fijadoras. En el caso del género *Prosopis*, los reportes sobre la nodulación en las raíces en laboratorio y en campo eran disímiles. Investigaciones para estas especies respecto a su habilidad de nodulación bajo condiciones controladas producen resultados positivos (Felkert y Clark, 1980). Pero las experiencias para recuperar nódulos de las raíces de árboles de mezquite en el campo han sido mucho menos exitosas.

El aumento del contenido de Nitrógeno y materia orgánica del suelo, se refleja en mayores contenidos de nitrógenos en la parte aérea de la pastura y eventualmente incremento de la materia seca total. Bajo la copa de *Prosopis* se produce una mayor acumulación de Nitrógeno y Fósforo extraíble (Virginia y Jarrell, 1983; Hang y Sereno 1989; Mazzarino et al., 1981, citados por Acosta et al., 1994). La mayor absorción de nitrógeno contribuye a que los crecimientos de las gramíneas sean menos afectados, en condiciones de menor radiación solar. Es por ello que en algunos casos incluso pueden presentar mayor contenido de biomasa bajo la copa del árbol que a cielo abierto (Guenni, 2008).

Los árboles de *Prosopis* mejoran la fertilidad del suelo bajo su dosel. Son considerados como componentes ideales para producciones de bajo consumo de energía ya que reducirían la necesidad de riego y fertilización en zonas áridas (Karlin y Ayerza, 1982). Zarate, 2012 estimó que las hojas de *prosopis alba* aportarían 52 kg de N/ha/año

en plantaciones de 450 arboles por hectáreas, de 6 /7 años de edad. Esto equivaldría (de manera muy simplificada) a 115 Kg de Urea/ha/año.

### **3.2.1.3 Otros aspectos beneficiosos del algarrobo a los sistemas**

Uno de los problemas más comunes en los planteamientos ganaderos es la invasión en las áreas destinadas a pasturas de especies leñosas. Si bien en un contexto de biodiversidad esto puede ser beneficioso, no lo es cuando escapa al control y afecta al resto de las componentes. Bajo la copa los árboles de *Prosopis* disminuye la presencia de otras leñosas arbustivas que compiten con la pastura (Al Rawai, 2007 citado por Kurt, 2011).

## **3.2.2 La pastura bajo la componente forestal algarrobo**

### **3.2.2.1 Aspectos generales**

La presencia del árbol implica una reducción de la luminosidad disponible para los estratos más bajos. También se produce una variación en la calidad espectral de la luz (Wilson y Ludlow, 1991 citados por De Andrade et al, 2004). Las hojas de los árboles producen la filtración de radiación solar en las fajas de ancho de onda del azul y el verde.

Al reducirse la intensidad lumínica el estrato herbáceo reacciona a través de mecanismos de aclimatación. Se producen alteraciones en su fisiología y distintos cambios que son importantes tener en cuenta porque repercuten en la producción y calidad de la pastura.

Cambios fisiológicos:

- Cambios en las hojas. Las hojas son más alargadas, anchas (Castro et al., 1999) y menos gruesas, lo que implica mayores valores de área foliar específica y

mayores índices de área foliar (Paes et al., 1994; Navarro y Villamizar, 2012, Hernandez y Guenni, 2008). Esto le permiten tener una superficie de asimilación más eficiente en la captación de la luz para superar así la reducción de la radiación bajo la sombra.

- Variaciones en la concentración de clorofila. Concentraciones de clorofila en las hojas de *Angropogongayanusc* “Planaltina” y *Panicum máximum* cv “Tanzania” fueron mayores bajo sombra artificial que a pleno sol. Pudiendo ser esta una respuesta de los individuos para aprovechar mejor a luz en ambientes sombreados (De Oliveira et al., 2013)
- Aumentos en la asignación de recursos a la parte aérea (relación tallo/raíz alta) (Murphy y Briske, 1992; Soares, 2009). Se observó en *Panicum maximun* cv *Likoni* mayor altura (37% mayor bajo sombra que a pleno sol), reducción del diámetro basal y en la producción de vástagos. Mientras que se encontraron alturas mayores a pleno sol que bajo la copa de *Pithecellobium saman* para *Panicum maximin* cv *Mombaza* (Navarro y Villamizar, 2012). Presentaron mayores valores de altura, variedades de *Panicum maximun* (cv *Vencedor*, cv *Mombaca*) para niveles de sombra del 30%, y 75% (Castro et al., 1999 y Moraes da Matta et al., 2008). Gramíneas del genero *Panicum*, *Braquiaria* y *Cynodont* tuvieron una relación hoja/tallo más estrechas bajo sombra de *Eritrynapoepiggiana* (Bustamante et al., 1998).
- Reducción en el número de macollas bajo sombra (Navarro y Villamizar, 2012, Murphy y Briske, 1992). Los pesos de las raíces y relación sistema radical sistema aéreo no manifestaron cambios significativos (Penton 1999). Mientras que

el número de macollas, masa seca de las raíces, materia seca total, entre otros no mostraron relación con los % de sombreamiento (Moraes da Matta et al., 2008).

### **3.2.2.2. Aumento de contenido de proteínas. Mejoramiento de la calidad**

La calidad de la pastura es mejorada bajo sombra. El porcentaje de Proteína bruta en gramíneas que crecen bajo luminosidad reducida es mayor que cuando crecen a pleno sol, (Franke et al., 2001; Carvalho et al., 2003; Soares, 2009; De Andrade et al., 2002). La concentración de N en la biomasa aérea bajo sombra aumenta, (Hernandez y Guenni, 2008; Castro et al., 1999).

La absorción de nitrógeno por las gramíneas es estimulada por la sombra moderada. Independientemente de si los árboles son fijadores de nitrógeno esto se da por el microclima que se genera bajo la copa de los árboles. La pérdida de humedad del suelo es más lenta, las temperaturas favorecen la presencia y actividad de la macro y micro fauna lo que resulta en una mayor mineralización y disponibilidad de N en el suelo (Carvalho y Xavier, 2005; Eriksen and Whitney, 1981).

Existen estudios en los cuales el contenido de Proteína bruta no varió bajo los árboles y cielo abierto (Nune 2004). El contenido de materia mineral y de proteína en campin buffel no varió en función de crecer bajo sombra de *Prosopis juliflora* o a cielo abierto. El autor señala que si bien bajo la copa de los árboles habría mayor disponibilidad de materia orgánica y agua la competencia radicular entre las dos componentes impide a las gramíneas aprovechar estos recursos (Nune, 2004).

También muchos trabajos indican una disminución del contenido de fibra bajo la copa de los árboles (Deccarett, 1967). Pero esto es más variable, otros trabajos muestran que no hay cambios en el contenido de fibra en pasturas creciendo bajo sombra y a pleno sol, (Franke et al., 2001; Hernandez y Guenni, 2008; Soares, 2009; De Oliveira et

al., 2008). Mientras que se encontró que *camping buffeel* tuvo mayor contenido fibroso bajo copa de *Prosopis juliflora* que a cielo abierto (Nune, 2004). La digestibilidad de materia seca (DIVMS %) de braquiaria bajo sombra se mantenían similares durante los periodos de sequía a los valores en épocas más lluviosas, mientras que a pleno sol disminuían (Carvalho et al., 2003).

### 3.2.2.3 Producción de pastura

Si el componente forrajero son gramíneas tropicales es de esperar que su producción disminuya ya que están mejor adaptadas a altas condiciones de luz, porque poseen un mecanismo fotosintético del tipo C4. Existen trabajos que señalan una disminución de la producción de materia seca de gramíneas forrajeras especialmente para porcentajes de luz menores al 50% (Paes et al, 1994; de Adrade et al., 2002; Navarro y Villamizar, 2012; Soares et al., 2009; Hernandez y Guenni, 2008). Mientras que otros indican que la producción se mantiene o mejora bajo los árboles (Daccarett, 1967; De Oliveira et al., 2013; Hernandez y Guenni, 2008, Castro et al., 1999).

Para entender estos resultados disímiles es necesario considerar los siguientes aspectos:

- El grado de sombreado: en general las especies tolerantes tienen una producción similar o mejor que a cielo abierto, con porcentajes de sombra hasta un 50%.
- Aspectos relacionados al sistema edafoclimático (Carvalho y Xavier, 2005).

Distintos autores sostienen que puede ser mayor la producción forrajera en condiciones de sombra con densidades bajas de árboles, condiciones medias de fertilidad de suelos y en lugares de bajas precipitaciones (Burrows, et al., 1990; Wilson, et al., 1990; Belsky, et al., 1989; Weltzin y Coughenour, 1990 citados por Castro, et al.,

1999). Bajo estrés hídrico en estaciones secas, pasturas de los géneros *Braquiaria*, *Panicum* y *Paspalum* sometidas a sombreado artificial tiene mayores producciones a 30% e incluso 50% de sombra que, a pleno sol (De Andrae et al., 2004).

La tolerancia media de la especie a la sombra y la baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo son los factores que provocan un mayor rendimiento de MS de *Panicum Máximumcv Vencedor* bajo 30% de sombra artificial (8.257 kg/ha versus 7.152 cielo abierto) (Castro et al., 1999). Este autor señala que las gramíneas que tenían más productividad, tenían también niveles más elevados de Carbohidratos totales no estructurales. Sombreamientos más intensos, (60%) producen que las reservas de esos carbohidratos disminuyan. Niveles bajos de reservas son críticos para el rebrote y la sobrevivencia de las gramíneas en ambiente sombreado (Wong y Stur, 1996, citados por Castro et al., 1999).

En un estudio realizado en el sudoeste chaqueño, en el paraje de Pampa Cabrera Chaco encontraron producciones de materia seca de pastura bajo árboles de algarrobo similares a cielo abierto. En la plantación se aplicaron 2 tratamientos sin raleo (SR) densidad inicial de 500 plantas/has, Con raleo (CR) densidad de 250 plantas /has y a cielo abierto (CA). Las jaulas estuvieron ubicadas en dos sectores dentro de la plantación teniendo en cuenta la intensidad de la luz, (Bajo copa (BC) y entre copa (EC). Si bien la producción acumulada de CA fue superior que los demás (8293 kg MS has. 7455; 6787; 6003 y 2365 para CR. BC; CR.EC; SR.EC; SR. BC, respectivamente); estas diferencias no fueron significativas excepto en la situación SR. BC que presentó los menores valores (Test de Fisher:  $p < 0.05$ ).

Por otra parte, la menor cantidad de materia seca bajo copa de árboles, puede estar relacionada también a la competencia por nutrientes entre la componente forestal y la

forrajera. Si bien la producción de materia seca de gramíneas en parcelas con árboles de *Eritryna poeppigiana* es mayor que en parcela de gramíneas solas. Al analizar la producción a 1 metro de los árboles esta es menor para todas las especies de gramíneas que a tres metros de distancia del mismo (Bustamante et al., 1998).

Con respecto a la respuesta de la gramínea forrajera bajo sombreado y la disponibilidad de agua, el microclima generado por los árboles puede aumentar la producción forrajera en los periodos de déficit hídrico (Ludwing, 2001). La regulación de la temperatura del ambiente bajo la copa de los árboles provoca una disminución de la pérdida de agua por transpiración a través de las estomas. Esto está relacionado también a la regulación de las temperaturas de los suelos y la disminución de la velocidad del viento en el interior de los bosques (Soares, 2009). Se produce entonces, un retraso de la incidencia del estrés hídrico y también adelanta el inicio del crecimiento a medida que mejora las condiciones de humedad en el suelo. Aunque la competencia entre las componentes también puede producirse (Djimde, 1989; Reynolds, 1995).

Mayores temperaturas bajo la copa de los árboles en invierno explicarían que en el interior de los bosques no se produzcan heladas (Sartor et al., 2007 citado por Soares 2009). Los árboles actúan como cobertura protectora. Estudios realizados con la especie leguminosa *Acacia Caven* verificaron que las temperaturas máximas fueron 2 a 3°C más bajas que en las áreas de pasturas a cielo abierto. El efecto de la sombra sobre las temperaturas del suelo es mayor, a los 5 cm de profundidad variaron de 3 a 10°C dependiendo de la época del año (Ovalle Avellaño, 1984 citado por Carvalho, 2005). Bajo la copa de *Prosopis* disminuyen los efectos de las temperaturas bajas, por lo cual las gramíneas mantienen sus cualidades por más tiempo sufriendo menos las heladas (Karlin y Ayerza (1982).

El sombreado entonces produce una disminución de la estacionalidad en la producción de las pasturas. El porcentaje de materia seca se mantiene más constante durante periodos secos cuanto mayor sea el grado de sombreado (De Andrade, et al.,2004). Los cambios en el microclima respecto al suavizar las temperaturas y la menor radiación también ejercen efectos sobre la fenología de las plantas. Estas tienden a permanecer más tiempo en estado vegetativo, floreciendo más tarde y de manera irregular. Esto que es una ventaja para la planificación ganadera puede ser un problema para la continuidad de las pasturas, si no se la maneja adecuadamente (Soares, 2009).

### **3.3La componente ganadera en sistemas con algarrobo**

Beneficios que la componente ganadera otorga al sistema:

- Renta anticipada por la venta de carne/leche.
- Disminución de costos de mantenimiento por consumo del sotobosque (pasturas)
- Disminución de riesgo de incendio.
- Pueden hacer innecesario retirar las ramas provenientes de la poda o el material fino del raleo ya sea porque aprovecha para consumirlas o por pisoteo.
- Pueden hacer innecesario control de rebrote de raleo de *Prosopis* por consumo de ramas que rebrotan.

La calidad de la pastura que mejora bajo la copa de los árboles especialmente en invierno y en épocas de sequía favorece a la componente ganadera. Además, disminuye el estrés por condiciones climáticas desfavorables, que afecta la ingesta de los animales y su productividad (Carvalo y Xavier, 2005).

Con exceso de temperatura los animales aumentan su frecuencia respiratoria y cardíaca, aumenta la ingestión de agua y reducen la ingestión de alimento “La sombra de la copa de los árboles puede reducir un 26% la carga de calor del animal,

comparando con a cielo abierto” (Silva et al., 2010). Por otra parte, un animal vacuno puede dejar de ganar en un día de calor hasta  $\frac{1}{4}$  de kilo. Esto es de gran importancia especialmente dado los veranos rigurosos de la región. Al mantenerse la estabilización térmica es de esperarse que la producción de carne sea mayor que a cielo abierto (Karlin y Azerya, 1982). También el calor afecta la fertilidad, reduce la tasa de concepción y el peso de los terneros al nacer (Daly, 1984, citados Carvalo y Xavier, 2005). Existe bibliografía que indicaría este comportamiento especialmente en razas lecheras (Damasceno et al., 1998; Carvalo y Xavier, 2005).

### **3.4 ¿Cuáles son las cuestiones necesarias para obtener un buen desarrollo de la componente forestal en el marco de un sistema silvopastoril?**

En primer lugar, hay que tener en cuenta que los primeros años de una plantación son críticos para lograr su implantación y buen desarrollo futuro. Por ello la combinación de componentes en los estadios iniciales debe ser cuidadosamente planificada para evitar consecuencias negativas en el sistema en general. Un punto crucial es el manejo de la competencia con pasturas o cultivos en los estadios iniciales de la plantación. El algarrobo es una especie de luz, una competencia fuerte puede producir desde la muerte de ejemplares hasta una fuerte reducción del crecimiento.

En la región semiárida de Brasil, en sistemas agroforestales la introducción de la pastura se produce luego de los 2 años de establecida la plantación. A partir del primer año recomiendan la asociación con cultivos anuales (Mesquita Carvalho, 2001). Este esquema es utilizado en Combinaciones entre algarobia (*Prosopis juliflora*) y campim bufel (*Cenchrus ciliaris*). Esto se realiza de esta manera para permitir el buen desarrollo de las plantas dada las condiciones de aridez de la región y a la agresividad de crecimiento de la pastura (Fernandez Lima, 2005).

El segundo punto importante es el momento oportuno de introducción del ganado, ya que en los estadios iniciales de la componente forestal los animales pueden producir daños físicos. Estos daños pueden ser: por pisoteo de las plantas jóvenes, al rascarse en los tallos, raspar la corteza o por ramoneo de ramas y brotes. En un trabajo realizado en Brasil de 160 plantines de diferentes especies que fueron pastoreados desde el mes de plantados solamente el 14% permaneció en buen estado al año de la plantación (Baggio y Carpanezzi, 1989).

Las características particulares de *Prosopis alba* (ramas y follajes altamente palatables) hacen que sea necesario tomar recaudos, ya que la calidad del fuste puede verse comprometida por quiebre y ramoneo. Los daños acentúan la tendencia de la especie a producir tallos múltiples, lo que implica mayores intervenciones de poda si se desea producir un tallo único con destino a madera para usos sólidos.

Existen estructuras de protección para los árboles como ser alambres de púas enrollados en espiral con una estaca o con una estructura triangular. Estas estructuras han sido probadas en sistemas donde se introduce el árbol en pasturas ya establecidas, en Brasil (Baggio y Carpanezzi, 1989). Sin embargo, el uso de las mismas implica un aumento del costo operacional del 9% y una disminución del 27% en el retorno en bruto (Montoya y Baggio, 1991; citado por Días et al., 2008). Hay también trabajos iniciales que citan buenos resultados impregnando los árboles con diluciones de heces de ganado (Vieira et al, 2009). También se sugiere el uso de cercos eléctricos para protección de los árboles de *Prosopis* (Osuna Leal y Sanchez, 2003).

Una estrategia de manejo, a fin de prescindir de estructuras, es que el ingreso de los animales se produzca cuando ya no puedan hacer daños a las plantas o que estos sean mínimos. Cuando tienen 1 a 2 metros de altura (Mesquita Carvalho, 2001), o

edades de 4 a 5 años (Suarez y Borodoswki, 1999), ingresando animales de categorías de menor porte y peso como vaquillonas para recría o novillitos en invernada o engorde.

También es importante no solo para el componente forestal, sino que está muy relacionado a la persistencia de la pastura, el manejo de la carga y los periodos de descanso. En los sistemas silvopastoriles donde el buen desarrollo y la persistencia de la componente pastura guarda un delicado equilibrio con la componente forestal, la regulación por medio de la carga animal y los periodos de descanso es esencial. En bosque nativo se encontró que el porcentaje de plantas dañadas fue menor cuando había mayor cantidad de pasto acumulado (48% de plantas dañadas versus 65%). También se encontró que el porcentaje de plantas dañadas aumentó cuando se prolongó el periodo de pastoreo (Simón et. al., 1998).

Las actividades silviculturales de poda y raleo imprescindibles en un óptimo manejo forestal cobran todavía más importancia en el contexto de sistemas. Estas actividades no solo mejorarán la calidad del fuste, sino también permitirán la mayor penetración de luz dado la apertura de la masa y la disminución de ramas basales. El sombreamiento que produce la copa de los árboles puede reducir hasta su desaparición a la componente pastura, sin el manejo adecuado. Los niveles de sombreamiento están determinados por la densidad arbórea.

Estrategias de manejo para resolver esto es el planteamiento de modelos que parten de densidades iniciales más baja que en un modelo forestal, arreglos y distanciamientos diferentes. También es importante la elección de la pastura, que se adapte a las condiciones ecológicas de la zona y sea tolerante a la sombra. Otra estrategia consiste en la aplicación de tratamientos silviculturales podas y raleos que permitan una mayor apertura de luz, como ya se ha mencionado. Pasiiecznik et al. (2008),

sostienen que un sistema silvopastoril debe tener solamente 100 abr./ha. Esas recomendaciones pueden variar considerablemente de acuerdo a las condiciones de fertilidad del suelo y precipitación.

**Capítulo IV**  
**Descripción de modelos: Ganadero, Forestal y Silvopastoril**

## **4. Descripción de los modelos**

### **4.1 Modelo Ganadero**

#### **4.1.1 Descripción del modelo ganadero**

La situación “sin proyecto 1” es un modelo ganadero puro de recría de novillos, con pastura implantada sin la presencia de árboles, “a cielo abierto”. La base forrajera del mismo lo constituye la pastura implantada Gatton panic (*Panicum máximum*). Esta especie megatérmica es la principal especie implantada en la provincia del Chaco, (71% del total de las especies implantadas) y es utilizada tanto en planteos a cielo abierto como en silvopastoriles (RIAN, 2009; Chiossone et al., 2014).

El Gatton panic presenta un comportamiento estacional como todas las pasturas megatérmicas. En promedio el 70% de la producción anual se concentra en los meses de noviembre a febrero. La variación se produce no solo en cantidad sino también en calidad. Esto implica contar con una pastura de gran producción y de alto contenido en proteína, al inicio de la estación de crecimiento. En el invierno (condiciones de baja temperaturas y escasas precipitaciones) se produce un déficit en ambos aspectos (Chiossone et al., 2014).

La productividad de la pastura fue definida a partir de valores obtenidos en estudios de la zona (Chiossone et al., 2014). En el Tabla N° 9 pueden verse los valores de materia seca a cielo abierto, en función de las precipitaciones obtenidos para tres localidades del centro-oeste Chaqueño: Concepción del Bermejo, Pampa del Infierno y Avía Terai. En las dos primeras localidades los cortes de pastura del cual se obtienen los datos, se realizaron bimestralmente. En la localidad de Avía Terai, los cortes se realizaron en el periodo estival en distintos intervalos. Fue utilizado como producción media para este modelo ganadero, la producción media de materia seca de Gatton panic,

8.261 Kg MS/ha correspondiente al registro realizado en Concepción del Bermejo (Tabla N°7).

**Tabla 7:** Producción anual de Gatton panic y precipitaciones en tres localidades de la Provincia del Chaco

Años	Pampa del Infierno <sup>(1)</sup>		Concepción del Bermejo <sup>(1)</sup>		Avía Terai <sup>(2)</sup>	
	Kg Ms/ha	mm	Kg Ms/ha	mm	Kg Ms/ha	mm
<b>08-09</b>	6.981	726	6.268	540		
<b>09-10</b>	10.524	1.256	18.533	980		
<b>10-11</b>	5.490	718	7.531	785	11.781	739
<b>11-12</b>	2.556	577	3.637	532	4.188	313
<b>12-13</b>	8.068	526	5.917	640	4.796	282
<b>13-14</b>	18.005	1.211	7.681	1.056	10.513	865
<b>Promedio</b>	8.604	836	8.261	756	7.807	562
<b>DS</b>	5.315	318	5.239	224	3.868	308
<b>CV</b>	62%	38%	63%	30%	50%	55%

<sup>(1)</sup> Cortes realizados bimestralmente durante todo el año.

<sup>(2)</sup> Cortes realizados durante el periodo estival de lluvias a distintos intervalos.

DS: desvío estándar. CV: Coeficiente de variación.

Fuente: Chiossone et al 2014.

#### 4.1.1.1 Establecimiento y mantenimiento de la pastura

Para asegurar la implantación y desarrollo de la pastura se tuvieron en cuenta las siguientes actividades:

- Preparación de suelos: consiste en dos pasadas de rastras pesadas para lograr una buena cama de siembra que asegure una buena germinación de semillas. Los meses de octubre y noviembre son la época de siembra recomendada para la zona. Se utilizó una cantidad de 5 kilogramos de semillas/hectárea.

Los cuidados de mantenimiento fueron:

- Desmalezado anual con desmalezadoras para control de malezas.
- Roturado con rastra de disco cada 3 años, para aireación y mantenimiento de la pastura.
- Control químico de leñosas cada 3 años, a partir del 4 año. con herbicida para leñosas (tordon). Cobertura total. 2-3 litros por hectárea.

#### 4.1.1.2 Manejo Ganadero

El manejo realizado es un pastoreo rotativo. Se consideró infraestructura para el manejo, manga, alambres fijos, boyero eléctrico, corrales y aguadas. La superficie de pastura implantada fue de 50 hectáreas, dividida en 10 potreros. Se propuso una rotación de 3 días de pastoreo y 27 días de descanso. Dado el carácter de crecimiento estacional de la pastura, se consideró que del total de potreros se utilizaron efectivamente solo 7 en la estación de crecimiento. Los dos potreros restantes se utilizaron como diferidos en el invierno. El inicio del consumo de la pastura se realizó en otoño, luego de que se produjo la diseminación (caída) de la semilla.

El ganado es de raza Bradford. En el modelo se utilizó una categoría de animales de entre 160 - 200 kg de PV (Peso Vivo) inicial, en recría de novillos. En esta categoría se busca aumentar la productividad mediante el acortamiento del periodo de recría. Esto permite luego de un engorde terminar novillos con 24 meses.

Dada la característica estacional de la pastura, el consumo en esta categoría, fue del 2,6 % del PV en la época estival y del 2,2 % del PV en la época invernal. Los terneros con un PV después del destete de 160 kg ingresaron al sistema en el otoño (abril) para alcanzar un PV de 360 kg doce meses después. Luego, los mismos, irán a terminación o engorde. Los requerimientos de MS en Kg de *Gatton panic*, fueron de 1.664 de Kg/MS/cab en la época estival y de 695 Kg/MS/cab en la época invernal, siendo el requerimiento total anual de 2.339 Kg/MS/cab.

Se consideró una suplementación estratégica en invierno para evitar la pérdida de peso en esta estación crítica y alcanzar los 360 kg de PV buscados. La suplementación estratégica durante el periodo invernal fue de 0,50 del PV a base de semilla de algodón, lo que equivale a un total de 158 Kg/MS/cab. De acuerdo con esto y con los datos de

producción de la pastura, considerando además un factor de uso de la pastura del 50%, la carga promedio en una ha para este modelo fue de 1,77 nov/ha/año. Con esta carga se obtuvo una producción de 357 kg/ha/año.

Teniendo como referencia estudios realizados por El Banco Mundial (2013) (ver Apéndice 2) se estableció que cada 7 años se produce un periodo seco y que la productividad de la pastura a cielo abierto disminuye a 5.274 Kg MS/ha. La carga promedio para esta producción de pastura fue de 1,12 nov/ha y se obtuvo una producción de 227 Kg/ha de carne.

#### **4.1.1.3 Manejo sanitario**

A fin de preservar la sanidad de los animales, el modelo contempla la aplicación de un plan sanitario. El mismo fue definido con profesionales veterinarios de la ciudad de Sáenz Peña, Chaco, y contempla las principales enfermedades a la región: Carbunco, Mancha y Exteroxemia, Aftosa, complejo respiratorio, parásitos internos y externos. El plan completo propuesto en la recría puede verse en el apéndice 3 y considera que los animales que ingresan al sistema han recibido un manejo sanitario en su etapa como terneros.

#### **4.1.1.4 Mano de Obra**

Se consideran jornales para las actividades de implantación y cuidados de las pasturas, y un encargado permanente desde el inicio hasta el final del proyecto. El manejo sanitario requiere de la participación de un profesional, médico veterinario y de dos peones que colaboren en la aplicación de las vacunas. Los coeficientes técnicos de la mano de obra de estas actividades pueden verse en el apéndice N°4.

## 4.2. Supuestos del modelo ganadero puro

- Se consideró que la vida útil de la pastura fue de 25 años. Esto significa que no se contempla resiembra de la misma en este periodo de tiempo.
- Se utilizó una productividad anual promedio para las pasturas y este valor fue constante para el horizonte de tiempo referido, excepto en los años de sequía.
- Los años, 7,14 y 21 fueron considerados como años en los cuales se produjo una disminución de las precipitaciones y por ello la productividad anual promedio de las pasturas disminuyó.
- La producción ganadera se calculó en función de la producción de pastura y por lo tanto también fue para el horizonte de tiempo referido.
- En los años considerados con menores precipitaciones la producción ganadera disminuyó, conforme a la disminución de la pastura.

## 4.3 Egresos e ingresos del modelo Ganadero

### 4.3.1.1 Inversiones

Las inversiones para iniciar un proyecto ganadero incluyen: la instalación de la pastura, la compra y manejo de los animales y gastos estructurales del primer año (Tabla N8). Estos gastos alcanzan un valor para el total de la inversión de 59.741 US\$, lo que significa 1.184,96 US\$/ha, (Apéndice 5, tipo de cambio y fecha definido en metodología, caracterización del flujo de caja.).

**Tabla 8:** Inversiones del sistema Ganadero

<b>Inversiones</b>	<b>US\$/ha.</b>	<b>US\$/Totales</b>
Instalación de pastura	167,0	8.346,5
Compra de animales	806,7	40.331,7
Gastos estructurales	221,3	11.063,2

### 4.3.1.2 Gastos de operación

Los gastos de operación incluyen los gastos de mantenimiento de la pastura, control de leñosas y los gastos correspondientes a la componente animal (tabla N 9). Los gastos de mantenimiento incluyen desmalezado anual (44,0 US\$/ha), un roturado cada tres años (47,5 US\$/ha) y control de leñosas químico cada tres años (49,4 US\$/ha). Los detalles de estos gastos pueden verse en el Apéndice 6.

**Tabla 9:** Gastos de operación del sistema Ganadero

<b>Categoría del gasto</b>	<b>US\$/ha</b>
Desmalezado manual	44,0
Roturado	47,5
Control de leñosas químico	49,4
Compra, sanidad y suplementación de animales	807*-586**

\*Años 5 al 25

\*\* Años 7-14-21

Los gastos correspondientes a la componente animal incluyen su compra, sanidad y suplementación y fueron de: 807 US\$/ha, y de 40.332 US\$ para el total de las 50 hectáreas. Los años de menor producción de pastura (7, 14 y 21), los gastos de la componente animal fueron de 586 US\$/ha y 29.308 US\$/ha para el total de las 50 hectáreas.

### 4.3.2. Ingresos

Los ingresos del modelo corresponden a la venta de carne, (novillo, puesto en campo) producida en la hectárea de pastura, el precio unitario fue de 1,93 US\$/kg. En los años en los cuales se simuló una menor producción de pastura (7, 14 y 21) los ingresos por hectárea fueron de 982 US\$/ha, mientras que el total del ingreso en las 50 hectáreas fueron de 49.113 US\$. Para los años 1 al 25 (exceptuándose los años 7 -14 y 21) el ingreso por hectárea fue de 1.230 US\$, mientras que para el total de la inversión

fue de 61.531 US\$, (Apéndice 7). En el Apéndice 8 puede verse los ingresos y egresos para los 25 años de este modelo Ganadero.

## 4.2 Modelo Forestal

### 4.2.1 Descripción

La situación “sin proyecto 2” es una plantación forestal pura con la especie algarrobo blanco (*Prosopis alba*). Se modela una plantación de 50 hectáreas, para la zona centro oeste de la provincia de Chaco en suelos agrícolas degradados. Estos suelos tienen una capacidad de uso de I a III según la clasificación por Capacidad de Uso de USDA (Ledesma y Zurita, 1995), por lo cual son suelos que presentan aptitud para uso agrícola, pero han sido degradados por la producción continua de cultivos como algodón y soja. El destino de la producción de la forestación es madera de calidad, para usos sólidos. El distanciamiento inicial fue de 4x4, en un arreglo cuadrado y la densidad inicial fue de 625 plantas por hectárea. El material genético utilizado es semilla proveniente de rodales locales, de la Provincia de Chaco. Los plantines se producen en forma tradicional (macetas en bolsas plásticas) óptimos en altura y diámetro de cuello y con adecuada rustificación.

Los incrementos de dap y altura total fueron estimados con las ecuaciones desarrolladas para Clase de sitio III buena, de la provincia de Formosa (Pérez, 2014). Esta clase de sitio tiene una productividad moderada. Las ecuaciones utilizadas son:

$$dap = -6,004 + 11,524 * \ln E \quad ht = -1,211 + 4,015 * \ln E$$

Dap= diámetro a la altura de 1,30 metros.            Ht = altura total

Ln E= Logaritmo natural de la edad.

#### **4.2.1.1 Implantación de la forestación**

Se consideró para el modelo una preparación de suelo total de la superficie a plantar, con dos pasadas de rastra liviana. La época seleccionada para implantar fue febrero, en función de los buenos resultados obtenidos en experiencias de plantación en la Estación Experimental Sáenz Peña. Se propuso la realización de un riego posterior a la plantación, “riego de asiento” considerado necesario para una adecuada implantación.

Para el control de maleza inicial se propuso el uso de un herbicida pre emergente: Spider (Diclosulan). Este herbicida ha dado buenos resultados por un periodo de hasta 6 meses en ensayos realizados en plantaciones de *Prosopis* en Saenz Peña Chaco, (comunicación personal.). Para un uso eficiente del mismo es necesaria que todas las malezas que pudieran haber emergido sean eliminadas. Por ello se realizó la aplicación del herbicida pre emergente junto con glifosato.

No se utilizó tutores a fin de obtener fustes más rectos. Se considera que el uso de los mismos no asegura este fin, además de tener un costo económico considerable. Se consideró la construcción de calles cortafuegos (5% de la superficie forestada), a fin de minimizar los riesgos de incendio.

#### **4.2.1.2 Cuidados culturales**

Se consideraron los siguientes cuidados culturales:

*Limpieza post plantación:* el uso de herbicida pre emergente, brinda un periodo de carencia de 6 meses. A partir de allí se realiza un mantenimiento convencional de limpieza manual alrededor de las plantas y 2 rastras cruzadas, en los 5 meses siguientes. Hasta el tercer año se plantean limpiezas con desmalezadoras acopladas a tractores en los entre líneas de la plantación.

*Control de liebres:* Se consideró para el modelo el uso de repelente (oleoresina de capsicum al 10%), durante el primer año de plantación. La vida útil del mismo es de 45 días. Se realizaron 3 aplicaciones en los meses de invierno.

*Reposición:* Dada la aplicación de preparación de suelos y cuidados culturales se consideró una falla mínima de 5% por lo cual no se realizó reposición.

#### **4.2.1.3 Tratamientos Silviculturales**

*Podas:*

Para la formación de un único tallo, recto sin ramas co-dominantes, ni cicatrices de gran tamaño las podas desde los primeros años son necesarias. El manejo propuesto consistió en una combinación de podas de formación y sistemáticas realizadas en invierno. A partir de ellas se obtuvieron fustes de tres metros de largo.

En el caso particular del modelo, a los dos años se propone la poda de formación. Esta poda consiste en eliminar solo las ramas de igual grosor del tallo, cualquiera sea su posición. En función de la experiencia la poda de formación se aplicó al 80% de los ejemplares.

Para las podas sistemáticas se aplicó el criterio de altura de poda variable, es decir podar a mayor altura los árboles de mayor tamaño y a menor altura los más pequeños. Para la primera poda sistemática, la altura promedio de los árboles podados sería de 1 metro, obteniéndose árboles con alturas de fustes que variaran de 1,0 a 1,5 metros. Las siguientes podas sistemáticas también alcanzarían una altura promedio de 1 metro a partir de la poda anterior. Con ellas se obtendrán alturas de fustes de 2 a 2,5 en la segunda poda y llegarán hasta 3 metros en la tercera. Las podas sistemáticas propuestas para realizar a partir de los 5 años se practicarán a los ejemplares que quedaron luego del raleo. Las edades y tipos de podas aplicados pueden verse en la tabla N° 10.

**Tabla 10:** Esquema de poda para la plantación de *Prosopis*

<b>Edad de realización de poda (años)</b>	<b>Tipo de poda</b>	<b>Altura total de árbol podado</b>	<b>Altura de poda promedio (metros)</b>
2	De formación	1,6	*
3	Sistemática	3,2	1
5	Sistemática	5,2	1
6	Sistemática	6,0	1

\*Las ramas que se eliminan pueden estar ubicadas en cualquier lugar del largo de la planta.

#### *Control de brotes epicórmicos*

Una característica de la especie es la emisión de brotes epicormicos cuando se suprimen las ramas principales. En el modelo se propone la eliminación de estos brotes antes de que alcancen consistencia leñosa. Basado en experiencias de campo las podas de formación no producen excesivos brotes epicormicos. Las podas sistemáticas no superaran el 50% de intensidad, por lo que se espera que la emisión de rebrotes sea moderada. Se propone para el modelo dos controles de repaso durante el verano del año en que se hizo la poda de sistemática.

#### *Raleos*

A partir de una densidad inicial de 562 plantas/has (densidad inicial – 5% perdida) se llegó al turno final con 142 árboles/has. Se aplicaron 3 raleos selectivos. El primero de ellos, raleo perdido fue selectivo por lo bajo. Los dos subsiguientes fueron también selectivos por lo bajo, combinando este criterio con la buena configuración espacial para evitar situaciones de competencia entre árboles Se utilizó el número de árboles por hectárea como forma de aplicación del raleo. Las edades, intensidades y densidades finales pueden verse en el cuadro N°11.

**Tabla 11:** Caracterización de los tres raleos a aplicar en plantación forestal de *Prosopis alba*

Edad (años)	Densidad Inicial(ar b/ha.)	Intensidad (%)	Intensidad (n° de árboles a extraer)	Densidad remante(arb/ha.)	Dap medio (cm) Antes de la intervención	Volumen Promd. fuste individual a extraer (m3)	Volumen de fuste extraído por ha. (m3/ha)
5	593	30	178	415	12,5	0,003	5,01
12	415	40	166	249	22,6	0,135	22,41
19	249	40	100	149	27,9	0,205	20,5

Se tomó como referencia los datos de productividad diaria de raleos no comerciales y comerciales obtenidos por Coronel y Gómez (2014) y Coronel et al. (2014). Si bien, la eficiencia, la productividad y el costo de raleo calculado en estos trabajos son aplicables a esos escenarios de estudio, se utilizarán esos datos por falta de los mismo para la zona.

Los residuos de ramas y hojas se proponen que sean sacados de la plantación para evitar riesgos de incendio. Se utilizaron para ello tractor con acoplado. A partir del segundo raleo se consideraron 2 operarios adicionales para el acopio y carga de los rollos. El rebrote fue manejado manualmente con machete.

#### 4.2.2Corta final

La corta final está prevista realizar en el año 25 para un total de 149 ejemplares por hectárea. El volumen total de fuste por hectárea obtenido fue de 38 m<sup>3</sup>/ha.

#### 4.2.3 Mano de Obra

Se consideran jornales para las actividades de implantación y cuidados de la plantación. Se considera jornal para el mantenimiento de calles cortafuegos desde el segundo año hasta el final del proyecto. También se considera jornales de motosierrista

y operarios para las actividades de poda y raleo. Los jornales que insumen las actividades pueden verse en el Apéndice 9.

#### 4.2.4 Supuestos del modelo Forestal puro

- Se calcularon los volúmenes medios de fuste en función de los dap medios.
- El primer raleo normalmente se eliminan ejemplares tortuosos, enfermos y de menores dap, por eso es considerado como raleo no comercial. En este modelo el volumen de madera de fuste y ramas del primer raleo se comercializó como leña.
- Se consideró que el volumen de madera de fuste y leña final se comercializó en pie, por ello no se consideraron gastos de aprovechamiento y el precio de la madera de fuste fue menor.

#### 4.2.5 Egresos e ingresos del Modelo Forestal

##### 4.2.5.1 Egresos

##### 4.2.5.1.1 Inversiones

Las inversiones para la instalación de un proyecto forestal como el modelado incluyen: plantación de la forestación, control de malezas y plagas, elaboración de calles cortafuegos y gastos estructurales (Tabla 12). Estos gastos alcanzan un valor para el total de la inversión de 59.741 US\$, lo que significa 1.184,96 US\$/ha, (Apéndice 10).

**Tabla 12:** Inversiones del sistema Forestal

<b>Inversiones</b>	<b>US\$/ha</b>	<b>US\$/Totales</b>
Instalación de la plantación	643,3	32.367,3
Control de malezas y plagas	430,2	25.512,0
Elaboración de calles cortafuego	10,1	504,5
Gastos estructurales	84,4	4.219,0

#### 4.2.5.1.2 Gasto de operación

Los gastos de operación comprenden los gastos de mantenimiento de la plantación y tratamientos silviculturales. Los gastos de mantenimiento están integrados por desmalezado en entrelíneos 2 años (122 US\$/ha, dos veces en el año dos y dos en el año tres) y los egresos de mantenimiento de calles cortafuegos que son parte de los gastos estructurales y que se realizan todos los años hasta el final del proyecto, (30,3 US\$/ha, tres veces en el año). Los tratamientos silviculturales incluyen las podas y los raleos. (Tabla N° 13). En los egresos por podas se consideró también el manejo de brotes epicormicos. En los raleos también se incluyó los gastos de movimientos y transporte del material leñoso y de manejo de rebrote. Mayores detalles de gastos mantenimiento y de tratamientos silviculturales pueden verse en el Apéndice 11.

**Tabla 73: Gastos de mantenimiento y tratamientos silviculturales**

<b>Año</b>	<b>Concepto</b>	<b>US\$/ha.</b>	<b>Total, US\$ (50 has.)</b>
<b>2</b>	Poda de formación	46,9	2.347,2
<b>3</b>	1 Poda sistemática	98,3	4.915,7
<b>5</b>	2 Poda sistemática	73,5	3.674,0
<b>6</b>	3 Poda sistemática	73,5	3.674,0
<b>Raleos</b>			
<b>5</b>	1 Raleo	49,8	2.488,6
<b>12</b>	2 Raleo	342,2	17.108,9
<b>19</b>	3 Raleo	245,4	12.268,6

#### 4.2.5.2 Ingresos de la plantación

Los ingresos del modelo procedieron de la venta de la madera de los raleos comerciales y la corta final. El precio unitario para la madera aserrada fue de 79,3 US\$/Tn cuando se planteó realizar el aprovechamiento, y 68,0 US\$/Tn cuando se consideró la venta de los árboles en pie (corta final a los 25 años). El precio de la

tonelada de leña fue de 5,7 US\$. La madera para aserrado corresponde al volumen de fuste. Se consideraron valores medios de  $dap$  para los árboles a extraer. A partir de la ecuación:  $0,2462 * dap^2 - 1,2432 * dap + 2,281$  (Pernochi et al., 2017) se calculó el volumen de madera de ramas gruesas. Este volumen se comercializó como leña. Los valores de ingresos de modelo forestal pueden verse en la tabla N°14. En el Apéndice 12, puede verse los ingresos y egresos para los 25 años de este modelo Forestal.

**Tabla 84: Ingresos del modelo Forestal Puro**

Año	Producto	Cantidad Tn/ha.	Precio Unitario US\$	US\$/ha.	Total US\$ (50 ha.)
5	leña	9,5	5,7	54	2.689
12	Madera de fuste	22,4	79,3	1.777	88.833
	leña	16,6	5,7	94	4.689
19	Madera de fuste	20,6	79,3	1.625	81.262
	leña	15,9	5,7	90	4.500
25	Madera de fuste	38,5	79,3	2.616	130.804
	leña	29,9	5,7	32	1.613

### 4.3 Modelo Foresto-Ganadero 1

El modelo Foresto-Ganadero 1 propuesto tiene como componente forestal la especie *Prosopis alba*, cuyo principal objetivo es la producción de madera para usos sólidos. La componente forrajera en los primeros años es la alfalfa para producción de fardos. Posteriormente se introduce la pastura Gatton panic, sobre la cual se establece la componente ganadera, novillos de categoría liviana para producción de carne.

#### 4.3.1 Componente Forestal

Dado que la cantidad y calidad de luz en un sistema silvopastoril puede ser regulado a partir de la densidad y distribución de la componente forestal se propone el siguiente modelo:

- diseño en un cuadro de plantación de una hectárea con densidades iniciales más bajas que un modelo forestal: 476 árboles/ha.
- distanciamiento inicial con mayor espacio entre líneas, de 3 x 7 metros.

Las condiciones de sitio son similares a las planteadas en el modelo forestal (zona centro oeste de la provincia de Chaco, suelos agrícolas degradados, Clase de sitio buena de uso de I a III según la clasificación por Capacidad de Uso de USDA (Ledesma y Zurita, 1995). El material genético utilizado también proviene de semilla de origen local de la provincia del Chaco. Se consideró una pérdida de 5% en la implantación.

Los incrementos de dap y altura total fueron calculados con las mismas ecuaciones utilizadas en el modelo forestal. La preparación del sitio, la época de plantación y los cuidados culturales iniciales también fueron similares al referido modelo. No se consideran limpiezas entre líneas de plantación porque se incorporarán forrajera desde el año 0.

#### **4.3.1.1 Cuidados Silviculturales**

*Podas:* El esquema de podas propuestos para el modelo forestal fue también utilizado en este modelo silvopastoril.

*Raleos:* A partir de una densidad inicial de 452 plantas/hectáreas (densidad inicial menos 5% perdida) se llegó al turno final con 91 árboles/hectáreas. Para ello se aplicarán 4 raleos selectivos.

La oportunidad de raleo fue definida por la competencia entre árboles y especialmente por la expansión de la cobertura de copa, en función del efecto que tendría sobre la producción de pastura. Con la aplicación de los raleos se buscó mantener el % de cobertura de copa por debajo de 100 %, manteniendo un número de árboles remanentes que aseguren un manejo adecuado del rodal y una distribución óptima.

El primer raleo, raleo perdido fue selectivo por lo bajo. Los restantes raleos comerciales también fueron selectivos por lo bajo, pero se tuvo en cuenta la competencia y la configuración espacial. Se utilizó el número de árboles por hectárea como forma de aplicación del raleo. Las edades, intensidades y densidades finales pueden verse en la Tabla N° 15.

**Tabla 95:** Caracterización de los raleos a aplicados en sistema SFG 1, plantación de *Prosopis alba*

Edad (años)	Densidad Inicial (Arb./ha)	Intens. (%)	Intensidad (n° arb. a extraer/ha)	% de cobertura de copa antes del raleo	% de cobertura de copa después del raleo	Densidad Remanente (arbs/ha.)	Dap Medio (cm)	Volumen Prom. Fuste ind. a extraer (m3)	Volumen De fuste extraído Por hectárea (m3/ha)
<b>7</b>	452	35	165	92	71	287	16,4	0,071	11,7
<b>11</b>	287	35	100	105	74	186	21,6	0,123	12,3
<b>16</b>	186	30	56	97	71	130	25,9	0,177	9,9
<b>20</b>	130	30	39	80	58	91	28,3	0213	8,3

Se considera que las ramas y troncos fueron retirados de la plantación, (ramas y troncos de grosor mayor a 8 cm), utilizándose tractor con acoplado. A partir del segundo raleo se consideraron 2 operarios adicionales para el acopio y carga de los rollos.

Dada la palatabilidad de las ramas y hojas de esta especie se consideró que los animales consumirían los rebrotes emitidos de los tocones. Por ello no se realizó otro tipo de control.

#### 4.3.1.2 Corta final

La corta final se realizó en el año 25 para un total de 91 ejemplares por hectárea.

El volumen total de fuste obtenido fue de 24,57 m3/ha.

### 4.3.2 Componente forrajera

#### 4.3.2.1 Alfalfa:

Para los primeros cuatro años se propuso el cultivo de la alfalfa en los entre líneas de componente forestal. Este cultivo puede ser manejado de manera tal que no “ahogue” los árboles en los primeros años. El uso del forraje fue para corte y el destino de la producción para fardos.

La alfalfa es un cultivo adecuado para el domo central y sudoeste del Chaco. Tiene una alta producción de forraje anual (hasta 20.000 kg/ha/año) y un elevado contenido de proteína (20-25%). Esto depende de la edad del rebrote y de la fertilidad del suelo. Con un buen manejo la vida útil del cultivo es de 4 años (Chiossone, 2015; Casado, 2011).

Se han realizado en la provincia de chaco ensayos con diferentes variedades de alfalfa. Tomei et al. (2000), en ensayos realizados en la localidad de Bajo Hondo, compara cuatro variedades de alfalfa contra un testigo. Las mejores producciones alcanzaron hasta 21 ton/Ms/ha año. En Las Breñas, Chaco el INTA realizo ensayos de cultivares, la producción de forraje varió, entre 12-16 ton Ms/año en 8 cortes entre noviembre y julio, periodo 2010-2011. Los datos de los ensayos producción en la Provincia del Chaco, en ton de /Ms/ha años anuales y estacionales, así como los promedios pueden verse en el Apéndice 13.

Existen antecedentes de utilización de alfalfa en sistemas silvopastoriles. En la provincia de Mendoza, se obtuvieron producciones de 2.000Kg/ha, 3.083 Kg/ha y 3.916 Kg/ha en tres cortes respectivamente. La variedad de alfalfa utilizada fue la Monarca INTA, en plantaciones de *Populus*sp de 2 años de edad.

*Implantación:*

Preparación de suelos: dos pasadas de rastra de disco, una de rastra de dientes, entre líneas de algarrobo. La semilla de alfalfa fue inoculada con *Rizobium*, la densidad de siembra propuesta es de 12 Kg/ha. Época de siembra marzo.

*Cuidados culturales:*

- Control de maleza inicial: Imazetapir 10,59% 1l/ha y Cletodim 1l/ha.
- Control de insectos: Imidacloprid 60%, 0,005 l/ha
- Mantenimiento anual: control químico de insectos y desmalezado manual y químico Imazetapir 10,59% 1l/ha.

*Esquema de Producción*

El primer corte se definió realizarlo en setiembre/octubre para asegurar una correcta implantación de la forrajera. A partir de allí se propuso cortes cada 40 días en otoño y cada 30 en primavera-verano, hasta el mes de junio del año siguiente. En invierno se realizó 1 solo corte. En primavera se realizaron cortes nuevamente cada 30 días.

Para determinar la producción de alfalfa en las distintas estaciones se utilizó una producción estacional promedio de los ensayos realizados en la provincia del Chaco. Para cada estación considerada la producción promedio se dividió por el número de cortes realizado. El esquema de plantación cortes y producción de la alfalfa puede verse en tabla N° 16

**Tabla 16:** Esquema de siembra, corte y producción (tn Ms/ha) de alfalfa

ALFALFA		Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Año 0	plantación												
	1er corte										2,6		2,6
Año1			2,6		3,3		2,6		2,6		2,6		2,6
Año2			2,6			3,3		2,6		2,6			
Año 3			2,6			3,3		2,6		Plantación de pastura			

Fuente: elaboración propia

La producción promedio varió por corte/ha entre 2.000 y 3.300 Kg de materia seca. Se realizaron fardos de 22 kg. La eficiencia de la cosecha del sistema de enfardado es del 60%. En la tabla N° 17 pueden verse los datos de producción de fardos.

**Tabla 17:** Cantidad de cortes, producción (kg Ms/ha), y fardos producidos anualmente

<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Cortes	2	6	5	3
Prod. Anual (Kg MS/ha)	5.200	16.300	13.700	8.500
N° de fardos	142	445	374	232

Se consideró contratación de servicio para la elaboración y cosecha de fardos. Se utilizaron datos de producción de alfalfa a cielo abierto, no se consideró la posible interacción negativa o positiva con la componente forestal. Tampoco se consideró efectos en la componente forestal (crecimiento, forma, etc.) por la combinación con la alfalfa

#### **4.3.2.2 Gatton panic**

Para este modelo se propone en la primavera del cuarto año de establecida la componente forestal realizar la siembra de la pastura megatérmica Gatton panic (*Panicum máximum*). La misma se estableció entre los líneas de 7 metros donde fue implantada la alfalfa.

Para el modelo se consideró que el factor principal que afectó la producción de la pastura en el sistema fue el % de luz bajo el dosel arbóreo. No se encontró antecedentes bibliográficos que relacionen el comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa bajo la copa de *Prosopisalba* en plantaciones. Ni tampoco relaciones entre estas y la producción de pastura Gatton panic.

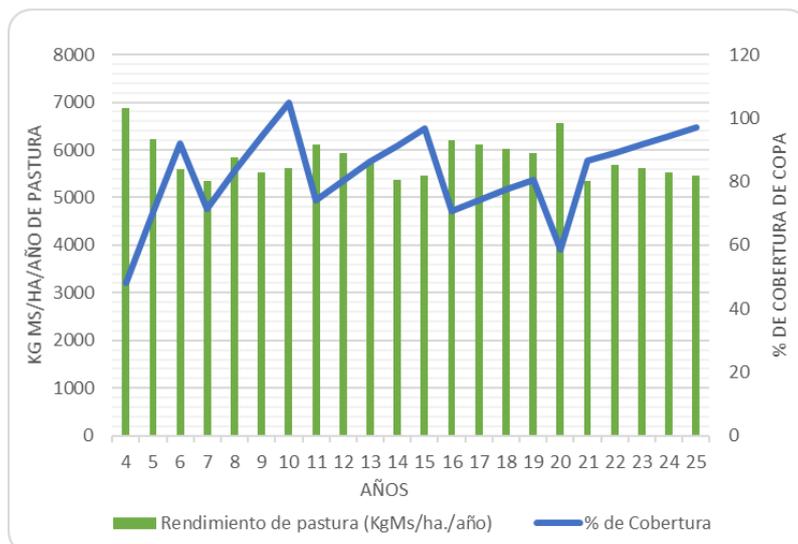
Se recopiló la información existente en distintos ensayos con relación a RFA y caracterización dasométricas de plantaciones de *Prosopis alba*. Con estos datos se buscó modelar funciones que estimen la RFA. Si bien se encontraron funciones con ajustes moderados la cantidad de datos disponibles fue escasa. Para relacionar la producción de pastura y el RFA en plantaciones de *Prosopis alba* se utilizaron datos disponibles de 1 año de medición en la zona Oeste de la Provincia del chaco. Con las ecuaciones ajustadas no se pudo determinar la producción de pastura ya que la misma sobreestimaba en los años iniciales y subestimaba en los años finales.

La producción de pastura se estimó entonces de la siguiente forma:

- Se utilizó los análisis realizados por Chiossone, et al, 2014 para definir la producción de pastura bajo copa de árboles nativos, en la zona centro Oeste de la provincia del Chaco. Estos autores encontraron que esa producción fue de un 65% respecto a cielo abierto.
- Se calculó el área que ocupa la copa individual para los diferentes años. Esta área se obtuvo a partir de la relación entre el diámetro de copa y el Dap a la altura de pecho. La ecuación que relacionó ambas variables fue obtenida por Kees (comunicación personal) puede verse en el Apéndice 14.
- Los datos utilizados en la mencionada ecuación corresponden a árboles dominantes y co-dominantes. Por lo tanto, el área de copa y el % de copa que se calcula para cada año a partir de un dap medio en este modelo puede estar siendo sobrestimado.
- Con el área de copa se estableció la proyección de la misma en la hectárea. Esta proyección surge del producto del área de copa individual por la densidad.

- La superficie de la hectárea libre de copa se obtuvo por la diferencia entre la hectárea y la superficie establecida en la proyección de copa. Para el modelo se estableció que la producción de pastura del área libre de copa en el sistema foresto ganadero fue igual que a cielo abierto. Pero esta producción puede ser diferente (en más o en menos) por la influencia que el árbol ejerce en estos espacios.
- La producción total de una hectárea en sistema foresto-ganadero está dada por la suma de la producción bajo la copa de los árboles y la superficie libre de la misma.
- En algunos casos donde el % de copa supera el 100% (ramas están entrecruzadas) la producción de pastura corresponde también al 65 % respecto a cielo abierto para toda la hectárea. En el presente modelo no se consideró que se produzca una disminución mayor al 65%, como consecuencia del mayor sombreado.

En la el Apéndice 15 puede verse los rendimientos de la pastura en función de las variables de los árboles para las distintas edades. En la Figura N° 6, puede verse la evolución de la producción de pastura en función de la cobertura de copa. También queda plasmado el efecto de los raleos que se plantearon cuando la cobertura de copa era igual o mayor a 100%. Con la eliminación de ejemplares y la consiguiente disminución del % de copa la producción de pastura aumenta y va disminuyendo nuevamente a medida que vuelve a aumentar el área de las copas. En los años finales con densidades bajas (93 árboles/ha) la cobertura alcanza valores del 70 al 80%.



**Figura 6:** Producción de pastura del modelo SFG1 en función de la cobertura de copa.  
Fuente: elaboración propia en función de los valores calculados.

En cuanto a la calidad, la pastura que crece bajo los árboles tiene mayor cantidad de material verde y de proteína bruta (Chiossone et al., 2014). Estos datos pueden verse en la tabla N°18. Esto es muy importante sobre todo en el invierno, ya que bajo los árboles mejora la distribución anual de la pastura y disminuye el impacto de las heladas. En este modelo debido a las condiciones de micro sitio generadas bajo las plantaciones de Algarrobo blanco y al aporte de nitrógeno se consideró innecesario aplicar tratamientos de mantenimiento en la pastura.

**Tabla18:** Análisis químico realizado a muestras de forraje durante la estación de invierno, tomados bajo (BC) y fuera (CA) de cobertura arbórea

Parámetro	BC	CA
<b>Materia seca (%)</b>	31,14	91,51
<b>Proteína Bruta (%)</b>	11,04	8,12
<b>TND (%)</b>	64,09	65,59

TND: Total de Nutrientes digestibles.

Fuente Chiossone et al, 2014.

### 4.3.3 Componente ganadera

Al inicio del quinto año de la plantación, considerando que la pastura implantada en la primavera anterior está establecida, se propone el ingreso del ganado. A esa edad

se estima que la componente forestal está establecida, con 1 metro de fuste libre de ramas y dap de 10 cm por lo que los daños que pudieran causar el ganado serían mínimos. Además de ello, los animales que ingresan pertenecen a una categoría liviana, (entre 160- 200 kg de Peso vivo inicial) siendo el sistema recria de novillitos.

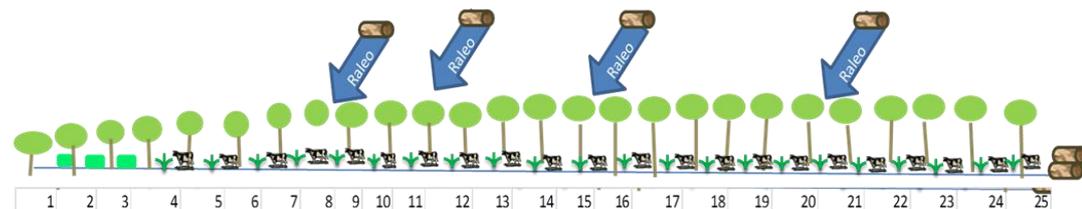
El consumo dependiendo de la calidad de la pastura en estas categorías será del 2,6 % del peso vivo en la época estival y el 2,2 % del peso vivo en la época invernal. De esta forma ingresan al sistema terneros después del destete de peso de 160 kg para alcanzar un peso de 360 kg que luego irán a terminación.

Mediciones realizadas indican una disminución de la producción de la pastura del 33% además un factor de uso del 50%. Para este modelo la carga en una ha será variable en función de la producción de pastura, (Apéndice 16).

En este sistema el consumo de suplementos en invierno (semilla de algodón) se reduce a la mitad (0,25 Kg del peso vivo), del propuesto en el sistema ganadero puro, (0,50 kg de peso vivo). Esto se propone en base a que la pastura bajo cobertura tiene una menor pérdida de material verde y mejor mantenimiento de la calidad (proteína bruta) en la época invernal.

#### *Manejo sanitario*

El manejo sanitario es igual al propuesto en el modelo ganadero. Un esquema del sistema con las respectivas actividades principales de las componentes puede verse en la Figura N° 7.



**Figura 7: Esquema de las distintas componentes del sistema foresto ganadero 1**

#### **4.3.4 Mano de Obra**

Se consideran jornales para las actividades de implantación y cuidados de la plantación y la producción de alfalfa. También se considera jornales de motosierrista y operarios para las actividades de poda y raleo de la componente forestal. Se consideran jornales para las actividades de implantación y cuidados de las pasturas, y un encargado permanente desde el año 5 hasta el final del proyecto. El manejo sanitario requiere de la participación de un profesional, médico veterinario y de dos peones que colaboren en la aplicación de las vacunas.

#### **4.3.5 Supuestos del modelo SFG 1**

- Se consideró que la producción conjunta de alfalfa y plantación hizo innecesaria la práctica de control de liebres.
- Dado el manejo del rodeo ganadero, se consideró innecesario la limpieza de las calles cortafuegos.
- Se practicaron más raleos y a edades más tempranas para favorecer el crecimiento de las pasturas.
- Se consideró menor proporción de suplemento en invierno.

#### **4.3.6 Egresos e ingresos del Modelo Foresto Ganadero 1**

##### **4.3.6.1 Egresos**

###### **4.3.6.1.1 Inversiones**

La instalación de un proyecto SFG 1 como el modelado incluye: plantación de la forestación, instalación de la componente alfalfa, control de malezas y plagas, elaboración de calles cortafuegos y gastos estructurales (Tabla 19). La inversión alcanza un valor total de 56.541,6 US\$, lo que significa 1.130,8 US\$/ha. También se incluyen al

cuarto año la instalación de la pastura (237,6 US\$/ha). Mayores detalles de gastos instalación del modelo SFG 1 pueden verse en el Apéndice 17.

**Tabla 19:** Inversiones del sistema SFG1

<b>Inversiones</b>	<b>US\$/ha</b>	<b>US\$/Totales</b>
Instalación de la plantación de Prosopis	548,2	27.409,5
Control de malezas y plagas	94,2	4.712,5
Siembra de alfalfa	94,2	4.712,5
Servicio de elab. de fardos de alfalfa	289,5	14.473,4
Elaboración de calles cortafuego	10,1	504,5
Gastos estructurales	65,0	3.248,9
Instalación de pasturas	237,6	11.874,2

#### 4.3.6.1.2 Gastos de operación

Los gastos de operación comprenden: gastos de mantenimiento y tratamientos silviculturales de la componente forestal y gastos relacionadas a la compra, sanidad y suplementación de la componente ganadera.

Los tratamientos silviculturales incluyen las podas y los raleo. (Tabla N° 20). En los gastos por podas se consideró el manejo de brotes epicormicos. En los raleos también se incluyó los gastos de movimientos y transporte del material leñoso. Mayores detalles de gastos de tratamientos silviculturales pueden verse en el Apéndice 18.

**Tabla 20:** Gastos de tratamientos silviculturales.

<b>Año</b>	<b>Concepto</b>	<b>US\$/ha.</b>	<b>Total, US\$ (50 has.)</b>
<b>2</b>	Poda de formación	46,9	2.347,2
<b>3</b>	1 Poda sistemática	110,1	5.502,5
<b>5</b>	2 Poda sistemática	85,2	4.260,8
<b>6</b>	3 Poda sistemática	85,2	4.260,8
<b>Raleos</b>			
<b>7</b>	1 Raleo	67,9	3.393,9
<b>11</b>	2 Raleo	167,8	8.388,4
<b>16</b>	3 Raleo	138,1	6.904,0
<b>20</b>	4 Raleo	140,8	7.038,6

Los egresos correspondientes a la componente animal incluyen su compra, sanidad y suplementación. Estos gastos fueron variables ya que la compra de animales está en función de la carga que el sistema podría soportar. Los egresos de compra variaron entre un mínimo de 363 US\$/ha, (18.134 US\$ para el total de las 50 hectáreas) a un máximo de 445 US\$/ha, (22.665 US\$ para el total de las 50 hectáreas). Los gastos de compra de animales por año, así como los gastos asociados de suplementación y sanidad del modelo SFG 1 pueden verse en el Apéndice 19.

#### **4.3.6.2 Ingresos del modelo SFG 1**

Los ingresos del modelo son: producción de fardos de alfalfa los cuatro primeros años, la venta de carne desde el año 5 al 25 y la madera para usos sólidos y leña de los raleos y corta final. El precio unitario del fardo de alfalfa fue de 3,40 US\$/kg. La producción de fardos fue variable obteniéndose como ingresos: 1er año, 482 US\$/ha, 2do año 1.512US\$/ha, 3er año 1.271US\$/ha y el 4to 788US\$/ha.

El precio de la carne fue de 1,93 US\$/kg. En los 20 años modelados el ingreso por venta de carne fue variable, el rango en el cual variaron fue de 799 US\$/ha, (39.970 US\$ total del ingreso en las 50 hectáreas) y 981 US\$/ha, (49.030US\$total del ingreso en las 50 hectáreas).

Los ingresos de la componente forestal procedieron de la venta de la madera de los raleos comerciales y la corta final. Se consideró la venta con destino a madera aserrada y deleña, los precios fueron los mismos planteados en el modelo forestal (madera aserrada de 79,3 US\$/ton y 68,0 US\$/ton venta de los árboles en pie y la tonelada de leña de 5,7 US\$). Los valores de ingresos de la componente forestal pueden verse en la tabla N°21. En el Apéndice 19 puede verse los ingresos y egresos para los 25 años de este modelo SFG1.

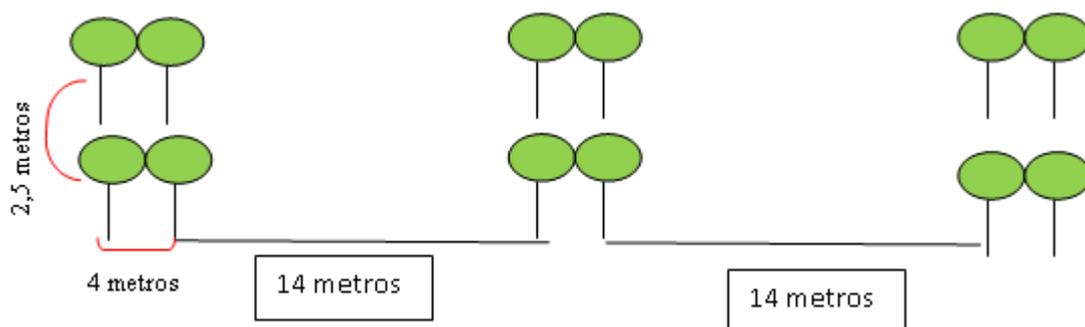
**Tabla 21:** Ingresos de la componente forestal modelo SFG 1

Año	Producto	Cantidad Tn/ha.	Precio Unitario US\$	US\$/ha.	Total US\$ (50 ha.)
7	leña	19,7	5,7	111,2	5.561,9
11	Madera de fuste	12,3	79,3	975,1	48.754,2
	leña	9,0	5,7	51,1	2.555,3
16	Madera de fuste	9,9	79,3	785,8	39.291,2
	leña	7,6	5,7	42,9	2.143,2
20	Madera de fuste	8,3	79,3	658,6	32.928,9
	leña	6,4	5,7	36,3	1.813,1
25	Madera de fuste	38,0	79,3	2.582,1	129.105,0
	leña	18,2	5,7	103,2	5.159,4

#### 4.4 Modelo Foresto-Ganadero 2

El modelo Foresto Ganadero 2 propuesto tiene como componente forestal la especie *Prosopis alba*, cuyo principal objetivo es la producción de madera para usos sólidos. La componente forrajera en los primeros años es la alfalfa para producción de fardos. Posteriormente se introduce la pastura Gatton panic, sobre la cual se establece la componente ganadera, novillos de categoría liviana para producción de carne.

La característica principal de este modelo es la disposición de la componente forestal en un arreglo de líneas pareadas. Este arreglo consiste en dos líneas o hileras de árboles con distanciamiento de 2,5 por 4 metros separadas por un callejón o entrelineo de 14 metros, (Figura N° 8.).

**Figura 8:** Esquema del modelo foresto ganadero 2

#### 4.4.1 Componente Forestal

La disposición de la componente forestal en este modelo permite una serie de ventajas:

- El manejo de los cultivos intercalares es más sencillo, en los primeros años los cultivos pueden tener un buen crecimiento, dado la amplitud de las entrelíneas.
- El sistema permite mayor flexibilidad, ya que por ejemplo los raleos pueden retrasarse sin comprometer la luz que llega a las pasturas (Pachas et al., 2009).

Como contraparte espaciamientos amplios pueden afectar negativamente la madera producida, (mala forma de fuste, mayor ramificación) (Pachas et al., 2009). En este aspecto parece afectar más una distribución homogénea amplia, que una plantación con una distribución de altas densidades y entrelíneas con espacios amplios, En el presente modelo no se consideraron estos aspectos en cuanto a forma y ramificación en la componente forestal, por carecer de antecedentes para esos arreglos, especialmente con la especie.

Algunos autores, sugieren que la orientación de las hileras de los árboles contribuye a regular el nivel de luz que llega a la componente forrajera (Paciullo et al., 2011; Serie Técnica CATIE, 2012). La orientación de las filas de árboles en sentido Este-Oeste facilitará la penetración de los rayos solares (en los horarios anteriores a las 10 am y posteriores a 2hs pm) y se traducirá en una mayor incidencia total diaria de luz para las forrajeras (Serie Técnica CATIE, 2012). El sentido Norte Sur contribuye a una disminución de radiación sobre todo en invierno. No se encontraron diferencias significativas en la radiación fotosintéticamente activa total anual acumulada según las orientaciones (Este-Oeste y Norte-Sur) para dos arreglos de parcelas de líneas pareadas edad (Pachas et al., 2009). Si bien no hubo diferencias significativas entre los sentidos

de orientación, la orientación Este-Oeste presentó la mayor radiación acumulada en todos los tratamientos. En este modelo se propone disponer las hileras de los algarrobos siguiendo la orientación Este-Oeste.

Las condiciones de sitio y el material genético son similares a las planteadas en el modelo forestal y foresto ganadero<sup>1</sup>. Se consideró una pérdida de 5% en la implantación. La densidad inicial incluyendo esa pérdida es de 456 plantas/ha. Los incrementos de dap y altura total fueron calculados con las mismas ecuaciones utilizadas en el modelo forestal.

La época de plantación es la misma que la planteada en el modelo forestal. Se propuso un riego de asiento post plantación. Para el control de maleza inicial se propuso el uso de un herbicida pre emergente: Spider (Diclosulan junto con glifosato sobre las líneas de plantación. No se utilizó tutores a fin de obtener fustes más rectos. Los cuidados culturales iniciales fueron similares al modelo Forestal. No se consideran limpiezas entre líneas de plantación porque se incorporarán forrajera desde el año 0.

#### **4.4.1.1 Tratamiento silviculturales**

*Podas:* El esquema de podas propuestos para el modelo forestal fue también utilizado en este modelo Foresto-Ganadero 2.

*Raleos:* A partir de una densidad inicial de 456 plantas/has, se llegó al turno final con 107 árboles/has. Para ello se aplicarán 3 raleos selectivos. La oportunidad de raleo fue definida por la competencia entre árboles. Dada la configuración de los arreglos se hizo hincapié en distribuir los espacios para que los árboles remanentes puedan aprovechar el sitio disponible.

El primer raleo, fue sistemático en cada hilera de tres árboles se eliminó 1. Los restantes raleos comerciales fueron selectivos por lo bajo, pero se tuvo en cuenta la

competencia y la configuración espacial. Se utilizó el número de árboles por hectárea como forma de aplicación del raleo. Las edades, intensidades y densidades finales pueden verse en la tabla N° 22.

**Tabla 22:** Esquema de raleos para el sistema Foresto Ganadero 2

Edad (años)	Densidad Inicial (Arb./ha)	Intens. (%)	Intensidad (n° arb. a extraer/ha)	Densidad Remanente (arbs/ha.)	Dap Medio (cm)	Volumen Prom. Fuste ind. a extraer (m3)	Volumen De fuste extraído Por hectárea (m3/ha)	Sup. Ind. Libre de sombra (m2)	Sup. Total, considerada libre de sombra (m2)
9	456	40	182	274	19,3	0,1	17,9	22,5	4.095,0
15	274	40	109	164	25,2	0,17	18,2	22,5	2.452,5
21	164	35	57	107	29,1	0,22	12,6	22,5	1.282,5

Se considera que las ramas y troncos fueron retirados de la plantación, (ramas y troncos de grosor mayor a 8 cm), utilizándose tractor con acoplado. A partir del segundo raleo se consideraron 2 operarios adicionales para el acopio y carga de los rollos. Dada la palatabilidad de las ramas y hojas de esta especie se consideró que los animales consumirían los rebrotes emitidos de los tocones. Por ello no se realizó otro tipo de control.

#### 4.4.1.2 Corta final

La corta final se realizó en el año 25 para un total de 107 ejemplares por hectárea. El volumen total de fuste obtenido fue de 27,11 m3/ha.

#### 4.4.2. Componente forrajera

##### 4.4.2.1 Alfalfa:

Para los primeros dos años se propuso, como en el modelo Foresto-Ganadero 1 el cultivo de alfalfa en las entrelineas. Se consideró un ancho efectivo de 13 metros en cada entrelineo, sin considerar las líneas de 4 metros de plantación. El uso del forraje fue para corte y el destino de la producción para fardos. En la implantación y cuidados

culturales de esta forrajera se proponen planteos similares a los del modelo Foresto Ganadero 1.

Para definir la producción de la alfalfa se utilizan los mismos esquemas de producción que en el sistema foresto ganadero 1. Se consideró contratación de servicio para la elaboración y cosecha de fardos. La superficie total efectiva de siembra considerada es de 6.500 m<sup>2</sup>. En la Tabla N° 23 puede verse el total de fardos producido.

**Tabla 23:** Cantidad de cortes, producción (kg Ms/ha), y fardos producidos anualmente

#### 4.4.2.2 Pastura:

No hay antecedentes de producción de pastura en arreglos de líneas pareadas con la especie algarrobo blanco. Se analizaron referencias encontradas en la literatura para especies como eucaliptus, proveniente principalmente de Brasil.

En este tipo de arreglo, las variaciones de las pasturas se producen en función a las diferentes distancias a las hileras de los árboles (Paciullos, 2011). La cantidad de materia seca de la forrajera es menor cerca de las hileras de los árboles, y va aumentando a

	Años	1	2	medida que se
acerca al centro	Cortes	2	3	del entrelineo;
donde se da el	Prod. Anual (Kg Ms/ha.)	3.338	5.525	punto máximo
de producción	N° de fardos	92	151	(Santos, 2012).

El ancho de la franja donde se da este punto va a depender del crecimiento de los árboles y del ancho del entrelineo.

Existen trabajos que señalan producciones de pasturas mayores bajo copa de árboles de *Prosopis*. Una característica común en los mismos es que los árboles crecen aislados o han tenido un raleo que permitió un mayor ingreso de luz, en el Apéndice 20, se presenta un detalle de estos trabajos. Considerando este análisis se definió que las pasturas que crecen bajo un arreglo de doble línea tendrán una producción de un 20% mayor que a cielo abierto. En el presente modelo se consideró que los efectos en la producción de pastura fueron influenciados por las proyecciones de las copas.

Para este modelo se propone en la primavera del segundo año de establecida la plantación forestal, realizar la siembra de la pastura megatérmica Gatón panic (*Panicum maximum*). La misma se estableció entre los líneas de 14 metros.

La producción de pastura se estimó de la siguiente forma:

- Sobre el entrelineo de 14 metros se definieron áreas de influencia de la copa y áreas libres de esa influencia para los diferentes años de producción.
- El área de influencia de copa se considera desde el tallo hasta la distancia de 1 radio.
- Se determinó el radio de copa considerando la mitad del diámetro de copa individual en las diferentes edades. La ecuación usada para determinar el diámetro de copa en función del dap, fue la misma que se aplicó en el modelo foresto ganadero 1.
- El área de influencia de copa para un entrelineo, se obtuvo multiplicando la distancia de influencia del radio por el largo (100 metros) de las líneas. Este valor se duplica ya que para este modelo se consideró que ejercen una influencia igual las hileras de los árboles a la derecha e izquierda del entrelineo. Para

obtener el valor de influencia de la copa de la hectárea se multiplico este valor por la cantidad de entrelíneas.

- En las áreas que reciben influencia de la copa se consideró una producción de un 20% mayor respecto a la producción a cielo abierto.
- La superficie libre de la influencia de la copa en 1 entrelineo, se obtuvo por la diferencia entre el área total del entrelineo (1.400 m<sup>2</sup>) y el área de influencia de la copa.
- La producción de pastura del área libre de influencia de la copa en el sistema foresto ganadero 2 se consideró igual que una producción a cielo abierto.
- La producción total de una hectárea en sistema Foresto-Ganadero 2 está dada por la suma de la producción bajo la influencia de la copa de los árboles y la superficie libre de la misma en cada año.
- En el año 9 se estableció el primer raleo. Para cada hilera de árboles se eliminará 15 (aproximadamente 1 árbol de cada 3). Se considera que los árboles eliminados en las hileras de la izquierda y derecha del entrelineo están enfrentados a fin de que se libera la superficie total del entrelineo.
- En las áreas liberadas por raleo se consideró una influencia de copas de 2,5 metros para cada árbol.

En el Apéndice 21 puede verse los rendimientos de la pastura en función de las variables de los árboles para las distintas edades.

#### **4.4.3 Componente ganadera**

El ingreso del ganado se propone al inicio del tercer año de la plantación, considerando que la pastura implantada en la primavera anterior está establecida. Si bien los árboles presentan una dap menor a 10 cm, se considera que la configuración de

este arreglo (con mayores superficies libres) reducirían los daños que pudieran causar el ganado. Además de ello, los animales que ingresan pertenecen a una categoría liviana, (entre 160- 200 kg de Peso vivo inicial) siendo el sistema recría de novillitos.

El consumo para esta categoría es igual al planteado en el modelo ganadero y foresto-ganadero1, (del 2,6 % del peso vivo en la época estival y el 2,2 % del peso vivo en la época invernal). Ingresan al sistema terneros después del destete de peso de 160 kg para alcanzar un peso de 360 kg que luego irán a terminación.

En este sistema al igual que en el sistema foresto ganadero 1 el consumo de suplementos en invierno (semilla de algodón) es de 0,25 Kg del peso vivo, (la mitad del propuesto en el sistema ganadero puro). Para este modelo la carga en una ha será variable en función de la producción de pastura, (Apéndice 22).

#### **4.4.4 Mano de Obra**

Se consideran jornales para las actividades de implantación y cuidados de la plantación y la producción de alfalfa. También se considera jornales de motosierrista y operarios para las actividades de poda y raleo de la componente forestal. Se consideran jornales para las actividades de implantación y cuidados de las pasturas, y un encargado permanente desde el año 5 hasta el final del proyecto. El manejo sanitario requiere de la participación de un profesional, médico veterinario y de dos peones que colaboren en la aplicación de las vacunas.

#### **4.4.5 Supuestos del modelo SFG 2**

- Se consideró que la producción conjunta de alfalfa y plantación hizo innecesaria la práctica de control de liebres.

- Dado el manejo del rodeo ganadero, se consideró innecesario la limpieza de las calles cortafuegos.
- Dado la configuración de líneas pareadas se practicaron menos raleos que en el modelo SFG 1 Ya que la competencia con la pastura se producía más tarde.
- Se consideró mayor producción de pastura.
- Se consideró menor proporción de suplemento en invierno.

#### 4.4.6 Egresos e ingresos del Modelo Foresto Ganadero 2

##### 4.4.6.1 Egresos

##### 4.4.6.1.1 Inversiones

La instalación de un proyecto SFG 2 como el modelado incluye: plantación de la forestación, instalación de la componente alfalfa, control de malezas y plagas, elaboración de calles cortafuegos y gastos estructurales (Tabla N°23).

**Tabla 24:** Inversiones del sistema SFG2

<b>Inversiones</b>	<b>US\$/ha</b>	<b>US\$/Totales</b>
Instalación de la plantación de Prosopis	525,8	7.920,0
Control de malezas y plagas	50,1	2.505,6
Siembra de alfalfa	88,9	4.446,9
Servicio de elab. de fardos de alfalfa	187,5	9.377,1
Elaboración de calles cortafuego	10,1	504,5
Gastos estructurales	56,7	2.834,7
Instalación de pasturas	115,8	5.788,8

Esta inversión alcanza un valor para el total de 46.162,6 US\$, lo que significa 923,6 US\$/ha. También se incluyen al cuarto año la instalación de la pastura (115,8 US\$/ha). Mayores detalles de la inversión del modelo SFG 2 pueden verse en el Apéndice 23.

#### 4.4.6.1.2 Gastos de operación

Los gastos del sistema foresto-ganadero 2, incluyen los gastos de mantenimiento y tratamientos silviculturales de la componente forestal, gastos de la componente alfalfa y gastos relacionados a la compra, sanidad y suplementación de la componente ganadera.

Los tratamientos silviculturales incluyen las podas y los raleo. (Tabla N° 25). En los gastos de podas se consideró también el manejo de brotes epicormicos. En los raleos también se incluyó los gastos de movimientos, elaboración y transporte del material leñoso.

**Tabla 25:** Gastos de tratamientos silviculturales.

<b>Año</b>	<b>Concepto</b>	<b>US\$/ha.</b>	<b>Total, US\$ (50 has.)</b>
<b>2</b>	Poda de formación	46,9	2.437,2
<b>3</b>	1 Poda sistemática	124,6	6.232,1
<b>5</b>	2 Poda sistemática	124,6	6.232,1
<b>6</b>	3 Poda sistemática	124,6	6.232,1
<b>Raleos</b>			
<b>9</b>	1 Raleo	232,2	11.611,3
<b>11</b>	2 Raleo	234,6	11.731,6
<b>21</b>	3 Raleo	140,9	7.043,2

Los gastos correspondientes a la componente animal incluyen su compra, sanidad y suplementación. Estos gastos fueron variables ya que la compra de animales está en función de la carga que el sistema podría soportar. Los gastos de compra variaron entre un mínimo de 357 US\$/ha, (17.846 US\$ para el total de las 50 hectáreas) a un máximo de 624 US\$/ha, (31.202 US\$ para el total de las 50 hectáreas). Los egresos de compra de animales por año, así como los gastos asociados de suplementación y sanidad del modelo SFG 2 pueden verse en el apéndice 24

#### 4.4.6.3 Ingresos del modelo SFG 2

Los ingresos del modelo son: producción de fardos de alfalfa los dos primeros años, la venta de carne desde el año 3 al 25 y la madera para usos sólidos y leña de los raleos y corta final. El precio unitario del fardo de alfalfa fue de 3,40 US\$/kg. La producción de fardos fue variable obteniéndose como ingresos: 1er año, 313 US\$/ha, y el 2do año 513US\$/ha.

El precio de la carne fue de 1,93 US\$/kg. En los 22 años modelados el ingreso por venta de carne fue variable, el rango en el cual variaron fue de 784 US\$/ha, (39.202US\$total del ingreso en las 50 hectáreas) y 1.365 US\$/ha, (68.237US\$total del ingreso en las 50 hectáreas). En el apéndice 22 puede verse los ingresos y egresos para los 22 años del componente Ganadero.

Los ingresos de la componente forestal procedieron de la venta de la madera de los raleos comerciales y la corta final. Se consideró como destino la venta de madera aserrada y la de leña los precios fueron los mismos planteados en el modelo forestal (madera aserrada de 79,3 US\$/ton y 68,0 US\$/ton venta de los árboles en pie y la tonelada de leña de 5,7 US\$). Los valores de ingresos de la componente forestal pueden verse en la tabla N°26. En el apéndice 24 puede verse los ingresos y egresos para los 26 años de este modelo SFG 2.

**Tabla 26:** Ingresos de la componente forestal modelo SFG 2

<b>Año</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad Tn/ha.</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>US\$/ha.</b>	<b>Total US\$ (50 ha.)</b>
------------	-----------------	----------------------------	-------------------------------------	-----------------	------------------------------------

9	leña	29,4	5,7	164,9	8.245,7
15	Madera de fuste	18,2	79,3	1.443,3	72.163,0
	leña	12,7	5,7	71,3	3.564,4
16	Madera de fuste	12,6	79,3	999,2	49.959,0
	leña	9,8	5,7	54,8	2.737,5
25	Madera de fuste	27,1	79,3	1.843,3	92.163,5
	leña	7,8	5,7	43,8	2.187,7

**Capítulo V**  
**Resultados: Evaluación financiera de los modelos propuestos**

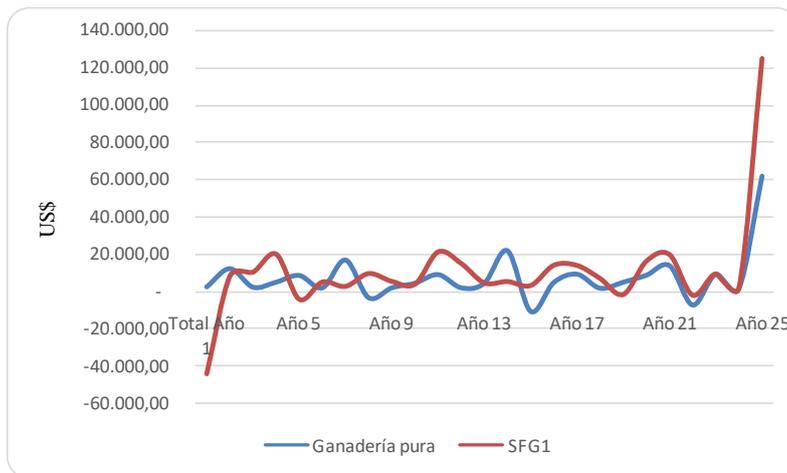
**Evaluación financiera de los modelos propuestos**

**5.1 Resultados del análisis financiero para el Sistema Foresto- ganadero 1**

**5.1.1 Sistema Foresto ganadero 1 (SFG 1) versus ganadería pura**

Los resultados de los indicadores financieros indican que no es financieramente factible incorporar un sistema foresto ganadero a partir de un modelo ganadero como el propuesto. El VAN incremental es negativo, (-12.115 U\$) y la tasa interna de retorno es del 7% (ver apéndice 22).

La comparación del flujo de ingresos netos entre “ganadería pura” y SFG1 presenta una gran diferencia en el primer año ya que el sistema SFG1 requiere una inversión mayor. Los primeros 4 años el sistema SFG1 tiene ingresos similares y mayores al sistema ganadero debido a la venta de rollos de alfalfa. En el 5to año hay una caída de la curva SFG1 debido a la inversión en la componente ganadera. La curva SFG1 presenta picos positivos que corresponde a mayores ingresos en los años 11, 16, 20 y 25. En estos años además del ingreso por venta de carne también se obtiene ingresos por la madera de raleos y corta final de los árboles (figura N°9).



**Figura 9: Flujos de caja para Ganadería pura versus flujo de caja para SFG1, centro oeste de Chaco Argentina.**

### 5.1.1.1 Análisis de sensibilidad

En la Tabla N° 27 se muestra el análisis de sensibilidad con respecto a las variables producción de madera y precio de la misma. El sistema SFG1 sería rentable si la producción de madera aumentara en un 50% o si su precio aumentara en un 50%.

**Tabla 27:** Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la madera del SFG1 versus G

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)	Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Producción de madera (Tn.)</b>	-50	-25.913	1	<b>Precio de la madera (US\$.)</b>	-50	-25.912	1
	-30	-20.395	4		-30	-20.393	4
	-15	-16.256	6		-15	-16.448	6
	15	-7.986	8		-5	-13.559	7
	30	-3.848	9		5	-10.671	7
	50	1.670	10		15	-7.783	8
				30	-3.837	9	
				50	1.681	10	

El análisis de sensibilidad de la Tabla N° 28: muestra que la inversión en SFG1 serían factibles financieramente si la producción de kg de carne aumentara en un 15% o si el precio aumentara también en esa proporción. La inversión en SFG 1 alcanzará VAN incrementales positivos si la tasa de descuento se reduce a valores del 6% o menos, (Tabla N° 29).

**Tabla 28:** Análisis de sensibilidad: producción y precio de la carne del SFG1 versus G

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)	Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Producción de carne (Kg.)</b>	-30	-62.065	#	<b>Precio de la carne (US\$.)</b>	-15	-37.090	0
	-15	-37.090	0		-5	-20.440	5
	-5	-20.440	5		-3	-17.110	6
	5	-3.790	9		3	-7.120	8
	15	12.859	13		5	-3.790	9
	30	37.834	18		15	12.859	13

**Tabla 29:** Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG1 versus G

<b>Variable</b>	<b>% de Variación</b>	<b>VAN (US\$)</b>	<b>TIR (%)</b>
<b>Tasa de descuento</b>	4	22.673	7
	6	6.133	7
	8	-4.795	7
	12	-17.077	7
	14	-20.469	7
	16	-22.801	7

### 5.1.1.2 Análisis de riesgo

En la tabla N° 30 se presentan los estadísticos con los que fueron construidas las figuras de frecuencia del VAN incremental para el análisis del riesgo. El valor medio es un VAN incremental negativo de -140.657 Existe un 95% de confianza que el valor medio del VAN incremental se encuentre entre los valores de -267.583 y -13 .731.

**Tabla 30:** Estadísticos para construcción de frecuencias

<b>N</b>	<b>1000</b>
Máximo	103.212
Mínimo	-502.343
Rango	605.555
N° Clases	7
Amplitud	86.508
Diferencia	1
Media	-140.657
Desv. Estándar	126.926

En las figuras se presentan la distribución de frecuencia relativa de un posible rango de VAN incrementales y la frecuencia acumulada. En las figuras N° 10 y 11 de frecuencia vemos que la probabilidad de que el VAN incremental sea negativo es del 85 %.

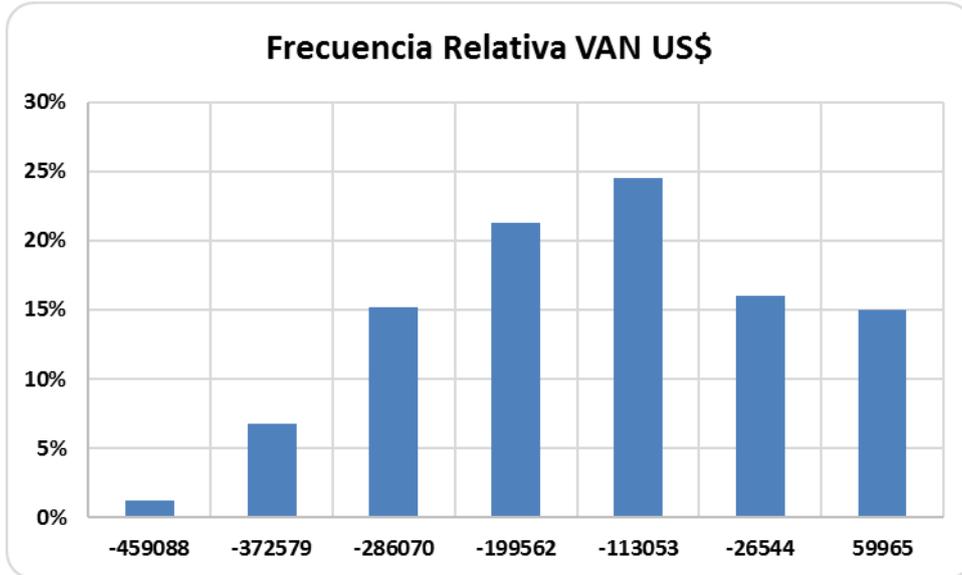


Figura 10: Frecuencia relativa VAN incremental SFG1 versus G.

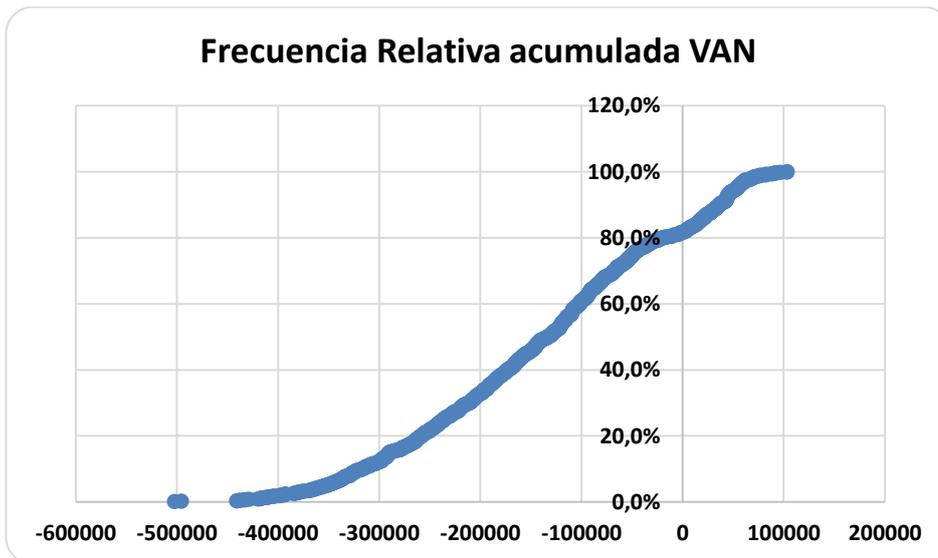


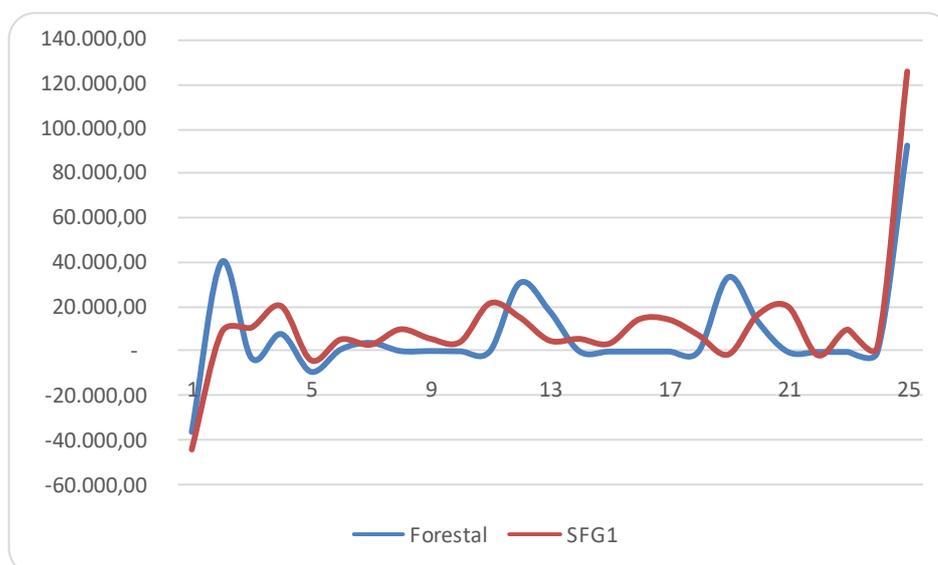
Figura 11: Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SFG1 versus G.

### 5.1.2. Sistema Foresto ganadero 1 (SFG 1) versus forestación

Los resultados del análisis financiero indican que la adopción del modelo foresto ganadero 1 a partir de una forestación pura es financieramente rentable. El VAN incremental es de US\$ 9.025 y la TIR 16%.

La comparación del flujo de ingresos netos de la situación “sin proyecto” versus “con proyecto” se muestra en la figura N° 12. El flujo del sistema SFG1 se muestra por

encima del flujo del sistema forestal debido a que en el sistema SFG1 se perciben ingresos todos los años por la venta de carne. En los años 12 y 19 la curva del sistema forestal presenta picos positivos elevados ya que corresponden a los ingresos por la venta de madera de los raleos.



**Figura 12:** Flujos de caja de Forestación versus flujo de caja de Sistema Foresto ganadero 1, centro oeste de la provincia de Chaco, Argentina.

### 5.1.2.1 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad (Tabla N° 31) muestra que la inversión es robusta a cambios en la producción y el precio de la madera. El VAN incremental se vuelve negativo con caídas de la producción y el precio del 50%.

**Tabla 31:** Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la madera SFG1 versus forestación

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)	Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Producción de madera (Tn.)</b>	-50	-4.253	507	<b>Precio de la madera (US\$.)</b>	-50	-4.252	507
	-30	1.265	11		-30	1.267	11
	-15	5.404	14		-15	5.212	14
	15	13.674	17		-5	8.101	15
	30	17.812	19		5	10.989	16
	50	23.330	20		15	13.877	17
				30	17.823	19	
				50	23.341	20	

El análisis de sensibilidad de la Tabla N° 32 muestra que el modelo SFG 1 es sensible a la disminución de la producción de carne y del precio de la misma. Caídas de estas dos variables en un 30% hace que el VAN incremental se vuelva negativo. Con respecto a la variable tasa de descuento, valores de 17% y superiores hacen que la inversión se vuelva no rentable, (Tabla N° 33).

**Tabla 32:** Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la carne del SFG1 versus Forestación.

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)	Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Producción de carne (Kg.)</b>	-30	-40.405	#	<b>Precio de la carne (US\$.)</b>	-15	-15.430	#
	-15	-15.430	#		-5	1.220	11
	-5	-1.220	11		-3	4.550	13
	5	17.870	20		3	14.540	18
	15	34.519	26		5	17.870	20
	30	59.494	34		15	34.519	26

**Tabla 33:** Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG1 versus Forestación

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Tasa de descuento</b>	12	5.314	16
	14	2.172	16
	15	902	16
	17	-1.183	16
	18	-2.042	16
	20	-3.477	16

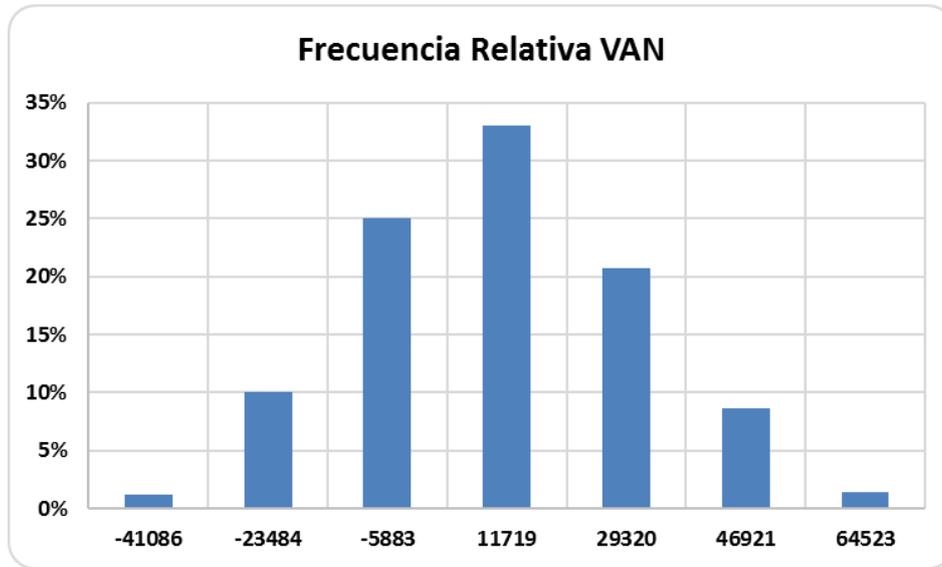
### 5.1.2.2 Análisis de riesgo

En la tabla N° 34 se presentan los estadísticos con los que fueron construidas las figuras de frecuencia del VAN incremental para el análisis del riesgo. El valor medio del VAN incremental es de US\$ 10.748. Existe un 95% de confianza que el valor medio del VAN incremental se encuentre entre los valores de US\$ -9.815 y US\$ 31.311.

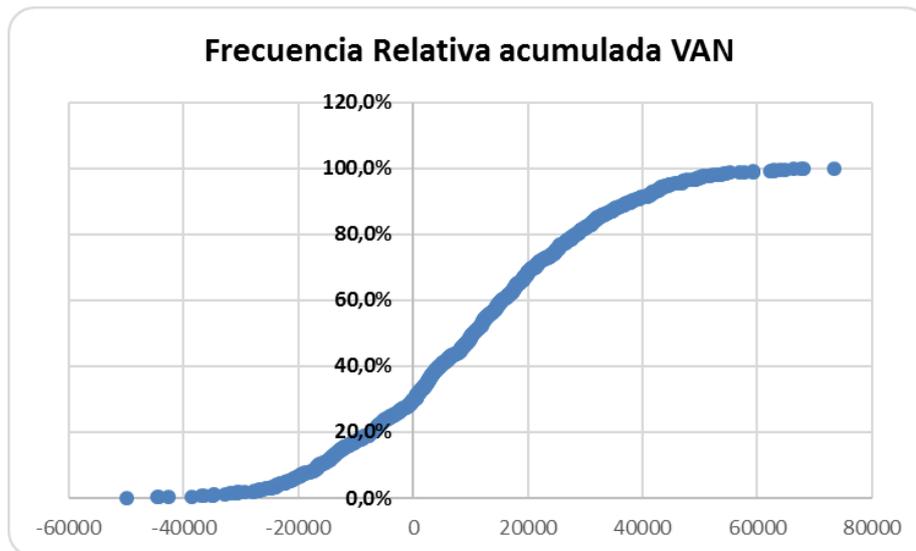
**Tabla 34:** Estadísticos para construcción de frecuencias

<b>N</b>	<b>1000</b>
Máximo	73.316
Mínimo	-49.887
Rango	123.203
N° Clases	7
Amplitud	17.600
Diferencia	1
Media	-10.748
Desv. Estándar	20.563

En las figuras pueden verse la frecuencia relativa del VAN incremental y la frecuencia acumulada. En las figuras N° 13 y 14 de frecuencia relativa del VAN vemos que la probabilidad de que el VAN incremental sea negativo es del 36%.



**Figura 13:** Frecuencia relativa VAN incremental SFG1 versus Forestación.



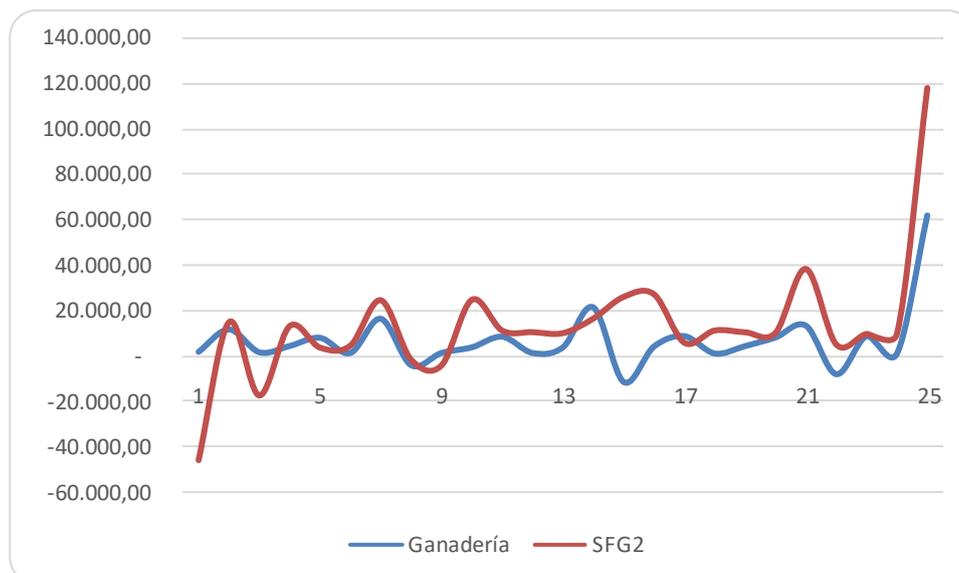
**Figura 14:** Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SFG1 versus Forestación.

## 5.2 Resultados del análisis financiero para el Sistema Foresto- ganadero 2

### 5.2.1 Sistema Foresto ganadero 2 versus ganadería pura

Los resultados obtenidos del análisis financiero indican que la inversión en SFG 2 es financieramente factible. El VAN incremental es de US\$ 2.558 y presenta una TIR del 10%.

La comparación del flujo efectivo neto del sistema Ganadero versus el sistema SFG2, presenta una gran diferencia en el primer año, esto corresponde a las actividades de inversión del SFG2, (figura N° 15). La curva del SFG2 también presenta valores negativos en el año3 debido a la inversión para la instalación de la componente ganadera. El flujo “con proyecto” se muestra por encima de la situación “sin proyecto” especialmente en los últimos años debido a los mayores ingresos obtenidos por la venta conjunta de carne y madera de raleos y corta final.



**Figura 15:** Flujos de caja para Ganadería pura versus flujo de caja Sistema Foresto Ganadero 2, centro oeste de la Provincia de Chaco, Argentina.

### 5.2.1.1 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad (Tabla N° 35) muestra que la inversión es sensible a los cambios en producción de madera y a su precio. Con una caída del 10% de la producción de madera el VAN incremental se vuelve negativo. Con una disminución del 15% del precio de la madera la inversión en un modelo SFG 2 se vuelve no rentable.

**Tabla 35:** Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la madera del SFG2 versus Ganadería pura

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)	Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Producción de madera (Tn.)</b>	-50	-8.019	8%	<b>Precio de la madera (US\$.)</b>	-50	-8.938	8%
	-30	-3.786	9%		-30	-3.792	9%
	-15	-614	10%		-15	-759	10%
	15	5.730	11%		-5	1.447	10%
	30	8.902	12%		5	3.656	11%
	50	13.131	12%		15	5.859	11%
				30	8.891	12%	

La Tabla N° 36, muestra que el SFG 2 es muy sensible a la variación de la producción de carne. Una disminución en la producción de un 5% hace que el VAN incremental se

vuelva negativo. La inversión también es sensible al precio de la variable carne. Una disminución de 3% vuelve la inversión inviable financieramente. El análisis de sensibilidad para la variable tasa de descuento, (Tabla N° 37) indica que valores de 12 % y superiores hacen que la inversión se vuelva inviable financieramente.

**Tabla 36:** Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la carne del SFG2 versus Ganadería

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)	Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Producción de carne (Kg.)</b>	-30	-84.837	#	<b>Precio de la carne (US\$.)</b>	-15	-40.533	2%
	-15	-41.143	2%		-5	-11.333	8%
	-5	-12.015	8%		-3	-5.810	9%
	5	17.114	13%		3	12.028	12%
	15	46.243	19%		5	17.868	13%
	30	89.936	28%		15	47.069	19%

**Tabla 107:** Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG2 versus Ganadería

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Tasa de descuento</b>	4	63.452	10%
	6	35.038	10%
	8	15.770	10%
	12	-6.581	10%
	14	-12.941	10%
	16	-17.378	10%

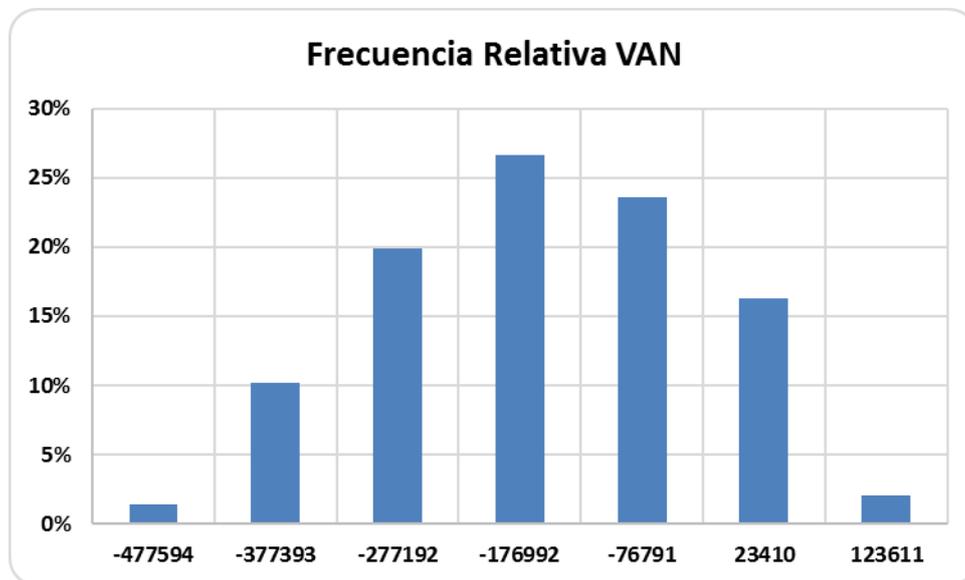
### 5.2.1.2 Análisis de riesgo

En la tabla N° 38 se presentan los estadísticos con los que fueron construidas las figuras de frecuencia del VAN incremental para el análisis del riesgo. El valor medio del VAN incremental es de US\$ -161.587. Existe un 95% de confianza que el valor medio del VAN incremental se encuentre entre los valores de US\$ -292.556 y US\$ -30.228.

**Tabla 38:** Estadísticos para construcción de frecuencias

<b>N</b>	<b>1000</b>
Máximo	173.704
Mínimo	-527.695
Rango	701.399
N° Clases	7
Amplitud	100.200
Diferencia	1
Media	-161.587
Desv. Estándar	130.959

En las figuras N° 16 y N°17 pueden verse la frecuencia relativa del VAN incremental y la frecuencia acumulada. En las figuras de frecuencia vemos que la probabilidad de que el VAN incremental sea negativo es del 83%.



**Figura 16:** Frecuencia relativa VAN incremental SFG2 versus G.

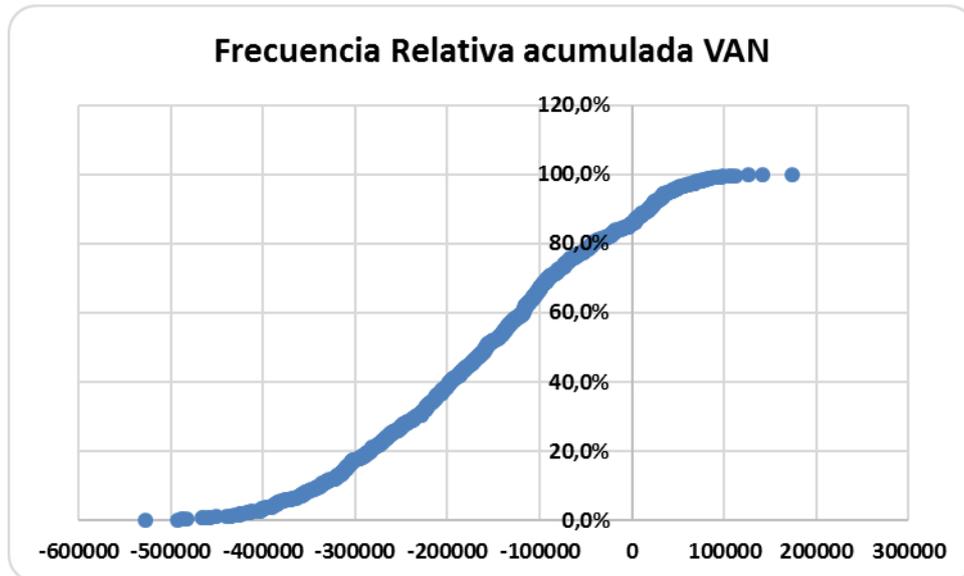
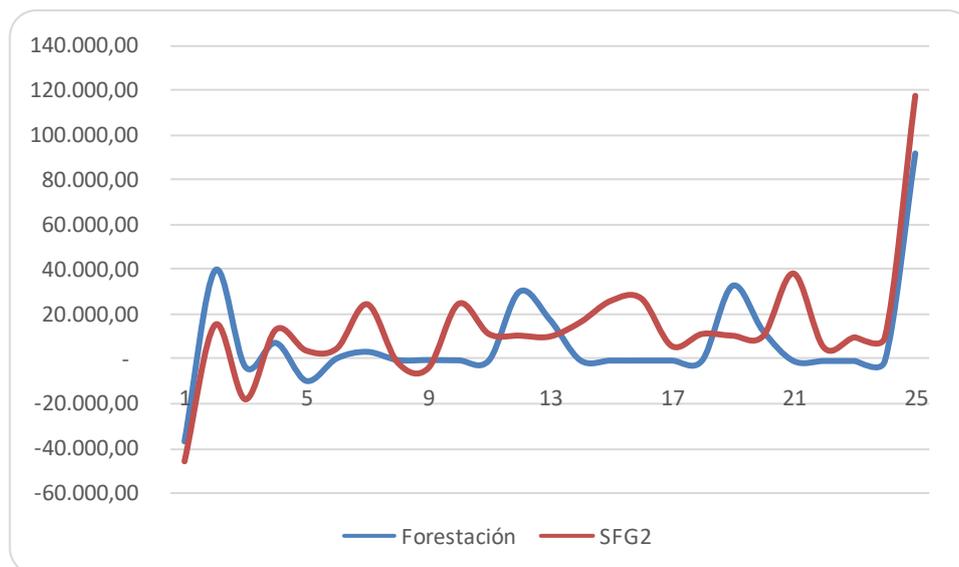


Figura 17: Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SFG2 versus G.

### 5.2.2 Sistema Foresto ganadero 2 versus Forestación

Los resultados de los indicadores financieros indican que incorporar un sistema foresto ganadero como el modelo 2 a partir de un modelo Forestal puro es rentable. El VAN incremental es positivo US\$ 24.525 y la tasa de retorno es del 19 %

La comparación del flujo de ingresos neto del sistema forestal versus el sistema SFG2 se muestra en la figura N°18. El flujo del sistema SFG2 se muestra por encima del flujo del sistema forestal debido a que en el sistema SFG2 se perciben ingresos todos los años por la venta de carne. En los años 12 y 19 la curva del sistema forestal presenta picos positivos elevados ya que corresponden a los ingresos por la venta de madera de los raleos.



**Figura 18:** Flujos de caja Sin proyecto (Forestación pura) versus flujo de caja con proyecto (Sistema Foresto ganadero 2).

### 5.2.2.1 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad (Tabla N°39) muestra que la inversión es robusta para las variables producción y precio de la madera. El VAN incremental se mantiene positivo, aunque se produzcan caídas de producción de madera y precio del 50%.

**Tabla 39:** Análisis de sensibilidad SFG2 versus Forestación

Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)	Variable	% de Variación	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>Producción de madera (Tn.)</b>	-50	13.242	17%	<b>Precio de la madera (US\$.)</b>	-50	13.238	17%
	-30	17.471	18%		-30	17.465	16%
	-15	20.643	19%		-15	21.216	19%
	15	26.987	20%		-5	22.704	19%
	30	30.159	20%		5	24.910	19%
	50	34.388	21%		15	27.116	20%
				30	30.148	20%	

En la Tabla N° 40 puede verse el análisis de sensibilidad para las variables producción y precio de la carne. Con caídas del 15% de la producción de la carne el VAN incremental se hace negativo. Con una disminución del precio de la carne de 15% el VAN incremental también se vuelve negativo. El análisis de sensibilidad para la

variable tasa de descuento, (Tabla N°41) indica que la inversión se vuelva inviable financieramente, con valores de tasas del 20 %.

**Tabla40:** Análisis de sensibilidad: variables producción y precio de la carne del SFG2 versus Forestación

<b>Variable</b>	<b>% de Variación</b>	<b>VAN (US\$)</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>Variable</b>	<b>% de Variación</b>	<b>VAN (US\$)</b>	<b>TIR (%)</b>
<b>Producción de carne (Kg.)</b>	-30	-63.580	#	<b>Precio de la carne (US\$.)</b>	-15	-48.446	5
	-15	-19.886	3		-5	9.925	14
	-5	9.243	13		-3	15.765	16
	5	38.371	25		3	33.285	23
	15	67.500	41		5	39.125	26
	30	111.193	#		15	68.326	41

**Tabla 111:** Análisis de sensibilidad: variable Tasa de descuento del SFG2 versus Ganadería

<b>Variable</b>	<b>% de Variación</b>	<b>VAN (US\$)</b>	<b>TIR (%)</b>
<b>Tasa de descuento</b>	8	36.384	19
	12	16.008	19
	14	9.817	19
	16	5.269	19
	18	1.900	19
	20	-612	19

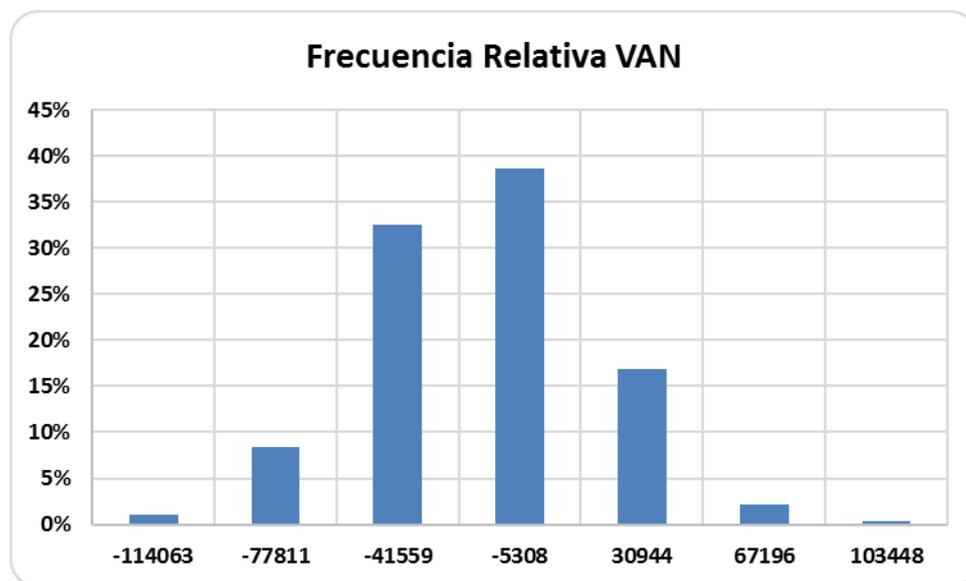
### 5.2.2.2 Análisis de riesgo

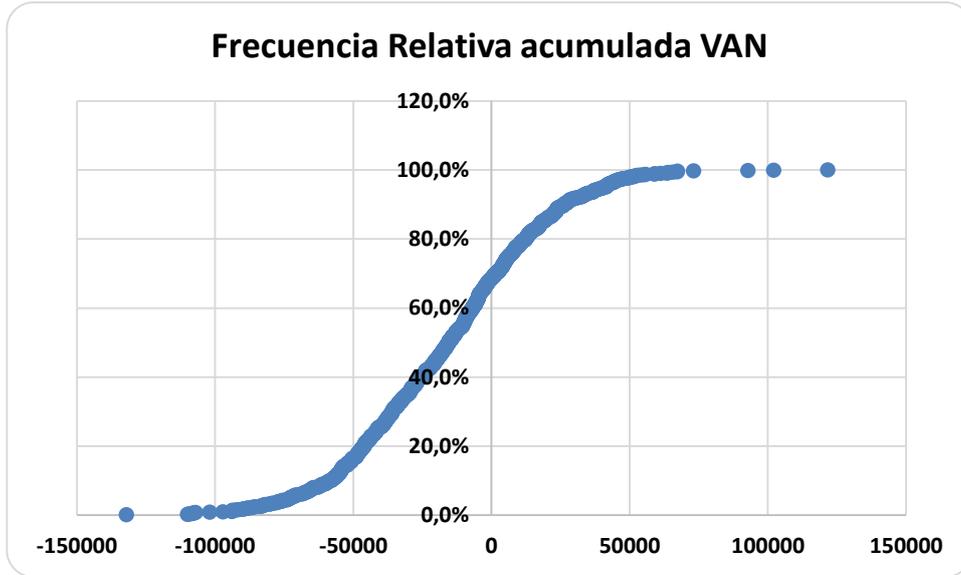
En la tabla N° 42 se presentan los estadísticos con los que fueron construidas las figuras de frecuencia del VAN incremental para el análisis del riesgo. El valor medio es un VAN incremental negativo de -16.522. Existe un 95% de confianza que el valor medio del VAN incremental se encuentre entre los valores de -50.810 y 17.776.

**Tabla 42:** Estadísticos para la construcción de frecuencias

N	1000
Máximo	121.566
Mínimo	-132189
Rango	253755
N° Clases	7
Amplitud	36.251
Diferencia	1
Media	-16.522
Desv. estándar	34.288

En las figuras pueden verse la frecuencia relativa del VAN incremental y la frecuencia acumulada. En las figuras N° 19 y 20 de frecuencia vemos que la probabilidad de que el VAN incremental sea negativo es del 81%.

**Figura 19:** Frecuencia relativa VAN incremental SFG2 versus G.



**Figura 20:** Frecuencia relativa acumulada VAN incremental SFG2 versus G.

**5.3 Periodo de Repago**

En la Tabla N° 43 puede verse el periodo de recupero del capital invertido para los modelos de sistemas Foresto Ganaderos. El modelo Foresto Ganadero 1 tiene un periodo de recupero del capital menor que el Foresto Ganadero2.

**Tabla 123:** Periodo de repago de los modelos Foresto ganaderos.

Modelos	Periodos de repagos (años)
Sistema Foresto ganadero 1	7,25
Sistema Foresto ganadero 2	9,42

**5.4 Mano de obra**

Al analizar la mano de obra que demandaría la implementación de los diferentes modelos se encontró que los sistemas foresto ganaderos requieren entre 127 y 132 jor/ha para el total de las actividades planteadas en los 25 años de inversión. Estos requerimientos de mano de obra son mayores que los de los sistemas ganaderos y

forestales “puros” modelados, ya que la ganadería pura requiere de 86 jor/ha y la forestación 59 jor/ha totales (ver Apéndices 8-12-19 y 24).

### 5.5 Diferentes escenarios evaluados

Se evaluaron otros escenarios a los fines de contar con mayor información sobre invertir en sistemas foresto ganaderos con *Prosopis alba*. Los escenarios evaluados fueron:

- Escenario 1: comparación de los SFG 1 y SFG 2 con un modelo ganadero en el cual las pasturas disminuyen su producción a un 35% a partir del año 15.
- Escenario 2: se evaluaron los Sistemas forestos ganaderos 1 y 2 adicionándoles el financiamiento establecido por realizar plantaciones con la especie *Prosopisalba*.

#### Escenario 1

El análisis financiero realizado para el escenario 1 indica que los sistemas forestos ganaderos son rentables financieramente (Tabla N° 44). Ambos sistemas tienen VAN incrementales positivos, y una TIR igual o mayor a 10%.

**Tabla 44:** Indicadores del análisis financiero del escenario 1

	<b>VAN (US\$)</b>	<b>TIR (%)</b>
<b>SFG 1</b>	2.474	10
<b>SFG 2</b>	17.147	13

#### Escenario 2

En el escenario 2 la factibilidad financiera de los sistemas foresto ganaderos fue variable, (Tabla N° 45). Con la adición del apoyo económico no reintegrable que establece la Ley 25080, (por plantación, tres podas y por el primer raleo) los sistemas presentaron VAN incrementales positivos cuando se comparó con el modelo ganadero. Cuando el

“sin proyecto” fue una situación de forestación, el modelo SFG1 presentó un VAN incremental negativo y una TIR de 8%. Eso se debe a que el modelo forestal tiene una mayor densidad inicial y por lo tanto el reintegro previsto por la ley es mayor. El modelo SFG 2 es financieramente rentable versus la forestación. Este modelo si bien también tiene una menor densidad, la configuración de los árboles permite mayor producción de pasturas y de carnes por lo que alcanza ingresos anuales mayores.

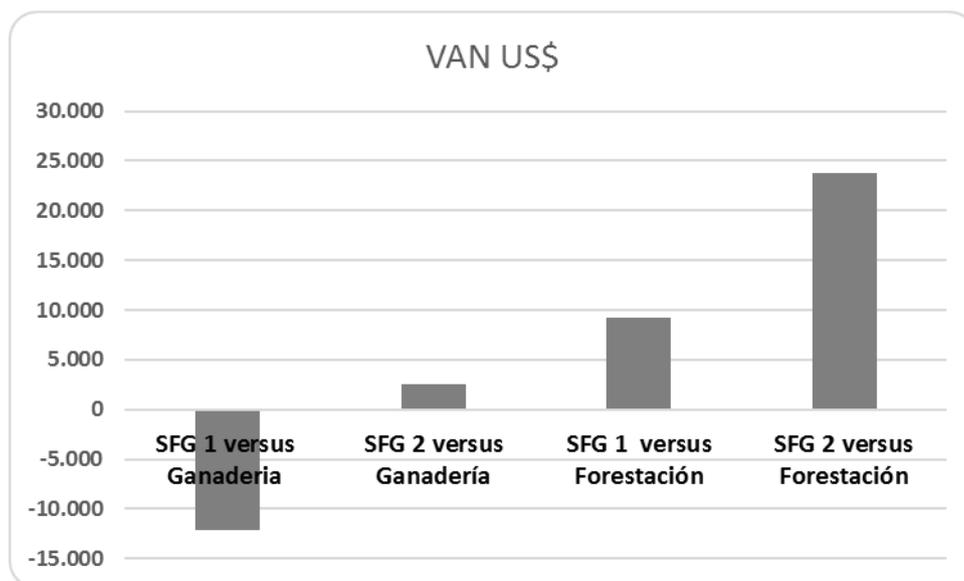
**Tabla 135:** Indicadores del análisis financiero del escenario 2

<b>Sistemas</b>	<b>Ganadero</b>		<b>Forestación</b>	
	VAN (US\$)	TIR (%)	VAN (US\$)	TIR (%)
<b>SFG1</b>	26.221	23	-6.624	8
<b>SFG2</b>	39.953	24	7.045	12

**Capítulo VI**  
**Discusión**

## 6. Discusión

Las inversiones en sistemas foresto ganaderos con la especie algarrobo blanco presentaron resultados variables en cuanto a su viabilidad financiera (Figura N°21). La inversión de instalar sistemas foresto ganaderos a partir de plantaciones forestales fue financieramente factible para ambos modelos, SFG 1 y SFG 2. Cuando la inversión se realizaba a partir de un modelo de ganadería pura, el modelo SFG 2 fue viable financieramente mientras que el modelo SFG 1 no fue rentable. Resultados financieros variables también se obtuvieron en distintos arreglos de sistemas silvopastoriles con la especie nativa *Cedrela odorata*, en Costa Rica (Changoya Fuente, 2004). A continuación, se discuten con más detalle los resultados obtenidos entre los distintos modelos.



**Figura 21: VAN (tasa de descuento: 10%) incrementales de los sistemas Foresto ganaderos.**

Invertir en un SFG 2 se presenta como la mejor opción, ya que este modelo es rentable a partir de las dos situaciones preexistentes modeladas: ganadería o forestación pura. Este modelo tiene una menor inversión, (otros) buscando una mejor integración entre las componentes forestal, pastura y ganadera. Se asumió que por esta disposición el ingreso de los animales al sistema productivo puede realizarse desde el tercer año y con producciones de pastura más cercanas al sistema ganadero puro. En este sistema se

practicaron dos raleos comerciales a los 15 y 21 años, a estas edades, dado el mayor grosor de los árboles puede esperarse obtener una mayor proporción de madera para destino de aserrado, producto que tiene mayor valor en el mercado.

Invertir en el modelo SFG 1 es una opción menos ventajosa, ya que este modelo es rentable financieramente si se parte de una forestación, pero no es rentable al contrastarlo con una ganadería pura. El SFG 1 tiene una inversión mayor, parte de una configuración de la componente forestal (3x7 metros) “más parecida” a la configuración tradicionalmente rectangular planteada en el modelo forestal puro (4 x4 metros). En este sistema foresto ganadero se consideró una menor producción de pastura bajo la copa de los algarrobos y esto condicionó la producción de carne. El esquema de raleos planteados para este sistema buscó mejorar el ingreso de luz para mantener la productividad de la pastura. Se modelaron más raleos suaves y a más temprana edad que en una forestación pura. Raleos más tempranos implican más proporción de leña y menos de madera para usos sólidos de mayor precio en el mercado

### **6.1 Modelos foresto ganaderos versus forestación**

Los ingresos anuales obtenidos por la venta del cultivo intercalar alfalfa desde el año 1 y la producción anual de la carne desde el año 3 y 5 permiten un retorno financiero más rápido en los sistemas foresto ganadero. Esto hace atractiva su incorporación a partir de una forestación pura, cuyos ingresos por la venta de madera se dan en los raleos comerciales y la corta final, a mediano y largo plazo. También hay una disminución de los costos del control de roedores, de malezas y el mantenimiento de calles cortafuegos en los sistemas foresto ganaderos. Lo que significa un ahorro de 460 US\$/ha en el primer año, 152 US\$/ha y 91 US\$ en el segundo y tercer año. y de 30 US\$/ha desde el año 4 al 25. El sistema Foresto ganadero 2, presenta mejores

indicadores que el SF1, versus un modelo de forestación. El VAN incremental fue de 24.525 US\$ para el SFG 2, mientras que para el SFG 1 fue de 9.025 US\$. El sistema SFG 2 tiene una menor inversión que el sistema SFG 1 y percibe además mayores ingresos por la venta del Kg de carne y madera.

La inversión del SFG 1 versus una plantación forestal pura es sensible a caídas del 50% en la producción y precio de madera. Esta inversión es más sensible a la producción y precio de la carne, ya que se producen VAN incrementales negativos cuando disminuyen en un 30%. Cuando las tasas de descuento superan el 17%, el VAN se vuelve negativo. EL sistema SFG 2 es un sistema robusto frente a la variación en la producción y precio de la madera. Pero es sensible a la variación en la producción y el precio de la carne. Caídas del 15% en la producción de la carne y en el precio producen que el VAN incremental se vuelva negativo.

Algunos autores señalan que los sistemas silvopastoriles que priorizan la producción de madera aserrada (por sobre otros productos madereros de menor valor económico), se muestran más viables económicamente (Oliveira, et. al 2000, Ribaski, 2007 y Nogueira da Silva, et. al 2007). Estos autores evalúan financieramente sistemas con clones de eucaliptos en distintas zonas de Brasil, donde la producción se destina principalmente para energía y madera aserrada. Incorporar valor a la producción forestal vuelve al sistema Silvopastoril más atractivo (más viable y seguro) (Díaz Muller et al., 2011). En la rentabilidad de los sistemas agroforestales, la participación de la madera es más importante cuanto mayor es su valor agregado (Dubè et al., 2000; Souza, 2005; Coelho Júnior et al., 2008; Müller et al., 2011 citados por Cosenza et. al 2016). En los modelos foresto ganaderos planteados en este trabajo, la producción de madera de fuste es destinada para usos aserrables, que es la de mayor valor en los mercados actualmente.

No obstante, la viabilidad de estos modelos parece responder más a la cantidad de carne producida y vendida anualmente.

Pasar de una ganadería pura como la modelada a un modelo SFG 2 es rentable, presentando un VAN incremental positivo de 2.258 US\$. El modelo SFG 1 versus la ganadería pura no es rentable financieramente, el Van incremental fue negativo de - 12.115 US\$. Estos resultados se deben a los distintos requerimientos de inversión de los modelos planteados, los cuales fueron menores en el sistema SFG 2 (48.997 US\$ SFG2 y SFG 1 56.542 US\$). También la configuración en el sistema de líneas pareadas SFG2 (que asume una producción de pastura similar al sistema ganadero puro) permitió mayores ingresos por la venta de carne que en el SFG 1.

El SFG1 es sensible a las variables de producción de carne y madera y sus precios. Este sistema podría ser rentable si la producción de madera aumentara en un 50% o si su precio aumentara en un 50%. También si la producción de kg de carne y el precio aumentara en un 15%.

El SFG 2 es sensible a las variables de producción de madera y a su precio. Con una caída del 10% de la producción de madera, y del 15% de su precio el VAN incremental se vuelve negativo. Este sistema es muy sensible a la variación de la producción de carne y su precio (caídas del 5 y 3%). Con respecto a la variable tasa de descuento, valores de 12 % y superiores hacen que la inversión se vuelva inviable financieramente. Esto coincide con De Oliveira et al. (2000), quien encontró que tasas superiores al 11,45% provocaron que la inversión en sistemas silvopastoriles con Eucaliptos se volvieran inviables financieramente.

Un aspecto a tener en cuenta son las características del modelo ganadero “sin proyecto” planteado, es decir una ganadería a cielo abierto, sin árboles. Este modelo se

construyó sobre una producción de materia seca de pastura promedio (8.261 Kg MS) y bajo el supuesto, (consultado con expertos de la zona), de que la misma se mantiene los 25 años con esa productividad. En mediciones realizadas en parcelas de pastura sin cobertura arbórea, en la zona centro oeste del Chaco, encuentra un amplio rango de producción de la misma en los distintos años medidos (valores entre 18.005 a 2.250 Kg MS/ha/año) (Chiossone et al., (2014). El autor señala que factores ambientales, principalmente las precipitaciones explicarían estas diferencias entre los distintos años. Esta gran variabilidad obliga al productor a estar atento a ajustar su carga ganadera y a tomar medidas, ya que la receptividad del campo puede variar considerablemente.

Sin embargo, en mediciones de productividad de pastura realizadas bajo la sombra de sistemas foresto ganaderos la producción de la pastura se mantiene más estable. También el contenido de proteína bruta de la pastura bajo los árboles es mayor (11%) que a cielo abierto (8%). Bajo la cobertura arbórea la producción de pastura Kg MS/ha, en cinco años de mediciones tiene un coeficiente de variación de 32%; mientras que a cielo abierto fue de 54%(Chiossone et al., 2014). Esto indica que los sistemas foresto ganadero aportarían estabilidad productiva, especialmente en épocas de sequías, y mejoras en calidad en invierno. Siguiendo esta línea de pensamiento durante dos periodos evaluados, se encontró que la producción de carne en un sistema silvopastoriles con *Prosopis alba* fue mayor en el sistema silvopastoril que a cielo abierto (544 vs 503 kg/ha) y (728 vs 329 kg/ha). Los dos años evaluados en la producción de pastura coincidieron con años de menores precipitaciones (Martinez Calsina et al.,2016).

Las experiencias realizadas en sistemas foresto ganaderos con la especie *Prosopis alba* muestran interacciones que deberían ser investigadas más profundamente para

establecer esquemas de sistemas más eficientes (Chiossone et al., 2014; Martinez Calsina et al., 2016). Los sistemas foresto ganadero podrían ser parte importante en una planificación estratégica de un campo “ya que pueden ser una forma económica y rentable de conservación de forraje para el invierno” (Chiossone et al., 2014). Coincidiendo con esta afirmación, cuando en este trabajo se analizó un escenario donde la producción de pastura a cielo abierto decaía a un 35% en los últimos 10 años (de un período de 25) se obtuvo que estos sistemas foresto ganaderos con la especie *Prosopis alba* son rentables financieramente.

Los dos sistemas foresto ganaderos analizados muestran que la variable a la cual son más sensible en términos financieros es a la producción de carne. Por lo tanto, es sobre esta variable donde deberían concentrarse los esfuerzos para tener mayores certezas sobre su comportamiento, ya que sería la que más influirá en la rentabilidad del proyecto (Silva et al., 2012; Cosenza et al., 2016). Sin embargo, la producción de carne en sistemas silvopastoriles en uno de los aspectos donde se tiene un gran vacío de conocimiento en América Latina en general (Soler et al., 2015; Martinez Calsina et al., 2015). En un análisis sobre bibliografía especializada en sistemas silvopastoriles para Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay y Perú, se encontró que solo el 7% corresponde a estudios sobre el componente ganadero (Soler et al., 2015).

La menor priorización de investigación en el componente ganadero refuerza la necesidad de mayores estudios en las interacciones que se dan para este componente en sistemas silvopastoriles. Desde sus interacciones con la componente forestal buscando mejorar la oferta forrajera, la interacción con la presión del pastoreo, hasta aspectos relacionados con el bienestar animal, por ejemplo, relacionados al calor extremo y la

provisión de sombra y la incidencia de enfermedades (Rossner et al., 2015; Barahona Rosales et al., 2016; Ochoa et al., 2016).

## **6.2 Análisis de Riesgo y período de repago**

Los análisis de riesgo realizados por el método Montecarlo para los modelos SFG1 y SFG2, permitieron incorporar a los análisis financieros la incertidumbre de los precios de la madera y la carne, y de los rendimientos de estos productos. Los análisis realizados muestran que estas inversiones son riesgosas. Hay una probabilidad de entre un 36% y un 85% de obtener VAN incrementales negativos. Para el SFG 1 es más riesgosos pasar desde la ganadería (85%), que desde la forestación (36%), mientras que el SFG 2 presenta riesgos muy parecidos versus ambas actividades, (83%,81%). Estos resultados se ajustan a lo expuesto por Cosenza et al. (2016), quienes manifiestan que la mayor complejidad de las interacciones en los sistemas agroforestales, sumado a la falta de información exacta en cuanto a producción de los cultivos, hacen que los riesgos a asumir en proyectos agroforestales sean mayores. Otros autores encuentran para un sistema silvopastoril con eucaliptus en Brasil, un 8,8% de probabilidad de que el VAN sea menor que cero (Silva et al. (2012).

El periodo de repago para el SFG1 fue de 7,25 años y para el modelo de SFG 2 de 9,42 años. Estos periodos pueden ser considerados altos y están relacionados a las altas inversiones necesarias para instalarlos. Periodos de repagos altos constituyen una barrera para la adopción de lossistemas. En Brasil periodos de repago de 7 años se dan cuando productores que no realizaban ganadería invierten en sistemas silvopastoriles con eucaliptus. Sin embargo, los periodos de repago de los sistemas son menores que los de inversiones forestales puras (12 años) (Fondo de Inversión Loma Alta,2020)Considerando solo el periodo de repago el sistema SFG1 se presenta como

una mejor opción que el SFG2, esto es así porque este indicador no pondera apropiadamente la magnitud de los flujos de caja ya que no se tienen en cuenta todos los flujos de caja posteriores a la obtención del periodo de repago.

La adopción de estos sistemas forestos ganaderos requiere de un capital financiero de 1.131 US\$/ha para SFG 1 y de 980 US\$/ha para el SFG 2. A esto se le agrega los gastos de implantación de la pastura en el año 4 (69 US\$/ha) y 3 (75US\$/ha) respectivamente. La incorporación de la componente forestal en estos sistemas implica costos elevados de inversión, no obstante parte del mismo es amortizado por la producción de alfalfa. Esto les da un atractivo mayor a los modelos planteados, ya que los ingresos se producen desde el año 1 y no recién en el 3 o 5 cuando pueden incorporarse el componente ganadero. Este es un dato relevante, ya que una de las barreras identificadas para incorporar sistemas silvopastoriles es la idea de que, en los primeros años, hasta el ingreso de la ganadería, la superficie es improductiva.

El capital de inversión requerido es alto para pequeños y medianos productores de la zona centro oeste del Chaco, ya que en general este grupo de productores tiene una baja capitalización (PISEAR 2016). A esto debe agregarse la falta de financiamiento para acceder a nuevas tecnologías, relacionado a las condiciones de los préstamos (plazos, tasas de interés). También en muchos casos los productores se encuentran inhabilitados por situaciones de endeudamiento con entidades bancarias o proveedores de insumos (Codutti, 2003, CONES, 2011). Las inversiones en plantaciones forestales también significan una inversión inicial alta, sin embargo, para poder promover estos emprendimientos existen herramientas a las que los productores pueden acceder. Ley 27.487 prorroga y modificación de la Ley 25.080 Ley de Inversiones para bosques Cultivados busca promover las plantaciones foresto-industriales principalmente

utilizando incentivos económicos. En ese contexto, cuando se analizaron escenarios donde se adicionó el apoyo económico no reintegrable brindado por la ley 25080 a plantaciones forestales con la especie *Prosopis alba*, las rentabilidades de los sistemas foresto ganaderos mejoraron. El SFG 1 versus la forestación tuvo un VAN incremental negativo debido a las diferencias en las densidades iniciales, por lo que el apoyo económico brindado por plantación es más alto cuando la densidad inicial de la plantación es mayor.

La incorporación de los sistemas foresto ganaderos implica un aumento de mano de obra “con el proyecto” frente a las dos alternativas “sin el proyecto”. La cantidad de jornales estimados para el manejo en los sistemas aumentaron entre un 48% y 124%. Respecto a la ganadería y la forestación, este aumento se da por las diferentes actividades planteadas en las distintas componentes que intervienen en los sistemas. Estos resultados concuerdan con otros autores, quienes manifiestan que los sistemas agroforestales tienden a utilizar una mayor demanda de mano de obra que en sistemas ganaderos puros (Frey et al., 2012; Esquivel y Lacorte, 2010).

### **6.3 Rentabilidad financiera de sistemas silvopastoriles**

Existen estudios que evalúan financieramente la viabilidad de la instalación de sistemas agrosilvopastoriles con especies de rápido crecimiento. Se encontró baja viabilidad (VAN negativos y TIR inferiores a 3,72%) para distintos arreglos de sistemas silvopastoriles con la especie Eucaliptus en Brasil (Ribaski, 2007). Valores de VAN de R\$ 1.294.991,82, (tasa de descuento 6%) y tasa interna de retorno del (TIR): 19,9% (Silva et. al, 2012). Valores de VAN de (R\$ 2.726 a R\$ 4.335 con tasas de interés del 6% al 8%) y TIR de 21,65% a 26,49% fueron obtenidos en sistemas con clones de Eucaliptus para producción de madera (Amorin, 2016).

Rentabilidades elevadas se dan en sistemas silvopastoriles donde el componente forestal incluye especies forestales de rápido crecimiento, materiales genéticos mejorados (clones) y con turnos cortos de aprovechamiento (7 años), además de tecnologías validadas de implantación y manejo. Estudios desarrollados en Brasil, (Amorin, 2016) proponen además varios ciclos iniciales de cultivos agrícolas (maíz, soja) que otorgan retornos rápidos en el flujo de caja, para aquellos sitios de buena calidad.

En el presente trabajo el componente forestal propuesto en los modelos foresto ganaderos proviene de un material que recién en la última década está siendo domesticado. Aunque actualmente hay un avance en cuanto al manejo y tratamientos silviculturales para la especie *Prosopis alba*, aún falta establecer tecnologías que optimicen su producción. Existen además estudios promisorios de material genético de *Prosopis alba* de rápido crecimiento que deberían ser evaluados en estos sistemas. Todo esto, junto a una mayor eficiencia en las interacciones de las componentes pastura y ganado permitirán esquemas de sistemas foresto ganaderos de mayor rentabilidad.

Dado el carácter exploratorio del presente trabajo, y teniendo en cuenta la falta de información específica para sistemas forestos ganaderos con la especie algarrobo blanco, no se consideraron en la formulación de los modelos beneficios ambientales como la captación de carbono, mejoramiento de suelos, entre otros beneficios. Estos beneficios son descriptos ampliamente en la literatura para los sistemas agroforestales en general (Montagnini, 2010; Urani y Jain, 2010; Calvo Mora, 2010).

En los sistemas silvopastoriles se hace hincapié en los beneficios ambientales que el árbol brinda a la producción pecuaria frente a los cuestionamientos ambientales de la misma. Estos beneficios están relacionados a mejores condiciones del suelo y del

ambiente bajo la canopia de los árboles, que puede manifestarse en un aumento en productividad y calidad de la pastura, resguardo ante condiciones climáticas extremas (sequías, calor excesivo), compensaciones al metano entérico emitido por los animales, etc. (Laclau et al., 2015)

Algunas consideraciones particulares para sistemas foresto ganaderos con la especie forestal *Prosopis alba* serían: la incorporación de una leguminosa como fuente de nitrógeno es una estrategia para favorecer el forraje (Sprent y Parsons, 2000, citados por Martínez Calsina, et al., 2015). En ese sentido el algarrobo es una leguminosa fijadora de nitrógeno mejoradora de suelo y los frutos son fuente de proteínas. Sin embargo, algunos autores (Alavalapati et al., 2004; Torquebiau y Penot, 2006 citados por Cosenza et al., 2016.) señalan que los sistemas agroforestales “tienen beneficios ecológicos que aún no son internalizables y atributos biológicos sin valor de mercado, como la reducción de los riesgos de producción debido al cambio climático, la mejora de las condiciones del suelo, la mejora de la calidad del agua y el aire, la conservación de la biodiversidad y la belleza escénica. Estos servicios ecosistémicos son considerados como bienes públicos, en principio sin valor en el mercado y con atributos de indivisibilidad para toda la sociedad que hacen que sean difíciles de considerar en la rentabilidad privada. Servicios ambientales como el secuestro de carbono, la mejora en la calidad del agua y la biodiversidad son los que están más desarrollados y aceptados en el marco de los sistemas agroforestales (Garrett et al., 2000, citado por Alavalapati et al., 2004).

Se hace necesario, entonces, indagar en estos beneficios ambientales, lo que permitiría pensar maneras de incorporarlos en cálculo financiero. Diferentes autores señalan que, si los beneficios ambientales se adicionan a los financieros, las inversiones

se mostrarían más sólidas y serían más atractivas para los productores (Gobbi,2000, Alavalapati et al., 2004). Experiencias realizadas en Centroamérica, donde se pagaba por los servicios ecosistémicos que los sistemas silvopastoriles generaban (Banco Mundial, 2002), se encontró que los mismos eran rentables si se internalizaban esos beneficios ambientales en su flujo de caja (Gobbi, 2011).

Por otra parte, poder determinar la oferta de servicios ambientales de los sistemas foresto ganaderos más el conocimiento de su rentabilidad, daría base a los decisores de políticas públicas para formular y proponer políticas de incentivos. En este sentido, en Brasil los sistemas agroforestales tienen mayor importancia política como estrategia para el desarrollo sustentable en ecosistemas amenazados, estas tendencias también se dan en programas de financiamiento internacionales ofrecidos por el Banco Mundial (Araujo, 2014).

Laclau (2015) sostiene que: “la política forestal actual de Argentina, debería tener como objetivos implícitos conocer, manejar sustentablemente e incrementar la superficie de los sistemas silvopastoriles”. En Argentina la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados busca promover las plantaciones foresto-industriales, principalmente utilizando incentivos económicos. Si bien con la adecuación de las normas técnicas de la Ley 25.080 algunos planes silvopastoriles pueden recibir los beneficios de esta ley, la adecuación consistió en permitir plantaciones con menores densidades. Más allá de esto, no se contemplan otras particularidades de los sistemas silvopastoriles, cuya complejidad de manejo es alta y donde la producción de madera no es necesariamente el principal objetivo.

Por otro parte, también es necesario que las dependencias que tienen injerencias con la ganadería consideren estos sistemas reconociendo la complementariedad de usos,

y la necesidad de integración intersectorial. En general, se observa que los “sectores ligados a la promoción forestal son los que traccionan los sistemas, posiblemente porque se promueve una producción mixta entre un producto que está fuertemente instalado en la producción agropecuaria (la carne), con otro que no (la madera)”(Laclau, 2015). Varios autores, señalan que “es necesario profundizar en la apropiación social y el aprendizaje en conjunto con productores y grupos de interés de la sociedad y que los procesos deben darse a niveles regionales o territoriales” (Lacau, 2015; Peri et al., 2015).

**Capítulo VII**  
**Conclusiones y recomendaciones.**

## **7. Conclusiones y Recomendaciones**

### **7.1 Conclusiones**

Según los supuestos de los modelos, invertir en sistemas foresto ganaderos en el centro oeste de Chaco es rentable financieramente a partir de sistemas de producción forestal es variable respecto a la ganadería. La rentabilidad es diferencial según el modelo de sistema planteado y según el sistema de producción inicial del cual se parte. El sistema foresto ganadero 2 se presenta como una mejor opción, ya que tiene una rentabilidad positiva, tanto a partir de la forestación como de la ganadería pura. El sistema foresto ganadero 1 tiene una rentabilidad positiva frente a la forestación, pero es inviable cuando se parte de una ganadería pura. Los sistemas foresto ganaderos modelados fueron financieramente riesgosos. Entre un 36 a un 83% de obtener VAN incrementales negativos.

En los modelos analizados la rentabilidad financiera está más asociada a la producción de kg de carne, ambos modelos se mostraron más sensibles a esta variable que a la producción de madera, los precios y tasas de descuento. Esquemas de sistemas donde las interacciones permitan una mayor producción de carne podrían ser más rentables. Investigaciones que permitan planteos más eficientes sobre esta producción, así como mejoras en las interacciones y otros componentes, como ser material forestal mejorado, también podrían favorecer el aumento de la rentabilidad y la disminución del riesgo.

El capital requerido para la inversión de estos sistemas es alto. Esto implica que a pequeños y medianos productores les resultaría difícil implementarlos. Estímulos adicionales pueden ser necesarios para favorecer la instalación de estos sistemas.

## 7.2 Recomendaciones

- Investigar las interacciones de las componentes de los sistemas foresto ganadero: forestal, pastura ganadería. Particularmente arreglos espaciales, densidades forestales, ingreso de luz, desarrollo de pastura y la producción ganadera, que permitan proponer planteos técnicos que optimicen las relaciones positivas entre las componentes y la obtención de productos ganaderos y forestales de mayor calidad
- Realizar futuros análisis de retorno de inversiones donde se incluya el valor de la tierra, a los fines de brindar información para la toma de decisiones de ingreso a la actividad.
- Evaluar los servicios ambientales que los sistemas foresto ganaderos con la especie *Prosopis alba* podrían brindar. Contar con esta información permitiría tener insumos para considerar futuras propuestas de compensaciones que estimulen la adopción de estos sistemas.

## 8. Bibliografía

- Acosta, M., Oliva, L., A., Abril, A., 1994.** Colección de Rhizobios de Prosopis arbóreos de la zona semiárida de la Provincia de Córdoba, (Argentina). *Ciencia del suelo* 12: 38-40.
- Adamoli, J. 2005.** Problemas ambientales de la agricultura en la Región Chaqueña. Pp. 436- 441 en: Brown, A. Martínez Ortiz U., Acerbi, M. y Corcuera J. 2006. (Eds.) *La Situación Ambiental Argentina 2005*, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Adrade, H., Serrano, R. y Pinzón, M. 2010.** Estructura, composición florística y características de copa del dosel de sombra en un sistema silvopastoril de árboles dispersos en potreros del Valle Cálido del Magdalena, Tolima, Colombia. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Alvarez, J. A., Villagra, P. E., Villalba, R., Debanti, G., 2013.** Effects of the pruning intensity and tree size on multi-stemmed Prosopis flexuosa trees in the Central Monte, Argentina. *Forest Ecology and Management*. Volumen 310 , 857-864.
- Alfonso, E., BONILLA, L., Carrió, M., Gusinsky, S. y Torrente, D. 2010.** Apuntes sobre las causas del crecimiento económico de la provincia del Chaco y sus efectos sobre el desarrollo. IV Jornadas Nacionales de Investigadores de las Economías Regionales 2010. Facultad de Ciencias. Económicas-Universidad Nacional del Nordeste.
- Allegranza, D. A., Torres, E., Reboratti H. y Fassola, H. E. 1997.** Efecto de la densidad del el Pinus caribaea var. Caribaea sobre la oferta forrajera. INTA EEA Montecarlo. Montecarlo. Misiones. Argentina.
- Alavalapati, J. R.R., Shrestha, R. K., Stainback, G.A. y Matta, J.R. 2004.** Agroforestry development: and environmental economic perspective. *Agroforestry Systems* 61: 299-310.
- Amorin, J. Da S., 2016.** Viabilidad de sistemas agroflorestais em alto fuste e talhadia de plantas jovens de eucalipto com ciclos agrícolas estendidos. Tesis
- Araújo, J. B. C. N, 2014.** Análise de risco em Sistema Agroflorestal (SAF).14, xv, 52 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- Ares, A., Reid, W. y Brauer, D. 2006.** Production and economics of native pecan silvopastures in central United States. *Agroforestry Systems* 66:205–215.
- Atanasio, M. A., 2012.** Crecimiento de Prosopis alba Griseb sometido a diferentes intensidades de poda”. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.
- Atanasio, M. A., 2014.** Influencia de raleos selectivos sobre el crecimiento de Prosopis alba Griseb. XXVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos 11ª edición ISSN 1668-9253.
- Baca Urvina, G. 2003.** Evaluación de Proyectos. Cuarta edición. McGRAW-HILL.
- Black, A. W., Forge, K. y Frost, F. 2000.** Extension and advisory strategies for Agroforestry. A report for the RIRDC/LWRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program.
- Baggio, A. J. y Carpanezzi, O. B., 1989.** Resultados preliminares de um estudo sobre arborizacao de pastagens com mudas de espera. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 18/19, p.17-22, jun./dez. 1989
- Balducci, E., Sanchez, E., Eliano, P., 2012.** Empresas Forestales, Modelos de operación y costos asociados para la región NOA. Ediciones del Subtrópico.

- Barahona-Rosales, R., Benjumea Salazar, D.R., Sánchez, M. S., 2015.** Cargas parasitarias ocasionadas por *Rhipicephalus microplus* y su relación con la raza y la productividad animal.
- Bustamante, J., Ibrahim, M. y Beer, J., 1998.** Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba. *Agroforestería en las Américas*, Vol 5 N° 19.
- Calvo Mora, V. 2010.** Balance de gases de efecto invernadero y carbono neutralidad en sistemas agrosilvopastoriles integrales de Costa Rica. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Carvalho, M.M. y Xavier, D. F. y Alvim, M. J.; 2003.** Arborização melhora a fertilidade do solo em pastagens cultivadas. Comunicado técnico 29. ISSN 1678-3131. Juiz de Fora, MG.
- Carvalho, M.M. y Xavier, D. F., 2005.** Capitulo 22. Sistemas Silvopastoris para recuperacao e desenvolvimento da pastagem. *Agroecologia Principios e técnicas para uma agricultura orgânicasustentável*. Embrapa Informação Tecnológica.
- Carranza, C. 2009.** Sistemas Silvopastoriles en bosques nativo del Chaco Argentina. Actas 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.
- Casado, V, 2011.** Las Breñas, Chaco. en *Avances en alfalfa*. ISSN 1515 46 52 Año 21 N| 21.
- Casalps, S., Romero, J., Rusch, G. e Ibrahim, M. 2010.** Efecto del árbol en la fertilidad del suelo en pastos arbolados. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Castañeda Vergara, V. 2009.** Análisis económico de la implementación de componentes maderables nativos de valor comercial en sistemas ganaderos tradicionales en los distritos de Tonosí y Pedasí. Provincia de Los Santos, Panamá. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- CastroTabares de, C. R., García, R., Carvalho, M. y Couto, L., 1999.** Produção forrageira de Gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Revista Brasileira de Zootecnia* V28, N5 p 919-927.
- Cerrud Santos, H. N. 2004.** Efectos del pago por servicios ambientales y otras variables socioeconómicas en la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente en zonas ganaderas de Esparza, Costa Rica y Matigúas, Nicaragua. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Cosenza, D. N., Neto de Oliveira, S. N., Jacovine, L. A. G., Rodriguez C. R., Rode, R., Soares, V. P., Leite, H. G., 2016.** Avaliacao econômica de projetos de sistemas agrofloretais. *Pesq. Flor.bras.*, Colombo, V. 36, n. 88, pp 527-536.
- Chain Sapag, R. 1989.** Preparación y Evaluación de Proyectos. Segunda Edición. McGRAW.
- Changoya Fuentes, J. 2004.** Investment analysis of incorporating timber tress in livestock farms in the Sub-Humid Tropics of Costa Rica. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Chará, J. 2010.** Impacto de los sistemas silvopastoriles en la calidad del agua. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.

- Chiossone, J. L., Vicini, R., Jacquet, A. y Ondomisi, S. 2014.** Comportamiento de Gatton Panic en Chaco (Argentina), mejoramiento en la utilización con Suplementación y confinamiento en autoconsumo de silajes.
- Choge, S., Harvey, M., Chesang, S. y Pasiiecznik, N 2006.** Cooking with *Prosopis* flour. Recipes tried and tested in Baringo District, Kenya. KEFRI, Nairobi, Kenya and HDRA, Coventry, UK.
- CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical 2008.** Caracterización de la Cadena Productiva del Algarrobo (*Prosopis* sp.) en Argentina y México. Project acronym: WAFLA Project title: Integrated Water resource management by the implementation of improved Agro- Forestry concepts in arid and semi-arid areas in Latin America.
- Colcombet, L., Pachas, A. y Fassola, H. 2009.** Sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *caribaea* var. *hondurensis* (F2), *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf y *Axonopus catarinensis* Valls, a diferentes densidades arbóreas en el NO de Misiones. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.
- Colcombet, L. 2011.** Los Sistemas silvopastoriles los números que ganan. Posadas Misiones.
- Colcombet, L., Rossner, B., Frey, G., Setevenson, H., Hamilton, J. y Hubbard, W., 2011.** A Comparison of Silvopastoral Systems insix Regions of the World.North American Agroforestry Conference.
- Colcombet, L., Pachas, N., Esquivel, J., Lacorte, S. y Rossner, M. 2012.** Fuerzas conductoras y avances de los Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles en el Nordeste Argentino.
- Colcombet, L., Esquivel, J., Fassola, H., Kimmich, G., Lacorte, S., Pachas, N. y Rossner, M., 2012.** Aspectos Relevantes a tener en cuenta para implementar exitosamente sistemas silvopastoriles en el NE argentino. VII CAFL 12 /
- Codutti, C. O. 2003.** Consultoría: Asistencia Técnica para la Elaboración del Diagnóstico Agrario y Rural de la Provincia del Chaco.
- CONES, Consejo Económico y Social de la Provincia del Chaco 2010.** El Desarrollo Rural en el Chaco. Análisis de situación y desafíos.
- CONES, Consejo Económico y Social de la Provincia del Chaco 2011.** Análisis de la competitividad y sustentabilidad de la industria foresto-mueblera del Chaco.
- CONES, Consejo Económico y Social de la Provincia del Chaco 2017.** Evaluación económica financiera de modos de producción ganadera en la provincia del Chaco.
- Cony, M. 1995.** Reforestación Racional de zonas Áridas y Semiáridas con árboles de múltiples propósitos. *Interciencia* 20(5): 249-253. URL: <http://www.interciencia.org.ve>
- Cordoba Escobar, C., Muñoz Bentancur, J., Barahona Rosales, R., Murgueito Restrepo, E., Naranjo Ramirez, J. y Cuartas Cardona, C. 2012.** 11. Indicios de comportamiento adaptativo al Cambio Climático en machos cebú comercial pastoreando sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) y pastizales remanentes del cultivo de arroz (Tamo). VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Series técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Corini, R. O., 2013.** Capítulo 8, Ecología, Usos y Potencialidades de los algarrobos. El Chaco Árido.
- Coronel de Renolfi, M., Gardona, G. y Ruiz, A., 2010.** Coeficientes técnicos del primer año de plantación de *Prosopis* sp. en Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho* Volumen 18, (1,2):58-70.

- Coronel de Renolfi, M., Gomez, A., 2014.** Estimación del costo del primer raleo de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) metodología aplicada al caso de una plantación en Herrera, Santiago del Estero Argentina. Ingeniería Solidaria, Volumen 10, Número 17.
- Coronel de Renolfi, M., Gardona, G., Moglia, J., Gomez, A., 2014.** Productividad y costos del raleo de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero Argentina. Una primera aproximación. Agrociencia Uruguay Volumen 18, 2:128-136.
- Cubbage, F., Balmelli, G., Bussoni, A., Noellemeyer, E., Pachas, Fassola, H., De Andrade, Soares, C. M., Valentim, J. F. y Carneiro da Costa, J., 2002** Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) Em Ecosistemas de Pastagens Cultivadas na Amazônia Ocidental. Revista Brasil Zootecnística V31(2) P 574-582.
- De Andrade Soares, C., M., Valentin Ferreira, J., Da Costa Carneiro, J. y Vaz, F., A., 2004.** Crecimiento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais só sombreamento. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 39, (3), 263-270.
- De Batista, M. 2016.** Gobernanza y coordinación en la cadena de la carne bovina argentina. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Administración. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- De Cleark, Fabrice 2010.** Aplicaciones ecológicas para la adaptación al cambio climático en paisajes ganaderos. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- De Oliveira, D. A., Soares Scolforo, J. R., Silveira V. de P., 2000.** Análise economica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. Ciencia Florestal, v.10 n1.
- De Oliveira Ramos Lopez, F., Mota Alves, V., Ramos Soares, M., Santos Tuffi, L. D., De Oliveira Faria, N. J. y Gerasse Castro, L., 2013.** Comportamiento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e *Panicum máximum* cv. 'tanzânia' sob sombreamento. Ciência Rural, v.43, n.2, p.348-354.
- Dalmasso, A. y Anconetani, J., 1993.** Productividad de frutos de *Prosopis flexuosa* (Leguminosae), algarrobo dulce, en Bermejo, San Juan. Multequina, núm. 2, 1993, pp. 173-181, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas Argentina. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42800207>.
- Damasceno, J. C., Junior, F. B. y Targa, L. A., 1998.** Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas com Acesso à Sombra Constante ou Limitada. R.Bras. Zootec., v.27, n.3, p.595-602, 1998.
- Deccarett, M, D.; 1967.** La influencia de los arboles leguminosos y no leguminosos, sobre el forraje que crece bajo ellos. Instituto Iberoamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Centro de Enseñanza de Investigación Turrialba, Costa Rica.
- Delgado, J. L. A. 2011.** Mecanismos de Formación de Precios en la Cadena Cárnica en la Provincia del Chaco.
- Del Valle, P., 2006.** Raleo selectivo en forestación joven de algarrobo blanco *Prosopis alba* Griseb. <http://fcf.unse.edu.ar/eventos/2-jornadas-forestales/pdfs/Raleos%20Selectivos%20en%20Forestacion%20Joven%20de%20Algarrobo%20Blanco.pdf>
- Demaio, P., Ulf, O. K y Medina, M. 2002.** Árboles nativos Del centro de Argentina. L.O.L.A- I.S.B.N. 950-9725-51-
- Dirección de Promoción Forestal, 2012.** Información Técnica de la Región Chaqueña, Especies Forestales a cultivar en la Región. [http://chaco-forestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica\\_20.html](http://chaco-forestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica_20.html).

- Dias, P. F. y Souto, S.M., 2006.** Análise da factores aplicada na avalicao da influência de leguminosas arbórea, nas características de solo sob pastage. Revista Universidade Rural. Série Ciências da Vida, Nº1 p 24-32.
- Dias, P. F.; Souto, S.M.; Franco A.A.; 2008.** Metodo da introdução de mudas de Arvores em Pastagem sem proteção e na presençia de ganado., Jailton da Costa Carneiron R. Bras. Zootec., v.31, n.2, p.574-582, 2002.
- Dias Muller, M., Nogueira, S. G., Tavares de Castro, C. R., Campos Paciullo, D. S., Alves, F. de F, Castro Oliveira, R. V., 2011.** Economic analysis of na agrosilvipastoral system for a mountainous área in Zona da Mata Mineira, Brazil. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, v.46 10, p 1148-1153.
- Dostert, N; Roque, J.; Cano, A.; La Torre, M.I.; Wingend, M.; 2012.** Hoja botánica: Algarrobo *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth. Traducción: Federico Luebert. Fecha: abril 2012. Documento: D38/08-18.
- Echeverri, G., Murgeitio, E., Cuartas, C. y Naranjo, J. F. 2010.** Comportamiento e macro fauna edáfica en sistemas silvopastoriles. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica Nº15 CATIE, Turrialba.
- EGES, Equipo de Gestión Económica y Social 2009.** Provincia del Chaco. Informe de Situación.
- Eppen, G. D., 2000.** Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. PRENTICE-HALL, México, 2000. ISBN: 970-17-0270-0.
- Eriksen, F. I. y Whitney, A. S.; 1981.** Effects of Light Intensity on Growth of Some Tropical Forage Species. AGRONOMY JOURNAL, VOL. 73.
- Ewens, M., Gezan, S. y Felker, P. 2012.** Five Year Field Evaluation of *Prosopis alba* Clones on pH 9–10 Soils in Argentina Selected for Growth in the Greenhouse at Seawater Salinities (45 dS m<sup>-1</sup>). *Forests*2012, 3, 95-113; [www.mdpi.com/journal/forests](http://www.mdpi.com/journal/forests).
- FAO 2000.** El Género *Prosopis* “ALGARROBOS” En América Latina y el Caribe. Distribución, Bioecología, Usos y Manejo. <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD314S/AD314S00.HTM>.
- Fernandes Lima, Piedade Kiill, L., Pitombeira Monteiro, S., Torre Silva, V. y Góes Olivera, M. 2004.** Regeneracao natural de algarobeira em áreas do acude saco, distrito
- Fernandez Lima, 2005.** Algaroibeira. Capítulo 2. Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- Filius, A. 1992.** Investment Analysis in Forest Management: Pricnciples and Appliactions. Department of Forestry, WAU. 192 p.
- Franke, I. L., Melo de Miranda, E., Valemtim, J. F. y Vas, F. A.; 2001.** Efeito do Sombreamento Natural na Productividade e na Composicao Química de Campim Elefante no Acre. CT/116, Embrapa Acre, Set/2001, p.2.
- Frey, G., Fassola, H., Pachas, A., Colcombet, L., Lacorte, S., Renkow, M., Pérez, O. y Cabbage, F. 2012, a.** A Within-Farm Efficiency Comparison of Silvopasture Systems with Conventional Pasture and Forestry in Northeast Argentina. *Land Economics*, 88: 639- 657.
- Frey, G., Fassola, H. E, Pachas, A., Colcombet, L., Lacorte, S., Pérez, O., Renkow, M., Warren, S. y Cabbage, F. 2012, b.** Perceptions of silvopasture systems among adopters in northeast Argentina. *Agricultural Systems* 105: 21–32.

- Gaafar, A., Salih, A., Luukkanen, O., Fadl, M. y Kaarakka, V. 2006.** Improving the traditional Acacia senegal-crop system in Sudan: the effect of tree density on water use, gum production and crop yields. *Agroforestry Systems* 66:1–11.
- Galera, F. M. 2000.** Los Algarrobos. Las especies del Género *Prosopis* (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. Talleres Gráficos de Graziani Gráfica. Córdoba Argentina.
- Gittinger Prince, J. 1982.** Economic Analysis of Agricultural Projects. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Gobbi, J.A. 2011.** Los pagos por servicios ecosistémicos: ¿qué son y cómo funcionan? En Latorra, P., Jobágyi, J. y Paruelo, J. (Ed.). Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. (pp. 293–314). Buenos Aires. Ediciones INTA.
- Gobbi, J. A. y Casasola, F. 2003.** Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10:39-40.
- Gregersen, H. M. y Contreras, A. H. 1980.** Análisis Económicos de Proyectos Forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO: Roma.
- Guerra, L., Tobar, D. e Ibrahim, M., 2010.** Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en fincas de doble propósito en Guanacaste, Costa Rica. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- HDRA– the Organic Organization, 2005.** Controlling the spread of *Prosopis* in Ethiopia by its utilization.
- Hernandez, M., Guennio, O.; 2008.** Producción de biomasa y calidad nutricional del estrato graminoide en un sistema silvopastoril dominado por samán (*Samanea saman* (Jacq) Merr). *Zootecnia Trop.*, 26(4): 439-453. 2008.
- Houriet, J., Rossner, M. y Colcombet, L., 2009.** Implementación de sistemas silvopastoriles en establecimientos de pequeños productores de Misiones, Argentina. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina
- Ibrahim, M. y Guerra, L, 2010.** Sistemas Silvopastoriles y su importancia en el carbono neutralidad de Fincas. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Ibrahim, M. y Peso, D., 2012.** Interacciones en Sistemas Silvopastoriles. Producción de Madera en Sistemas Agroforestales de Centroamérica. Pag 69-90, editado por Guillermo Detlefsen y Eduardo Somarriba. Serie técnica, Manual Técnico N°109, CATIE, Turrialba Costa Rica.
- INDEC 2010. Censo Nacional.**
- INDEC 2001.** Censos Nacionales de Población 1980, 1991 y 2001.
- Jaurena, G., Pordomingo, A., Strizler, N., Vigizzo, E., 2015.** Oportunidades y Amenazas para la Ganadería Argentina. XXIV Congreso de la Asociación de Latinoamericana de producción animal y XL Congreso de la Sociedad Chilena de Producción animal, Sochipa. A. G. Puerto Varas, Chile.
- Jornadas Forestales, 2009.** El Algarrobo en Sistemas Silvopastoriles. 07 de mayo de 2009. Concepción del Bermejo.
- Jose, S., Gillette, A. y Pallardy, S., 2004.** Interspecific interactions in temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 61: 237–255.

- Karlin, U., Catalán, L. y Corini, R., 1994.** La naturaleza y el hombre en el Chaco seco. GTZy FCA-UNC.
- Karlin, O.U. y Ayerza, R., 1982.** O Programa da algaroba na República Argentina. I Simposio Brasileiro sobre algaroba. Natal Brasil.
- Kurt, W., 2011.** Prosopis, an Alien among the Sacred Trees of South India. TROPICAL FORESTRY REPORTS 38. UNIVERSITY OF HELSINKI.
- Laclau, P., 2015.** Instrumentos de Políticas Públicas y sistemas silvopastoriles.
- Lacorte, S. y Esquivel, J., 2009.** Sistemas Silvopastoriles en la Mesopotamia Argentina. Actas: 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.
- Lemús de Jesús, G., 2008.** Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Lima Fernandez, P. C. 2005.** Capitulo 2. Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro. Pp 37-90 em Algaroibeira. Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF
- Lopez Franco, Y., Goycoolea, F., Valdez, M. y Calderon de la Barca, M. 2006.** Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial.
- Lopez Lauenstein, D., Vega, Ca., Luna, C., Sagadin, M., Melchiorre, M., Pozzi, E., Salto, C., Oberschelp, J., Torales, S., Pomponio, F., Kees, S., Chavez Díaz, L., Gomez, C., Verga, A., 2014.** Subprograma Prosopis. Domesticación y Mejoramiento de especies Forestales.
- Martínez, R.H., Ewens, M., Schimpf, R., Ruiz, A., Benitez, F., 2015.** Posibilidad de uso de la madera del 2do raleo de algarrobo blanco, Prosopis alba para la elaboración de piezas de mobiliario en escala real. Comunicación técnica. V Jornadas Forestales de Santiago del Estero.
- Martínez Calsina, L., Lara, J. E., Suárez, F. A., Ballón, M., Pérez P. G., Vega, H. Torres, J. C., Corbella, R., Plasencia, A., Caldez, L., Banegas, N., Luchina, J., Nasca, J. A., Perez, H. E., Bottegal, D., Zimerman, M., 2015.** Producción de carne en un Sistema Silvopastoril de algarrobos y Grama rhodes de la llanura deprimida de Tucumán, Argentina. 3 Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles- VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales.
- Mazzuferi, V, 2000.** Plagas en Prosopis. Multequina 9 (2):107-117.
- Mead, D. 2009.** Biophysical interactions in silvopastoral systems: A New Zealand perspective. Actas: 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.
- Mesa Arboleda, F., Ibrahim, M., Andrade Castaneda, H. y Villanueva, C. 2010.** Contribución de los sistemas silvopastoriles al balance de gases de efecto invernadero en un sistema de ganadería doble propósito en Yaracuy, Venezuela. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Mesquita Carvalho, M., 2001.** 24 Importancia da sombra natural em pastagens cultivadas.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2015.** Avances en la silvicultura de algarrobo blanco. 33 páginas.
- Montagnini, F. 1992.** Sistemas Agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos, OTS/CATIE, San José Costa Rica.

- Montagnini, F., 2010.** Sistemas silvopastoriles y mitigación del cambio climático: alternativas para aumentar la captura de C. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Montagnini, F., 2017.** Integrating Landscape: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty. Springer.
- Moraes da Mata P., Souto, M. S., Dias, P. F., Colombare, A. A., Campbel de Azevedo, B. y Viera de Sousa, M.; 2008.** Crescimento inicial de campim Mombanca sob influência de diferentes níveis de sombreamento. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia. 18p. (Documentos/Embrapa Agrobiologia, ISSN 1517-8498; 258).
- Mun, J., 2012.** Simulador de Riesgo. Manual de usuario en español. 2005-2012 Real Options Valuation, Inc.
- Murgueito Restrepo, E. y Galindo Sarria, W. 2004.** Capítulo 3: Reconversión Ambiental de Fincas Ganaderas en los Andes Centrales de Colombia. Ganadería del Futuro, Investigación para el Desarrollo.
- Murgueito Restrepo, E., 2009.** Aspectos relacionados con la Sustentabilidad Social y Ambiental de los Sistemas Silvopastoriles en América Tropical. Actas 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina,
- Murphy, J. S. y Briske, D. D., 1992.** Regulation of tillering by apical dominance: Chronology, interpretive value, and current perspectives. Journal of Range Management 45(5), pp 419-429.
- Nair Ramachadran, P. K. 1993.** An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston London.
- Navarro, M. O. y Villamizar, C. I., 2012.** Evaluación de diferentes frecuencias de corte en guinea monbaza (*Panicum maximum*, Jacq), bajo condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel de campano (*Pithecellobium saman*) Rev. Colombiana Ciencia Animal. 4(2):377-395.
- Navall, M. y Senilliani, M. G. 2004.** Crecimiento y calidad maderera de plantaciones de *Prosopis alba* Gris. (algarrobo blanco).
- Navall, M., Ewens, M., Senilliani, M. G. y Lopez, C., 2015.** Efectos de la poda en plantaciones jóvenes de *Prosopis alba* en Santiago del Estero, Argentina. Quebracho Vol.23(1,2):77-91
- Nogueira de Souza, A., Donizette de Oliveira, A. Soares Scolforo, J. R., Pereira de Rezende, J. L., de Melo J. M., 2007.** Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. CERNE, vol 13, 1 pp.96-106.
- Nogueira Bumbieris, M. I., 2014.** Acúmulo de Biomassa e valor nutritivo de *Urochloa* spp. E. *Panicum maximum* cv. Tanzania EM Sistema Silvopastoril. Tesis de Maestría Dourados. Mato Grosso do Sul, Brasil.
- Nune Magalhaes, P. M., 2004.** Composição química-bromatológica e cinética da fermentação do campim buffel (*Chenchrus ciliaris*), associado à algaroba (*Prosopis juliflora*). Tesis de Maestría. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Ochoa, D. E., Lopera, J.J., Márquez, S. M., Chará, J., Murgueito, E. 2016.** Impacto de la *Collaria* spp. En sistemas silvopastoriles intensivos –SSPI y sistemas convencionales, monocultivo de pasto Kikuyo, *Pennisetum clandestinum*. 3 Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles- VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales.

- Osuna Leal, E. y Meza Sánchez R. 2003.** Alternativas para explotaciones sostenibles del mezquital de baja California Sur. INIFAP Campo Experimental de Todos los Santos. México.
- Pachas, A., Fassola, H. y Lacorte, S. 2009.** Asignación de biomasa aérea y radical en plantas de *Axonopus catarinensis* bajo diferentes niveles de luz y agua. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.
- Paciullo Campos, D., Tavares de Castro, C., Gomine Miranda, A., Maurício, R., Pires Avila, M., Muller Dias, M. y Xavier Ferreira, D. 2011.** Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science* 141:166–172.
- Paez, A., González, M. E. y Pereira, N., 1994.** Comportamiento de *Panicum maximum* en condiciones de sombreado y de luz solar total. Efecto de la intensidad de corte. *Revista Facultad Agronómica (LUZ)*: 11: 25-42.
- Pagliettini, L. L., y González, M. del C., 2010.** Los costos Agrarios y sus aplicaciones. ISBN978-950-29-0630-6. 88pag.
- Paolilli, M. C., Cabrini, S. M., Pagliaricci, L. O., Fillat, F. A., Bitar, M. V., 2019.** Estructura de la cadena de carne bovina argentina. *Producción Bovina*, v.10, n.40, p.51-56, 2019.
- Pasiecznik, N. M., Choge, S. K., Rosenfeld, A. B. y Harris, P. J. C., 2007.** Underutilised crops for famine and poverty alleviation: a case study on the potential of the multipurpose *Prosopis* tree. Paper presented at the New Crops and Uses: Their role in a rapidly changing world, University of Southampton, Southampton, UK, 3 – 4 September 2007, 2008 pp.
- Penton, G., 1999.** Nota técnica: Tolerancia del *Panicum maximum* cv Likoni a la sombra en condiciones controladas. *Pastos y Forrajes* ISSN 0864-0394, Vol. 2, No. 1, 1999.
- Peri, P. L. 2009.** Sistemas Silvopastoriles en Patagonia: revisión del conocimiento actual. Actas 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.
- Peri, P. L. 2012.** Implementación, Manejo y Producción en Sistemas Silvopastoriles: enfoques de escala en la aplicación del conocimiento aplicado. 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina.
- Pérez, V.R., 2014.** Análisis preliminar de forestaciones de *Prosopis alba* en diversas calidades de sitio de la Provincia de Formosa. Taller de Algarrobo, Resistencia Chaco.
- Peri, P. L., Paez, J. A., Marcovecchio, J., Carranza, C., Laclau, P., Schlichter, T., 2015.** Política forestal en apoyo a la implementación de sistemas silvopastoriles en Argentina. 3 Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles- VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales.
- Pernoichi, A. L.S., Atanasio, M. A., 2017.** Resultados Preliminares de biomas en un ensayo de densidades de plantación de *Prosopis alba*. Primeras Jornadas Nacionales sobre Dendrocombustibles y Dendroenergía. UNCAUS en Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.
- Pordomingo, 2017.** Producción bovinos para carnes (2013-2017). Programa Nacional de Producción Animal. Alimentación de bovinos para carne. Prólogo. Ediciones INTA, Centro Regional La Pampa Anguil.
- Rearte, D.; 2007.** Distribución Territorial de la Ganadería vacuna. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Rearte, D. 2010.** Documento Programa Nacional de Carnes S. Perfil de las Cadenas: Bovina, Aves, Cerdos, Ovinos y Caprinos. EEA Balcarce.

- Ribaski, J. y Menezes, E. 2002.** Disponibilidad y calidad de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) em um sistema silvopastoril com algarrobo (*Prosopis juliflora*) em La región semiárida brasileña. *Agroforestería de las Américas* 9: 33 - 34.
- Ribaski Guetten, S., 2007.** Sistemas Silvopastoris como Apoio ao Esenvolvimento Rural para a Região Sudoeste do Rio Grande do sul. Tese Doutor em Engenharia Florestal na área de concentração em Economia e Política Florestal. Curitiba, Brasil.
- Ríos, N. e Ibrahim, M. 2010.** Escorrentía superficial y erosión hídrica en fincas ganaderas del trópico centroamericano. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Rodríguez Molano, C., Flores, Y. y Rodríguez Salgado, Á. 2010.** Uso de un Sistema Silvopastoril (SSP) de Morera (*Morus alba*) y Saúco (*Sambucus peruviana*) en suplementación de vacas Holstein. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Roig, C. y D'agostini, A. 2004.** La ganadería Chaco-Formoseña. Pp. 28-37 en Adámoli, J., Torrella, S. y Ginzburg, R., Diagnostico Ambiental del Chaco Argentino, Dirección de Conservación del Suelo y Lucha contra la Desertificación. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Rossner, M. B., Kimmich, G., Ecclesia, R. P., Rossner, V. A., 2015.** Dinámica de la productividad primaria neta de sistemas silvopastoriles cultivados en el NE de Argentina. 3 Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles- VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales.
- Sagadin, M., Cabello, M., Verga, A., López Lauesnstein, D. y Luna C., 2012.** Caracterización del comportamiento bjo condiciones de riego de inóculo mixtos de hongos micorrícicos arbusculares en simbiosis con *Prosopis alba*. Actas de Reunion Nacional del algarrobo. Pag. 94 - 96.
- Saidman, B. O., Bessega, C. F., Ferreyra, L., Julio, N. y Vilardi, J. C., 2000.** Estudios evolutivos y poblacionales en el género *Prosopis* utilizando marcadores bioquímicos y moleculares. *MULTEQUINA* 9(2): 81-93, 2000.
- Salto, C. L., Oberschelp, G. P. J. y Harrand, L., 2012.** Recolección y transporte de material vegetal de *Prosopis alba* Griseb. Para propagación vía estacas.
- Sánchez-Jardón, L, Lencinas, M. V., Martinez Pastur, G. 2015.** Estado del conocimiento de las investigaciones en sistemas agro-silvo- pastoriles: una mirada para Sudamérica. 3 Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles- VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales.
- Secretaría Política Económica, Subsecretaría de Programación Microeconómica, Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación, 2018.** Informes de cadena de valor. Cárnica Vacuna. Año 3, N°. 45.
- Serrano, R., Delgado, M. y Piñeros Varón, R. 2010.** Interrelación del componente arbóreo con la disponibilidad de biomasa de pasturas, en un potrero arbolado del Magdalena Tolimense, Colombia. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Sharrow, S. 1997.** The Biology of Silvopastoralis. *Agroforestry Notes*. AF Note — 9 USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Simon, M., Ibrahim, M., Finegan, B. y Pezo, D., 1998.** Efecto del pastoreo bovino sobre la regeneración de tres especies arbóreas comerciales del Chaco argentino: un método de protección. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

- Silva, L. L. G.G da, 2008.** Influência da arborização de pastagens no sistema solo-planta-animal. Tese Doutorado, Universidad Federal Rural Do Rio de Janeiro
- Silva, M.V., Lampert, V.N., Leite, R.C., Alves, S, A.C., Souza, J.P. F, 2012.** Viabilidade econômica sob condição de risco da implantação de um sistema agrossilvipastoril no bolsão sul-mato-grossense. [2012] disponível em: <http://periodicos.uems.br/novo/index.php/enic/article/view/2268/977>. Acesso em: 19 mar. 2019.
- Soares, A. B., Sartor, L. R., Adami., P. F., Varella Costa, A., Fonseca, L. y Mezazalira, 2009.** Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. Revista Brasileira de Zootecnia v.38, n.3, p.443-451.
- Soler, R. M., Peri, P. L., Bahamonde, H. A., Garganglione, V., Ormaechea, S., Sotomayor, A. 2009.** Sistemas Silvopastoriles, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura en Chile. Actas: 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.
- Suarez Salazar, J. 2009.** Análisis de rentabilidad en los sistemas tradicionales de producción y la incorporación de los sistemas silvopastoriles en fincas de doble propósito, Matagalpa – Nicaragua. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Suárez, R. & E. Borodowski. 1999.** Sistemas Silvopastoriles para la región pampeana y el Delta del Paraná. SAGPyA Forestal N° 13.
- The World Bank, 2013.** Feasibility Study for the Design and Implementation of Cotton Index Insurance. Chaco province, Argentina.
- Tito Rugnizt, M. 2004.** Efectos de la incorporación de tecnologías silvopastoriles sobre la demanda de mano de obra y la rentabilidad de las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Tomei, C. E., Ciotti, E. M., Castelán, M. E., Petrovic, G. H., 2000.** Comportamiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el centro chaqueño argentino con pastoreo rotativo intensivo y cortes. Agrotécnica N| 6.
- Torella, S. y Adamoli, J., 2006.** Situación Ambiental de la Ecorregión del Chaco Seco. Pp 75-82 en: Brown, A. Martinez Ortiz U., Acerbi, M. y Corcuera J. 2006. (Eds.) La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Unrani, R. y Jain, C., 2010.** Agroforestry Systems and Practices. Oxford Book Company. Jaipur, India.
- Van Chung, N. 2009.** “Research in economic and environmental impacts of some agroforestry models in the northern mountainous regions of Vietnam”. Master Thesis in Forestry Granted. Forestry University of Vietnam.
- Vasquez Victoria, A., 2001.** Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Universidad de Tolima.
- Vallejo, V., Roldan, F. y Dick, R. 2010.** Sistemas silvopastoriles vs. Monocultivos tradicionales en una región tropical de Colombia: Efectos sobre la calidad del suelo y estructura de las comunidades microbianas edáficas. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Vega, C. D., 2009.** Rendimientos operativo y costos de poda en *Prosopis alba* Griseb. Tesis de grado. Universidad Nacional de Formosa. Facultad de Recursos Naturales Carrera Ingeniería Forestal.

- Vela, J., Meza, A., Clavo, M. y Caruzo, E. 2010.** Iniciativas silvopastoriles en la Amazonia Peruana. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- Verga, A., Lopez Laustein, D., López, C., Navall, M., Joseau, J., Gomez, C., Degano, W., Marcò, M., 2009.** Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopis* sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. *Quebracho* Vol.17(1,2) (31-40).
- Verga, A., 2014.** Rodales semilleros de *Prosopis* a partir del bosque nativo. *Quebracho* Vol. 19(1.2): 125-138.
- Verzino, G. y Joseau, M. 2005.** El Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. Conservación de Recursos Forestales Nativos en Argentina. Córdoba.
- Vieira, M. S.; Silva, A. H.; Ribeiro, P. T.; Dias P. F., Souto, M. S.; Franco, A. A. 2009.** Mudanças borrifadas com fezes bovina diluída: método de introdução de mudas de árvores em pastagem. *Arch. Zootec.* 58 (Supl.1): 593-595. 2009
- Viglizzo, E. F. y Jobbagy, E. 2009.** Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. Ediciones INTA.
- Villanueva, C., Ibrahim, M. y Sáenz J. 2010.** Umbrales de cobertura arbórea que favorecen la productividad y la conservación de biodiversidad en fincas ganaderas. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.
- WAFLA, 2008.** Project Title: Water resource management by the implementation of improved Agro- Forestry concepts in arid areas in Latin America. Project n°. INCO-2006- 032446.
- Yates, C., Dorward, P., Hemercy, G. y Cook, P., 2007.** The economic viability and potential of a novel poultry agroforestry system. *Agroforest System* 69:13–28.
- Zarate, M., 2012.** Contenido de N en plantaciones de *Prosopis alba* Griseb., en Santiago del Estero, Argentina. II Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.
- Zuluaga, A., Chará, J., Giraldo, C., Calle, Z. y Murgueitio, E. 2010.** Influencia de la sombra de los árboles y arbustos sobre el comportamiento de bovinos adultos en pastoreo. Efecto del árbol en la fertilidad del suelo en pastos arbolados. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Serie técnica N°15 CATIE, Turrialba.

## 9. Apéndices

### Apéndice 1

#### Cuestionario para Modelos Foresto-ganaderos

Nombre .....

- 1- ¿En qué tipo de sitio propondría instalar sistemas forestos ganaderos con algarrobo blanco?
- Sitios de usos ganaderos.
  - Sitios que ya no pueden ser utilizados en producir cultivos.
  - Otros. Especificar.
- 2- ¿Cuáles son las densidades iniciales que considera más adecuadas en sistemas foresto ganaderos?
- 500 plantas/ha.
- 400 plantas/ha.
- Otras.....
- 3- ¿Propondría otros esquemas en la configuración de la componente forestal para los sistemas foresto-ganaderos?
- .....
- 4- ¿Recomienda preparación del suelo en la instalación de la componente forestal?
- Sí. ¿Cuál?
- Manual
  - Mecánica

¿Cuántas? ..... época.....

No. ¿por qué?

5- Plantación

Manual.....n° de personas ..... tiempo.....

Mecanizado..... equipo..... tiempo.....

Riego de asiento: si -..... no.....

Cuántas personas..... Tiempo.....

Uso de gel u otros

Si..... No.....

6- ¿considera la prevención contra plagas en las distintas componentes?

- Roedores liebres conejos
- Insectos en hojas
- Insectos en madera
- Otros

7- ¿Realizo control de los mismos?

No.... ¿Por qué?

Si ....

Manual

Químico

8- ¿Recomienda alguna actividad para evitar que los árboles se inclinen?

• Si..... No.....

- Tutores

- Enderezado manual

- Otras.

-

9- ¿Cuál es el porcentaje de falla que se produce en las plantaciones en estos sistemas?

.....

¿Por qué se producen?

.....

10- Desmalezado

¿Recomienda algún tipo de limpieza en la plantación en estos sistemas?

Si..... No.....

11- Realiza podas

No.... ¿porque?

Si .... ¿Cuántas?.....

Edad..... hasta que altura en las plantas ..... ¿A cuántas plantas?

Herramientas ..... Cantidad de personas.....

Tiempo.....

¿Cuál es la altura de poda que recomienda en sus plantaciones alcanzar?

.....

12- ¿Propone manejo de rebrotes?

No.....

Si.....Periodicidad.....

13- Raleo

¿Cuándo recomienda iniciar la primera practica de raleo?

.....

¿Cuántas?.....

Herramientas ..... Cantidad de personas.....

Tiempo.....

14- ¿Recomienda el control de rebrotes?

No..... Si.....

¿Qué método?

Manual .....

Químico.....

15- ¿Qué periodicidad de raleo considera necesaria?

.....

.

16- ¿Se comercializan lo productos de raleo?

.....

17- ¿Qué volumen aproximado obtienen?

.....

Usos posibles

Leña..... Cantidad aproximada.....

Precio

Varillas..... Cantidad aproximada..... Precio

Poste..... Cantidad aproximada..... Precio

Rollo..... Cantidad aproximada.....

Precio

18- ¿Cuándo propone la corta final de las plantaciones en sistemas foresto ganaderos?

.....  
.....

¿porque?

.....  
.....

19- ¿Cuántos arboles llegan al final del turno?

.....

20- ¿Cuál es el volumen aproximado que espera obtener en una hectárea?

.....

21- Usos posibles

Rollo..... Cantidad aproximada.....

Precio

Poste..... Cantidad aproximada..... Precio

Varillas..... Cantidad aproximada..... Precio

Leña..... Cantidad aproximada.....

Precio

Componente pastura y ganadería.

1- ¿Considera la especie Galton pánico adecuada para plantear sistemas foresto ganadero con la especie algarrobo blanco?

Si..... No.....

2- Comparando una pastura de Galton pánico creciendo a cielo abierto Considera que la producción promedio de la misma creciendo bajo la copa de Prosopis alba:

Es igual.....

Disminuye.....

Aumenta.....

¿Cuánto?

3- ¿Es adecuada la preparación del suelo (dos pasadas de rastra) para la implantación de una pastura como Galton Pánico?

Si.... No

3- ¿Es necesario realizar algún tipo de tratamiento para evitar el envejecimiento de la pastura como Gatton panic creciendo en sistemas foresto ganaderos?

Deficitario.....

Excesivo.....

Otros.....

4- ¿Es necesario realizar algún desmalezado?

Si.... No

- 5- ¿Considera adecuado realizar control de leñosas en un sistema foresto ganadero?  
Si.... No
- 6- ¿Cuándo considera adecuado el ingreso del animal al sistema foresto ganadero?
- 8- ¿Es adecuado el consumo en novillos de peso inicial de 160 Kg, de 2,6 % del PV en la época estival y el 2,2 % del PV en la época invernal para alcanzar 360 kg de peso vivo en un año considerando Suplementación invernal?  
Si.... No.....  
Consumo estival..... Excesivo..... deficitario.....  
Consumo invernal.... Excesivo..... deficitario.....
- 9- ¿Es adecuada la Suplementación estratégica durante el periodo invernal de 0,25% del PV a base de semilla de algodón teniendo en la mayor proteína que tendría la pastura creciendo en sistemas foresto-ganaderos?  
Si..... No.....  
Suplemento inadecuado..... Otro.....  
Porcentaje inadecuado.... Excesivo..... deficitario.....
- 10- ¿Es adecuado para la zona el calendario de vacunación completo que se propone?

<b>Aftosa</b>	<b>2 dosis</b>
<b>Carbunco</b>	1 dosis
<b>Control de garrapatas</b>	Baños cada 21 aprox
<b>Botulismo</b>	2 dosis
<b>Control endoparásitos</b>	4 dosis
<b>Mancha, gangrena y enterotoxemia</b>	1 dosis
<b>Queratoconjuntivitis</b>	2 dosis

Si.... No.....

¿Por qué?.....

## Apéndice 2

### Estimación de años de sequía

“El régimen de lluvia de la Provincia del Chaco es muy variable.” La oficina de Riesgo Agropecuario de Argentina, (unidad especializada en gestión de riesgos agrícolas dependiente del Ministerio de Agricultura (MAGyP), realizó un análisis de las lluvias en la Provincia del Chaco. A partir de estaciones meteorológicas distribuidas en 25 localidades, se estimaron eventos moderados a graves tanto de exceso de lluvia como de sequía. “La estimación de los eventos de moderados a graves se calculó a partir de porcentajes del normal en el periodo (1989-2009). La tabla N°45 muestra el porcentaje de valores de precipitación que se usaron como guía para diferenciar las distintas condiciones de lluvia.

**Tabla N°45:** Clasificación de rangos para eventos de lluvias, normales, excesos y sequías.

<b>Clasificación</b>	<b>Rangos</b>
<b>Exceso severo</b>	45% a más de
<b>Exceso moderado</b>	30% a 45%
<b>Exceso</b>	15% a 30%
<b>Normal</b>	-15% a 15%
<b>Sequía</b>	-30% a -15%
<b>Sequía moderada</b>	-45% a -30%
<b>Sequía severa</b>	Menos que -45%

**Fuente: Banco Mundial, 2013**

Los eventos estimados a partir de los registros de las estaciones meteorológicas pueden verse en la Tabla N°46. Las condiciones de sequía moderadas a severas entre los años 90 y los años 2000 casi se triplicaron (2,5 veces).

**Tabla N°46:** Evento de sequía y de exceso de precipitaciones en tres diferentes décadas.

ciudades	Eventos de excesos moderados a severos				Eventos de sequías moderados a severos			
	1980-1989	1990-1999	2000-2009	Total	1980-1989	1990-1999	2000-2009	Total
Avia Terai	2	3	1	6	0	1	5	6
Campo largo	2	1	1	4	0	2	3	5
Charata	3	1	0	4	1	1	3	5
Chorotis	2	2	2	6	3	0	1	4
CniaS. Unidas	2	3	1	6	1	1	3	5
Cnia. Elisa	1	3	1	5	1	2	2	5
Cnel. Dugraty	0	2	1	3	1	0	1	2
Corzuela	1	0	1	2	1	1	2	4
Gancedo	3	0	1	4	2	1	2	5
Gral. Pinedo	4	0	0	4	0	0	4	4
Gral. San Martin	1	1	0	2	0	2	0	2
H. Campo	3	1	0	4	1	1	4	6
La Clotilde	1	4	1	6	3	1	1	5
La Tigra	2	0	1	3	0	2	3	5
Las Breñas	2	1	2	5	1	1	1	3
Las Palmas	1	1	0	2	1	0	1	2
Laguna Limpia	2	3	0	5	1	0	4	5
Machagai	1	4	1	6	1	0	3	4
P. del Indio	1	1	1	3	0	2	3	5
Pcia. De la Plaza	0	3	1	4	0	2	3	5
PR Saéñz Peña	1	1	1	3	0	1	1	2
Resistencia	1	2	1	4	1	0	2	3
Santa Silvina	3	1	0	4	1	1	2	4
Tres Isletas	2	2	0	4	0	1	4	5
V. Angela	2	3	0	5	1	1	2	4
<b>Total</b>	43	43	18	104	21	24	60	105
<b>Promedio</b>	1,72	1,72	0,72	4,16	0,84	0,94	2,4	4,2

Puede verse en la tabla N° 46 que para la ciudad de Saenz Peña en las últimas dos décadas en cada una de ellas se produjo un evento de sequía moderada a severa. En función de esto se consideró para los modelos ganadero, foresto-ganadero 1 y 2 un evento de sequía en cada década del horizonte del proyecto. Se las definió para los años 7, 14 y 21.

### Apéndice 3

### Plan sanitario para la cría.

Enfermedad	Producto:	Dosis	Aplicación.
<b>Carunco</b>	Vacuna: BIO-CARBONGEN R 2 (50 ml)	2 ml	1 vez al año
<b>Mancha y Exterotoxemia</b>	Vacuna: TECNOFARM (100 ml)	5 ml	1 vez al año
<b>Aftosa</b>	Vacuna: BIOAFTOGEN (50 ml)	2 ml	2 veces al año
<b>Complejo respiratorio</b>	Vacuna: BIOPOLIGEN AIR R (40 dosis)	3 ml	1 vez al año.
<b>Antiparasitario interno</b>	IVOMECC (500 ml)	1ml cada 50 kg de pesos vivos	1 vez al año.
<b>Antiparasitario externo</b>	IVOMECC (500 ml)	1ml cada 50 kg de pesos vivos	4 veces al año.
<b>Control bicheras</b>	Curabicheras en aerosol		1 vez al 30% de los animales

Fuente: Elaboración propia a partir de consultas con expertos de la región.

### Apéndice 4

#### Coefficientes técnicos de la mano de obra de las actividades ganaderas

Actividad	Concepto	Cantidad Jor/ha
Implantación de pastura	Tractorista	0,75
Sanidad y suplementación*	Médico veterinario	1,50
	Peón	1,50
Encargado		0,50
Desmalezado**	Tractorista	0,25
Desmalezado químico de leñosas***	Tractorista	0,25

\*Todos los años desde el año 1.

\*\* Todos los años desde el año 2.

\*\*\* Cada tres años desde el año 3.

\*\*\*\*Cada tres años desde el año 4.

### Apéndice 5

#### Gastos de establecimiento del modelo Ganadero

Concepto		US\$/ha	Total US\$ (50 hectáreas)
Instalación de pastura	Insumos	140,6	7028,3
	Mano de obra	26,36	1318,2
Manejo de animales	Compra de animales	561,3	28063,4
	Sanidad y suplementación.	245,4	12268,4
Gastos estructurales.		221,3	11063,2
Totales		1194,86	59741,4

### Apéndice 6

#### Gastos de mantenimiento de la pastura

Año	Concepto	US\$/ha	Total US\$ (50 hectáreas)
2 al 25	Desmalezado	44,0	2200,1
3-6-9-12-15- 18-21- 24	Roturado	47,5	2375,9
4-7-10-13- 16-19-22	Desmalezado químico.	49,4	2472,4
Año	Concepto	US\$/ha	Total US\$ (50 hectáreas)
2 al 25	Desmalezado	44,0	2200,1
3-6-9-12-15- 18-21- 24	Roturado	47,5	2375,9
4-7-10-13- 16-19-22	Desmalezado químico.	49,4	2472,4

### Apéndice 7

**Cuadro N° 14:** Ingresos del modelo ganadero, precios puesto en campo localidades Saenz Peña y Quitilipi, noviembre de 2017

Año	Concepto	Unidades (Kg/ha.)	Precio unitario	\$/ha.	Total (50 ha.)
1 al 25	Novillos	639	1,9	1230	61531
7-14-21	Novillos	510	1,9	982	49113

## Apéndice 8 Gasto e ingresos del modelo Ganadero

VENTAS		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
Venta de Carne		61.531,14	61.531,14	61.531,14	61.531,14	61.531,14	61.531,14	49.113,25	61.531,14	61.531,14	61.531,14	61.531,14	61.531,14	61.531,14	49.113,25	61.531,14	61.531,14	61.682,80	61.531,14	61.531,14	61.531,14	49.113,25	61.531,14	61.531,14	61.531,14	61.531,14	
Cant. Kilos		31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	25.510,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	25.510,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	25.510,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	31.960,00	
Precio Unitario		1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	
<b>Total ingresos</b>		<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>49.113,25</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>49.113,25</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.682,80</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>49.113,25</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	<b>61.531,14</b>	
<b>GASTOS DIRECTOS</b>																											
Unidad	Cantidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
Preparación de suelos		1.635,19	1.635,19																								
Control de malezas inicial		2.727,38	2.727,38																								
Insumos semillas		283,13	283,13																								
Siembra mecanizada		754,81	754,81																								
Control de malezas (desmalezado)		-	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	1.928,65	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	1.819,03	2.222,11	2.112,49	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	2.222,11	
Roturado				2.222,11			2.406,65			2.406,65			2.406,65			2.406,65			2.406,65			2.406,65			2.406,65		
Control de leñosas químico					2.494,34			2.494,34			2.494,34			2.494,34			2.384,72			2.200,88			2.494,34			2.494,34	
Compra de terneros		28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	17.916,19	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	17.916,19	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	28.063,42	
Suplementación		1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.015,01	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.015,01	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.015,01	1.589,88	1.589,88	1.589,88	1.589,88	
Sanidad		10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.376,83	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.376,83	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.376,83	10.678,47	10.678,47	10.678,47	10.678,47	
			2.978,35																								
<b>Total gastos directos</b>		<b>45.732,28</b>	<b>48.710,63</b>	<b>42.553,88</b>	<b>44.776,00</b>	<b>45.048,22</b>	<b>42.553,88</b>	<b>44.960,54</b>	<b>33.731,03</b>	<b>42.553,88</b>	<b>44.960,54</b>	<b>45.048,22</b>	<b>44.960,54</b>	<b>45.048,22</b>	<b>31.127,07</b>	<b>44.960,54</b>	<b>44.828,98</b>	<b>42.553,88</b>	<b>44.960,54</b>	<b>44.754,76</b>	<b>42.553,88</b>	<b>33.936,80</b>	<b>45.048,22</b>	<b>42.553,88</b>	<b>44.960,54</b>	<b>45.048,22</b>	
<b>GASTOS DE ESTRUCTURA</b>		<b>Inicial</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 11</b>	<b>Año 12</b>	<b>Año 13</b>	<b>Año 14</b>	<b>Año 15</b>	<b>Año 16</b>	<b>Año 17</b>	<b>Año 18</b>	<b>Año 19</b>	<b>Año 20</b>	<b>Año 21</b>	<b>Año 22</b>	<b>Año 23</b>	<b>Año 24</b>	<b>Año 25</b>
Gastos de Administración		7.981,18	8.203,39	8.425,60	7.981,18	8.203,39	8.444,06	7.321,11	8.203,39	8.444,06	8.452,83	6.960,23	8.444,06	8.444,06	7.981,18	8.444,06	8.423,48	8.203,39	7.341,68	8.230,61	7.931,42	8.444,06	8.230,61	7.931,42	8.444,06	8.230,61	
Encargado		394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	394,80	
Movilidad																											
Mantenimiento de vehículo/s																											
Otros Impuestos																											
Asesoramiento Contable		1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	
Conservación de Mejoras		1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	1.441,42	
<b>Total gastos estructura</b>		<b>11.063,16</b>	<b>11.285,37</b>	<b>11.507,58</b>	<b>11.063,16</b>	<b>11.285,37</b>	<b>11.526,03</b>	<b>10.403,08</b>	<b>11.285,37</b>	<b>11.526,03</b>	<b>11.534,80</b>	<b>11.285,37</b>	<b>11.526,03</b>	<b>11.534,80</b>	<b>10.442,21</b>	<b>11.526,03</b>	<b>11.526,03</b>	<b>11.063,16</b>	<b>11.526,03</b>	<b>11.505,46</b>	<b>11.285,37</b>	<b>10.423,66</b>	<b>11.312,59</b>	<b>11.013,40</b>	<b>11.526,03</b>	<b>9.871,17</b>	

**Apéndice 9**  
**Jornales de las actividades del modelo forestal**

<b>Actividad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Cantidad Jor/ha</b>
Preparación del terreno	Tractorista	0,6
Plantación componente forestal y riego	Chofer	0,5
	Tractorista	0,5
	Operarios	6,5
Control plagas	operario	2,3
Control de Maleza	Tractorista *	0,3
	Operarios **	2,0
Mantenimiento de calles cortafuegos	Tractorista***	0,2
Poda de Formación	Operarios	2,0
Poda Sistemática	Motosierrista	0,4
	Operarios	7,0
Control de brotes epicornicos	Operarios	3,0
Raleos	Motosierrista	4,4
	Ayudante	4,4
transporte de material leñosos	Tractorista	0,8
	Operario	2,9
Manejo de rebrotes	Operario	6,0

\*Tres veces en el año1, 4 en el año 2 y 2 en el año 3.

\*\* Tres veces en el año1.

\*\*\* Tres veces al año, todos los años a partir del año 2.

**Apéndice 10**

**Gastos de establecimiento del modelo Forestal**

<b>Concepto</b>	<b>US\$/ha</b>	<b>Total US\$ (50 hectáreas)</b>
Instalación de plant.de Prosopis	Insumos	455,4
	Mano de obra	192,0
Control de malezas y plagas	Insumos	211,3
	Mano de obra	219,0
Elaboración de calle cortafuego.	10,1	504,5
Gastos estructurales.	84,4	4219,0
<b>Totales</b>	<b>1172,1</b>	<b>58602,8</b>

## Apéndice 11

### Gastos de mantenimiento y tratamiento silviculturales de una plantación

Año	Concepto		US\$/ha	Total US\$ (50 hectáreas)
2	Desmalezado en entrelíneos		122,0	6102,3
3	3 Desmalezado en entrelíneos		61,0	3051,1
2 al 25	Mantenimiento de calles cortafuegos		30,3	1513,5
2	Poda de formación		46,9	2347,2
3	1 Poda sistemática	Insumos	0,2	10,4
		Mano de obra	74,6	3731,8
3	Control brotes epicórmicos		23,5	1173,6
5	2 Poda sistemática	Insumos	0,1	6,9
		Mano de obra	49,9	2493,5
5	Control brotes epicórmicos		23,5	1173,6
6	3 Poda sistemática	Insumos	0,1	6,9
		Mano de obra	49,9	2493,5
6	Control brotes epicórmicos		23,5	1173,6
5	1 Raleo	Insumos	0,1	2,7
		Mano de obra	2,7	133,0
5	Control de rebrotes		47,1	2352,8
12	2 Raleo	Insumos	17,5	874,6
		Mano de obra	136,2	6809,8
12	Control de rebrotes		47,1	2352,8
12	Mov. y transp. de material leñoso.		141,43	7071,6
19	3 Raleo	Insumos	15,8	788,28
		Mano de obra	103,2	5161,04
19	Control de rebrotes		47,1	2352,83
19	Movimiento y transporte de material leñoso.		79,3	3966,49

## Apéndice 12 Gastos e ingresos del modelo forestal



### Apéndice 13: Producción de tn de /MS/ha de la variedad de alfalfa DK192 en dos localidades de la Provincia del Chaco

Localidad	Año	Primavera (tn/Ms/ha)	Verano (tn/Ms/ha)	Otoño. (tn/M/ha)	Invierno (tn/M/ha)	Totales (tn/M/h)
Bajo hondo chico	1992-93	3,2	5,5	5,1	3,3	
Bajo hondo chico	1994-95	9,3	4,5	1,8	3,2	
Las Breñas	2010-11	3,14	5,96	3,06	1,23	
Las Breñas	2011-12	5,16	4,85			
	<b>PROMEDIO</b>	5,2	5,2	3,3	2,6	

Fuente: Elaboración propia en función de los trabajos de: Tomei et al 2000, Casado, 2011 y 2012.

### Apéndice 14

#### Base de datos, gráfico y ecuaciones de la relación diámetro de copa y diámetro normal de árboles dominantes y codominantes



Figura N°22: distribución de datos, curva de ajuste y ecuación de la relación entre el diámetro de copa y el diámetro

**Cuadro N° 48:** base de datos con la cual se elaboró la ecuación que relaciona el diámetro de copa y el dap normal.

Edad	dap	dc1	dc2	dcm	Relación dc/dn		
16	36,5	10,5	10,4	10,5	28,6	0	0
16	19	5,8	7,5	6,7	35	1	35
16	29,5	8,9	11	10	33,7	1	33,7
16	20,5	8	6,8	7,4	36,1	1	36,1
16	24,5	8	7,9	8	32,4	0	0
16	27,5	8,9	9,15	9	32,8	0	0
16	31	10,6	8,3	9,5	30,5	0	0
16	24,5	7,5	9,7	8,6	35,1	1	35,1
16	27	8,9	9	9	33,1	0	0
16	25	8,1	9	8,6	34,2	1	34,2
16	20,5	7,5	7,8	7,7	37,3	1	37,3
16	39,5	12,5	11,8	12,2	30,8	0	0
10	5,3	2,1	2,1	2,1	39,6	1	39,6
10	22,8	6,6	6,4	6,5	28,5	0	0
10	12,3	4,75	5	4,9	39,6	1	39,6
13	21,5	7,6	6,2	6,9	32,1	0	0
13	11,5	5	4,1	4,6	39,6	1	39,6
13	17,4	5,4	5,8	5,6	32,2	0	0
13	21,2	6,6	5,9	6,3	29,5	0	0
13	12	4	3,7	3,9	32,1	0	0
13	22,3	6,9	6,9	6,9	30,9	0	0
13	17,2	6	4,6	5,3	30,8	0	0

**Apéndice 15****Evolución del rendimiento de la pastura en función de las variables relacionadas a la copa**

<b>Año</b>	<b>DAP</b>	<b>Diam. Copa (cm)</b>	<b>% de Cobertura</b>	<b>Rendimiento de pastura (KgMs/ha./año)</b>
<b>5</b>	12,5	4,46	268	6223
<b>6</b>	14,6	5,09	242	5600
<b>7</b>	16,4	5,63	230	5342
<b>8</b>	18	6,09	252	5840
<b>9</b>	19,3	6,47	239	5532
<b>10</b>	20,5	6,81	242	5621
<b>11</b>	21,6	7,13	264	6115
<b>12</b>	22,6	7,41	256	5942
<b>13</b>	23,6	7,69	249	5763
<b>14</b>	24,4	7,91	231	5362
<b>15</b>	25,2	8,14	236	5465
<b>16</b>	25,9	8,33	268	6212
<b>17</b>	26,6	8,52	264	6116
<b>18</b>	27,3	8,72	260	6019
<b>19</b>	27,9	8,88	256	5933
<b>20</b>	28,5	9,04	283	6571
<b>21</b>	29,1	9,21	231	5357
<b>22</b>	29,6	9,34	245	5684
<b>23</b>	30,1	9,48	242	5609
<b>24</b>	30,6	9,61	239	5533
<b>25</b>	31,1	12,10	235	5456

## Apéndice 16

### Producción de la componente pastura y ganadera

Año	Rendimiento de pastura (KgMs/ha./año)	Carga animal (nov./ha.)	Producción (Kg/ha.)
5	6223	1,33	268,37
6	5600	1,20	241,50
7	5342	1,32	230,40
8	5840	1,25	251,87
9	5532	1,18	238,58
10	5621	1,20	242,44
11	6115	1,31	263,73
12	5942	1,27	256,25
13	5763	1,23	248,53
14	5362	1,15	231,23
15	5465	1,17	235,68
16	6212	1,33	267,93
17	6116	1,31	263,79
18	6019	1,29	259,57
19	5933	1,27	255,89
20	6571	1,40	283,39
21	5357	1,14	231,03
22	5684	1,21	245,16
23	5609	1,20	241,91
24	5533	1,18	238,63
25	5456	1,17	235,31

## Apéndice 17 Gastos de instalación del modelo SFG 1

Año	Concepto		US\$/ha	Total US\$ (50 has)
1	plantación de Prosopis.	Insumos	385,6	19278,5
		Mano de obra	162,6	8131,0
1	Siembra de alfalfa	Insumos	118,5	5925,5
		Mano de obra	4,2	211,0
1	Control de malezas y plagas	Insumos	23,8	1191,7
		Mano de obra	70,4	3520,8
1	Servicio elab. de fardos de alfalfa		289,5	14473,4
1	Elaboración de calle cortafuego.		10,1	504,5
1	Gastos estructurales.		65,0	3248,9
4	Instalación de pastura	Insumos	226,3	11315,4
		Mano de obra	11,3	562,8
	Totales		1129,7	68363,5

**Apéndice 18 Gastos de tratamientos silviculturales modelo SFG 1**

<b>Año</b>	<b>Concepto</b>		<b>US\$/ha</b>	<b>Total US\$ (50 hectáreas)</b>
<b>2</b>	Poda de formación		46,9	2347,2
<b>3</b>	1 Poda sistemática	Insumos	0,2	10,4
		Mano de obra	74,6	3731,8
<b>3</b>	Control brotes epicórmicos		35,2	1760,4
<b>5</b>	2 Poda sistemática	Insumos	0,14	6,9
		Mano de obra	49,87	2493,5
<b>5</b>	Control brotes epicórmicos		35,2	1760,4
<b>6</b>	3 Poda sistemática	Insumos	0,14	6,9
		Mano de obra	49,87	2493,5
<b>6</b>	Control brotes epicórmicos		35,2	1760,4
<b>7</b>	1 Raleo	Insumos	2,44	122,18
		Mano de obra	65,43	3271,73
<b>11</b>	2 Raleo	Insumos	13,66	683,07
		Mano de obra	68,70	3435,11
<b>11</b>	Movimiento y transporte de material leñoso.		85,40	4270,25
<b>16</b>	3 Raleo	Insumos	13,89	694,56
		Mano de obra	55,36	2768,20
<b>16</b>	Movimiento y transporte de material leñoso.		68,82	3441,19
<b>20</b>	3 Raleo	Insumos	10,70	534,81
		Mano de obra	46,40	2319,96
<b>20</b>	Movimiento y transporte de material leñoso.		83,68	4183,84

**Apéndice 19 Gastos e ingresos del modelo SFG1**

VENTAS		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
Venta de alfalfa		24.122,31	75.594,56	63.533,41	39.411,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cant. De fardos		7.100,00	22.250,00	18.700,00	11.600,00																						
Precio Unitario		3,40	3,40	3,40	3,40																						
Venta de carne		-	-	-	-	46.430,93	41.782,19	42.684,55	43.575,77	41.277,48	41.944,42	45.628,38	44.334,23	42.998,33	40.005,56	40.775,31	46.354,65	45.638,28	44.908,26	44.271,74	49.029,83	39.970,19	42.414,71	41.853,60	41.285,76	40.711,23	
Cant. Kilos						24.057,47	21.648,80	22.116,35	22.578,12	21.387,29	21.732,86	23.641,65	22.971,10	22.278,93	20.728,27	21.127,10	24.017,95	23.646,78	23.268,53	22.938,73	25.404,06	20.709,94	21.976,53	21.685,80	21.391,59	21.093,90	
Precio Unitario						1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	
Venta de leña								5.562									2.143,21									5.159,36	
Cant. Ton leña								983									378,66									911,55	
Precio Unitario								5,66									5,66									5,66	
Venta de		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.757	-	-	-	-	39.291	-	-	-	32.929	-	-	-	-	129.105,00	
Cant. M3 madera aserrado												615					495,6				415					1900	
Precio Unitario												79,28					79,28				79,28					67,95	
Total ingresos		24.122,31	75.594,56	63.533,41	39.411,10	46.430,93	41.782,19	48.246,41	43.575,77	41.277,48	41.944,42	96.940,92	44.334,23	42.998,33	40.005,56	40.775,31	87.789,03	45.638,28	44.908,26	44.271,74	83.771,91	39.970,19	42.414,71	41.853,60	41.285,76	174.975,58	
GASTOS DIRECTOS																											
	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
Preparación de suelos		2.464,23	2.464,23																								
Control de malezas inicial		1.910,81	1.910,81																								
Plantines		12.797,28	12.797,28																								
transporte plantines		3.137,22	3.137,22																								
Plantación		5.867,92	5.867,92																								
Riego		2.345,59	2.345,59																								
control de malezas qui. Y manual			4.457,61	4.457,61	4.457,61																						
Control de Liebres																											
Control de plagas			676,95	676,95	676,95	676,95																					
Elaboracion de calles cortafuegos		504,50	504,50																								
Plantacion alfalfa		504,50	504,50																								
semillas de alfalfa		5.632,05	5.632,05																								
Servicio de elab. De fardos		14.473,39	45.356,74	38.120,05	23.646,66																						
Poda de formación			2.347,17																								
Poda sistemática				3.742,17		2.568,58	2.568,58																				
Control de rebrotes poda				1.760,38		1.760,38	1.760,38																				
Preparacion de suelo					1.525,57																						
semillas Gatton					1.415,63																						
Siembra					504,50																						
Compra de terneros						21.085,00	18.973,94	21.000,47	19.788,43	18.744,74	19.047,61	20.720,55	20.132,86	19.526,20	18.167,14	18.516,70	21.007,93	20.725,05	20.393,54	20.104,48	22.265,20	18.134,20	19.261,18	19.006,37	18.748,50	18.487,60	
Suplementación						595	536	593	559	529	538	585	568	551	513	523	594	585	576	568	629	458	544	537	529	522	
Sanidad						12.704,44	11.805,25	12.365,02	12.545,19	12.417,01	12.454,21	13.084,36	12.516,71	13.011,68	12.699,98	12.813,69	10.660,96	13.084,92	12.194,82	16.479,22	13.372,09	10.674,48	14.508,10	10.785,26	12.842,16	16.326,48	
Raleo								3.393,91				4.118,18					3.462,76				2.854,76						
Movimiento y transporte de material											4.270,25						3.441,19				4.183,84						
apotrero + bebederos		2.978,35																									
Total gastos directos		35.164,10	53.292,79	52.838,47	48.757,15	32.226,93	38.713,59	35.643,75	37.352,21	32.892,22	31.690,89	32.039,50	42.778,25	33.217,89	33.089,08	31.379,95	31.853,09	39.167,07	34.395,00	33.164,04	37.151,22	43.304,41	29.267,11	34.312,99	30.328,15	32.119,90	35.335,96
GASTOS DE ESTRUCTURA		Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
Gastos de Administración		1.943,55	5.435,20	5.026,93	3.374,04	4.022,71	3.715,73	3.886,57	3.440,57	3.320,44	3.355,30	3.959,68	3.473,14	3.339,61	3.246,88	3.294,19	8.176,90	3.780,63	3.425,29	3.476,95	4.429,52	3.310,15	3.314,92	3.141,70	3.320,87	3.139,49	
Encargado						147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04	147,04
Asesoramiento Contable		1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75
Conservación de Mejoras		59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57
Total gastos estructura		3.248,87	6.740,52	6.332,25	5.183,86	5.475,07	5.168,09	5.338,93	4.892,93	4.772,80	4.807,66	5.412,04	4.925,50	4.791,97	4.699,24	4.746,55	9.629,26	5.232,99	4.877,65	4.929,31	5.881,88	4.762,52	4.767,28	4.594,06	4.773,23	4.591,85	

## Apéndice 20

### Determinación de pastura bajo copa de *Prosopis* en líneas pareadas

Existen algunas investigaciones que indican una producción de materia seca de pastura iguales o mayores bajo copa de *Prosopis*, comparándola con producciones a cielo abierto. En mediciones realizadas en dos puntos bajo la copa de *Prosopis* sp, la producción de pastura (Kg MS/ha) fue igual y superior (3.813 y 6.278) a la producción encontrada fuera de la influencia de la copa y a cielo abierto (4.369 y 3.867) (De León et al., 2010).

En una investigación realizada en Paraguay, se encontró que, bajo la copa de árboles de *Prosopis*, la biomasa de la pastura (principalmente *Gatton panic*) fue de 1,65 tn/ha. A cielo abierto la producción fue de 0,46 tn/ha (Díaz Lezcano et al., 2017). La superficie total del ensayo fue de 8 hectáreas en las cuales se encontraban 247 individuos del género *Prosopis*.

En un ensayo realizado en el sudoeste de la provincia del Chaco, encontraron que, bajo parcelas raleadas, (raleo del 50% en función del número de árboles inicial), no existían Diferencias significativas entre la producción, Kg MS ha, bajos copa y a cielo abierto de *Panicum maximun* vs. *Gatton* (Casado y Cabbalieri, 2015). A partir de simulaciones dinámicas de la proyección de copa en cortinas forestales para tambos, encontraron que la disposición este-oeste mantiene un sombreado angosto y relativamente inamovible (Laclau et al., 2015).

Para el presente trabajo en el modelo de doble líneas se definió utilizar como referencia el trabajo de De León et al. (2010), donde el promedio encontrado bajo la influencia de copa fue aproximadamente un 20% superior al promedio de producción encontrado fuera de ella.

**Apéndice 21** evolución del rendimiento de la pastura en función de las variables relacionadas a la copa.

<b>Edad</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Radio de copa (m)</b>	<b>Rendimiento de la pastura Kg Ms/ha/año</b>
<b>3</b>	6,7	2,6	8758,7
<b>4</b>	10,0	3,7	8905,2
<b>5</b>	12,5	4,5	8998,3
<b>6</b>	14,6	5,1	9065,8
<b>7</b>	16,4	5,6	5847,7
<b>8</b>	18,0	6,1	9167,6
<b>9</b>	19,3	6,5	9208,3
<b>10</b>	20,5	6,8	8366,0
<b>11</b>	21,6	7,1	8393,2
<b>12</b>	22,6	7,4	8417,7
<b>13</b>	23,6	7,7	8442,2
<b>14</b>	24,4	7,9	5422,0
<b>15</b>	25,2	8,1	8423,3
<b>16</b>	25,9	8,3	8440,2
<b>17</b>	26,6	8,5	8456,9
<b>18</b>	27,3	8,7	8473,6
<b>19</b>	27,9	8,9	8487,9
<b>20</b>	28,5	9,0	8502,2
<b>21</b>	29,1	9,2	5266,8
<b>22</b>	29,6	9,3	8242,4
<b>23</b>	30,1	9,5	8254,1
<b>24</b>	30,6	9,6	8265,9
<b>25</b>	31,1	9,7	8277,6

**Apéndice 22 Rendimiento de la pastura, carga animal y producción de carne para el modelo Foresto Ganadero 2**

Edad	DAP (cm)	Radio de copa (m)	Rendimiento de la pastura Kg Ms/ha/año	Carga Animal (Nov/ha)	Producción de carne (kg/ha.)
3	6,7	2,6	8758,7	1,6	320,6
4	10,0	3,7	8905,2	1,9	384,1
5	12,5	4,5	8998,3	1,9	388,1
6	14,6	5,1	9065,8	1,9	391,0
7	16,4	5,6	5847,7	1,2	252,2
8	18,0	6,1	9167,6	2,0	395,4
9	19,3	6,5	9208,3	2,0	397,1
10	20,5	6,8	8366,0	1,8	360,8
11	21,6	7,1	8393,2	1,8	362,0
12	22,6	7,4	8417,7	1,8	363,0
13	23,6	7,7	8442,2	1,8	364,1
14	24,4	7,9	5422,0	1,2	233,8
15	25,2	8,1	8423,3	1,8	363,3
16	25,9	8,3	8440,2	1,8	364,0
17	26,6	8,5	8456,9	1,8	364,7
18	27,3	8,7	8473,6	1,8	365,5
19	27,9	8,9	8487,9	1,8	366,1
20	28,5	9,0	8502,2	1,8	366,7
21	29,1	9,2	5266,8	1,1	227,1
22	29,6	9,3	8242,4	1,8	355,5
23	30,1	9,5	8254,1	1,8	356,0
24	30,6	9,6	8265,9	1,8	356,5
25	31,1	9,7	8277,6	1,8	357,0

**Apéndice 23**

Año	Concepto	US\$/ha	Total US\$ (50 has.)
1	Instalación de plantación de Prosopis.	Insumos	367,4
		Mano de obra	158,4
1	Siembra de alfalfa	Insumos	84,7
		Mano de obra	4,2
1	Control de malezas y plagas	Insumos	41,7
		Mano de obra	8,4
1	Servicio de elab. de fardos de alfalfa	187,5	9377,1
1	Elaboración de calle cortafuego.	10,1	504,5
1	Gastos estructurales.	56,7	2834,7
4	Instalación de pastura	Insumos	63,6
		Mano de obra	52,2
<b>Totales</b>		<b>919,2</b>	<b>51749,1</b>

**Apéndice 24: Ingresos y egresos del modelo SG2**

VENTAS																												
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
Venta de alfalfa			15.628,54	25.651,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cant. De fardos			4.600,00	7.550,00																								
Precio Unitario			3,40	3,40																								
Venta de leña											8.245,74						3.564,38						2.737,55				2.187,71	
Cant. Ton leña											1.472,45						636,50						488,85				390,66	
Precio Unitario											5,60						5,60						5,60				5,60	
Venta de madera			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72.163,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92.163,48	
Cant. M3 madera aserrado											895,00						910,00						630,00				1355,35	
Precio Unitario																	79,30						79,30				68,00	
Venta de Carne			-	-	55.329,73	66.235,00	66.976,49	67.479,40	43.526,24	68.236,8	68.236,8	62.270,22	62.472,69	62.655,49	62.837,15	40.357,23	62.696,90	62.822,27	62.947,15	63.071,57	63.177,86	63.283,83	39.202,31	61.350,07	61.437,66	61.525,06	61.612,25	
Cant. Kilos					28.738,91	34.403,24	34.788,38	35.049,59	22.608,04	35.443,0	35.442,99	32.343,89	32.449,05	32.544,00	32.638,36	20.962,02	32.565,51	32.630,62	32.695,49	32.760,12	32.815,32	32.870,36	20.362,14	31.865,95	31.911,45	31.956,84	32.002,13	
Precio Unitario					1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	
<b>Total ingresos</b>			-	15.628,54	25.651,19	55.329,73	66.235,00	66.976,49	67.479,40	43.526,24	68.236,8	76.482,5	62.270,22	62.472,69	62.655,49	62.837,15	40.357,23	138.424,28	62.822,27	62.947,15	63.071,57	63.177,86	63.283,83	91.898,86	61.350,07	61.437,66	61.525,06	155.963,44
GASTOS DIRECTOS																												
	Unidad	Cantidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	MES 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
Preparación de suelos			2.464,23	2.464,23																								
Control de malezas inicial			1.910,81	1.910,81																								
Plantines			13.590,03	13.590,03																								
transporte plantines			3.137,22	3.137,22																								
Plantación			5.867,92	5.867,92																								
Riego			1.290,39	1.290,39																								
control de malezas qui. Y manual			-	4.312,45																								
Control de Liebres																												
Control de plagas			594,78	594,78	594,78																							
Elaboracion de calles cortafuegos			504,50	504,50																								
Plantacion alfalfa			504,50	504,50																								
semillas de alfalfa			3.942,43	3.942,43																								
Servicio de elab. De fardos			9.377,12	9.377,12	15.390,71																							
Poda de formación				2.347,17																								
Poda sistemática					4.471,73		4.471,73	4471,73398																				
Control de rebrotes poda					1.760,38		1.760,38	1.760,38																				
Preparacion de suelo				2.163,74																								
semillas Gatton				1.132,50																								
Siembra				445,81																								
Compra de terneros					25.188,01	30.124,58	30.490,02	30.718,96	19.814,65	31.063,76	31.201,71	28.347,57	28.439,74	28.522,95	28.605,65	18.372,01	28.541,81	28.598,88	28.655,73	28.760,75	28.712,37	28.808,99	17.846,25	27.928,68	27.968,56	28.008,34	28.008,34	
Suplementación					711,02	850,37	860,69	867,15	559,34	876,89	880,78	800,21	802,81	639,00	805,16	518,62	805,69	635,44	808,91	810,51	811,88	813,24	503,77	788,39	789,51	790,64	661,29	
Sanidad					13.208,36	12.802,65	10.760,44	12.851,65	12.190,67	12.882,36	12.925,42	13.596,41	12.648,58	12.656,00	12.663,36	11.751,62	12.676,79	10.429,14	13.634,26	12.672,87	12.677,18	12.681,48	11.704,78	12.606,60	12.606,60	12.610,15	13.559,62	
Raleo											5.310,69						5.399,70						3.738,25					
Movimiento y transporte de material											6.300,62						6.331,92						3.304,99					
apotrerado + bebederos				2.978,35																								
<b>Total gastos directos</b>			43.183,94	46.162,29	26.387,17	45.339,51	43.777,60	48.343,27	50.669,87	32.564,66	44.823,01	56.619,23	42.744,19	41.891,13	41.817,96	42.074,18	30.642,25	53.755,91	39.663,46	43.098,90	42.244,14	42.201,43	42.303,71	37.096,05	41.323,67	41.364,67	41.409,12	42.229,26
GASTOS DE ESTRUCTURA																												
		Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	MES 11	MES 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
Gastos de Administración			1.529,34	2.739,62	4.634,85	4.478,66	4.904,17	5.218,34	3.376,76	4.633,65	5.813,27	4.425,77	4.340,46	4.333,15	4.358,77	3.221,08	5.298,87	4.202,63	4.546,18	4.460,70	4.456,4	4.466,66	3.946,09	4.368,65	4.372,76	4.377,20	4.459,21	
Encargado					367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	367,60	
Mantenimiento de calles cortafuegos				504,50																								
Mantenimiento de vehículo/s																												
Otros impuestos																												
Asesoramiento Contable			1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	1.245,75	
Conservación de Mejoras			59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	
<b>Total gastos estructura</b>		0,00	2.834,66	4.549,44	6.307,77	6.151,58	6.577,10	6.891,26	5.049,69	6.306,57	7.486,20	6.098,69	6.013,39	6.006,07	6.031,69	4.894,01	6.971,79	5.875,56	6.219,10	6.133,63	6.129,35	6.139,58	5.619,02	6.041,58	6.045,68	6.050,12	6.132,14	