

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA  
PROCESADORA DE ALFALFA EN EL NORESTE DE CANELONES**

**por**

**Jorge Jesús ORTIZ RAMOS**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2012**

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. MSc. Pedro Arbeletche

-----  
Ing. Agr. MSc. Carlos Molina

-----  
Ing. Agr. Dplo. Gonzalo Oliveira Franco

Fecha: 26 de setiembre de 2012

Autor: -----  
Jorge Jesús Ortiz Ramos

## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han contribuido para que lograra mi título de grado.

Al profesor Ing. Agr. Pedro Arbeletche, mi tutor de tesis, por su orientación y seguimiento para la realización de este trabajo final.

Deseo expresar un muy especial agradecimiento a mi madre por el incondicional apoyo brindado incesantemente, dándome dignos ejemplos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ella hoy puedo ver alcanzada mi meta.

A mi hermano por el apoyo y comprensión constante.

A mi querido padre, por iluminar mi camino, a pesar de su ausencia, lo llevo en mi corazón. Seguramente estaría muy orgulloso de mi esfuerzo.

A Analía, por la confianza y el apoyo depositado en mí en este tiempo juntos.

A mis tíos, primos, abuela y amigos, vaya un afectuoso reconocimiento.

A todos, mis más sinceros agradecimientos.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>DIAGNOSTICO</u> .....	2
2.1. JUSTIFICACIÓN .....	2
3. <u>PROYECTO</u> .....	3
3.1. OBJETIVOS.....	3
3.2 METODOLOGÍA .....	3
3.3 ESTUDIO DE MERCADO .....	4
3.3.1. <u>Mercado mundial: demanda y oferta externa</u> .....	4
3.3.1.1. Principales centros de consumo y exportadores .....	5
3.3.2. <u>Mercado nacional</u> .....	8
3.3.2.1. Generalidades de la cadena productiva.....	8
3.3.2.2. Importancia nacional .....	9
3.3.2.3. Superficie cultivada a nivel nacional .....	10
3.3.2.4. Caracterización de los actores .....	12
3.3.3. <u>Diagnóstico del mercado agroalimentario</u> ... ..	14
3.3.3.1. Análisis de la demanda alimentaria.....	17
3.3.3.2. Demanda del subsector.....	20
3.3.3.3. Centros de consumo a nivel nacional.....	27

3.3.3.4. Análisis de la oferta alimentaria.....	32
3.4. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN.....	54
3.4.1. <u>Tamaño</u> .....	54
3.4.2. <u>Localización</u> .....	54
3.4.2.1 Micro-localización.....	56
3.2.2.2. Resumen de los puntos analizados y conclusión final.....	60
3.5. <u>INGENIERÍA DEL PROCESO DE TRASFORMACIÓN</u> .....	64
3.5.1. <u>Materia Prima</u> .....	64
3.5.1.1. Manejo para la producción de forraje .....	65
3.5.2. <u>Corte</u> .....	65
3.5.2.1. Maquinaria de corte e hilerado.....	65
3.5.2.2. Altura de corte.....	67
3.5.2.3. Hora del día .....	67
3.5.2.4. Disponibilidad de materia seca.....	68
3.5.3. <u>Secado</u> .....	68
3.5.3.1. Uso de rastrillos .....	69
3.5.4. <u>Recolección</u> .....	70
3.5.4.1. Humedad del forraje.....	70
3.5.5. <u>Maquinaria para la cosecha de forraje</u> .....	70
3.5.5.1. Maquinaria para el picado de forraje.....	70
3.5.5.2. Clasificación de las picadoras según su accionamiento.....	73
3.5.6. <u>Transporte de la materia prima hasta la planta de procesado</u> .....	75

3.5.7. <u>Descripción y análisis de los procesos a llevar adelante</u> .....	80
3.5.7.1. Etapas en común .....	81
3.5.7.2. Elaboración de harina .....	86
3.5.7.3. Elaboración de pellet .....	86
3.5.7.4. Molienda fina (molino de martillos).....	90
3.5.7.5. Densificación (Granulación).....	90
3.5.7.6. Enfriamiento.....	91
3.5.7.7. Almacenamiento.....	92
3.5.7.8. Selección final .....	92
3.5.7.9. Equipos necesarios para el proceso de transformación.....	92
3.6. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO.....	100
3.6.1. <u>Inversión</u> .....	101
3.6.1.1. Activo fijo .....	101
3.6.1.2. Activos intangibles .....	103
3.6.1.3. Capital de trabajo.....	103
3.6.2. <u>Costos</u> .....	104
3.6.2.1. Costos fijos.....	105
3.6.2.2. Costos variables. ....	108
3.6.2.3. Costo unitario .....	113
3.6.3. <u>Ingreso por venta de harina y pellet</u> .....	114
3.6.4. <u>Precio de venta</u> .....	114
3.6.5. <u>Punto de equilibrio</u> .....	115
3.6.6. <u>Flujo de fondos</u> .....	116

3.6.7. <u>Análisis de los indicadores financieros</u> .....	121
3.6.7.1. Valor presente neto (VPN) .....	121
3.6.7.2. Tasa interna de retorno (TIR).....	122
3.7. ANÁLISIS DE RIESGO.....	123
4. <u>CONCLUSIONES</u> .....	127
5. <u>RESUMEN</u> .....	129
6. <u>SUMMARY</u> .....	130
7. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	131
8. <u>ANEXOS</u> .....	138

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1 Principales países participantes del mercado mundial de productos de alfalfa (Código Armonizado o posición 121410) e indicadores.....	5
2. Principales exportadores a nivel mundial de pellet y harina de alfalfa, según año.....	8
3. Consumo de heno (Toneladas) y valorización (Dólares americanos corrientes) en diferentes rubros.....	19
4. Cantidad estimada de heno consumido por parte de productores invernadores de ganado vacuno para carne.....	20
5. Cantidad estimada de heno y heno de alfalfa consumido por parte de productores lecheros (en Toneladas).....	21
6. Evolución de la cantidad estimada de heno de alfalfa consumido por parte de corderos para faena.....	22
7. Cantidad estimada de heno de alfalfa consumido por parte equinos.....	23
8. Cantidad estimada heno de alfalfa molida consumido por parte de suinos según categoría.....	23
9. Cantidad estimada heno de alfalfa molida consumido por parte de Aves de postura y Pollos parrilleros.....	24
10. Cantidad estimada heno de alfalfa molida consumido por el sector cunícola.....	25
11. Demanda total anual de alfalfa estimada en Uruguay, superficie de alfalfa afectada, stock animal y consumo por cabeza según especie.....	26
12. Empresas importadoras en el 2008, 2009 y 2010 de productos base alfalfa elaborados, en toneladas.....	40
13. Destino de las exportaciones de productos base alfalfa de Uruguay.....	50
14. Balanza de comercial de productos base alfalfa de Uruguay.....	51
15. Superficie potencialmente disponible según unidad de suelo CONEAT.....	55
16. Calificación no ponderada de los factores locacionales.....	61
17. Calificación ponderada de los factores locacionales.....	63
18. Características de los principales tipos de camiones existentes.....	79
19. Especificaciones de la planta de procesado. Sección A y	



B.....	93
20. Especificaciones de la planta de procesado. Sección C.....	95
21. Costo total de planta de procesado.....	102
22. Costo de rodados y otros equipos.....	102
23. Detalle del capital de trabajo necesario en el año 1.....	104
24. Costo de mano de obra permanente.....	106
25. Costo erogables generales.....	107
26. Consumo de energía eléctrica por componente.....	110
27. Mano de obra directa.....	111
28. Desglose de costos para la planta en conjunto.....	113
29. Evolución de las ventas brutas e ingresos proyectados.....	114
30. Flujo de fondos del proyecto sin financiamiento.....	118
31. Flujo de fondos del proyecto con y sin financiamiento (resultado final) (en dólares americanos).....	119
32. Detalle del flujo de fondos para la situación sin financiamiento considerando un aumento del 10% del precio de venta del producto final.....	120
33. Valor presente neto (en dólares americanos) del proyecto con y sin financiamiento.....	120
34. Tasa interna de retorno del proyecto con y sin financiamiento.....	121
35. Análisis de sensibilidad para el flujo de fondos con financiamiento.....	123
36. Análisis de sensibilidad para el flujo de fondos sin financiamiento.....	124
37. Análisis de sensibilidad para el flujo de fondos sin financiamiento ante reducciones del costo denominado insumos.....	125

Figura No.

1. Importación de pellet y harina de alfalfa a nivel mundial (Ton), año 2007.....	6
2. Precio de importación de pellet y harina de alfalfa a nivel mundial (US\$/kg), año 2007.....	7
3. Esquema simplificado del mercado de la alfalfa en Uruguay.....	9
4. Consumo de semilla de alfalfa (en kilogramos) en el periodo 2002 – 2010, en base a las declaraciones juradas de empresas semilleristas.....	11
5. Superficie sembrada (Teórica) (en hectáreas) de alfalfa (por año) y superficie de cultivos de 4 años (Teórica) (en hectáreas).....	12
6. Producción agropecuaria, promedio 2005-2009, según subsector (en millones de dólares americanos corrientes y porcentaje).....	15
7. Producción agrícola, según subsector. Promedio 2005-2009. (en millones de dólares americanos corrientes).....	16
8. Producción agrícola subsector Otros, promedio 2005-2009, (en millones de dólares americanos corrientes).....	18
9. Evolución del consumo estimado a nivel nacional de alfalfa en el período 2002 -2010 (en Toneladas).....	27
10. Distribución a nivel país de los diferentes rubros existentes.....	28
11. “Rutas” estimadas de los productos del subsector.....	29
12. Evolución del precio del heno de alfalfa (Precio Alfalfa) (en dólares americanos) y precipitaciones (Prec Tala) (en milímetros) en la ciudad de Tala (Canelones). ....	30
13. Evolución del precio por año del heno de alfalfa en el periodo 1981 – 2010 (en dólares americanos /100 Kg.) (incluye. media, máximo y mínimo).....	31
14. Evolución del precio mensual del heno de alfalfa en el periodo 1981 - 2010 (en dólares americanos /100 Kg.) (incluye. media, máximo y mínimo).....	32
15. Producción de forraje de alfalfa a nivel nacional (en Toneladas de Materia Seca) según año.....	33

16. Estimación de la producción nacional e importación de productos base alfalfa (en base a datos del año 2010).....	35
17. Evolución del consumo total de heno de alfalfa e importaciones de productos base alfalfa en el período 2007-2010 (en Toneladas).....	37
18. Evolución del la oferta de alfalfa (heno y otros productos) (Estimado) para el período 2007-2010 (en Toneladas).....	38
19. Evolución del la oferta de alfalfa (productos importados elaborados) (en Toneladas) para el período 2007-2010.....	39
20. Origen de las importaciones de Uruguay en el período 2007-2010, en porcentaje.....	41
21. Evolución de las importaciones de productos de alfalfa de Uruguay, período 2007 – 2010 (en Toneladas).....	42
22. Evolución del monto importado (en dólares americanos) de productos de alfalfa y proyecciones futuras de Uruguay.....	43
23. Evolución y proyección del precio de los productos de alfalfa importados por Uruguay, período 2007 – 2010 (en dólares americanos/Tonelada).....	44
24. Análisis del comportamiento de la oferta de productos elaborados importados base alfalfa en Uruguay.....	45
25. Análisis de la variabilidad del producción de la alfalfa en Uruguay.....	46
26. Temperaturas medias mensuales 4 regiones de Uruguay (Norte, Noreste, Oeste y Sur) en grados Celsius.....	47
27. Temperaturas medias mensuales 3 regiones de Chile (Centro, Sur y Norte) en grados Celsius.....	48
28. Temperaturas medias mensuales 3 regiones de Argentina en grados Celsius.....	49
29. Exportaciones de productos base alfalfa de Uruguay (en Toneladas).....	50
30. Reducción de la densidad de la materia prima según producto final.....	57
31. Cadena de valor de la alfalfa.....	65

32. Esquema de cabezal de recolección de pasturas pre oreadas, con cilindro acompañador del ingreso del material levantado por los dientes de recolección y un sinfín de alimentación con dedos retráctiles en el centro. ....	75
33. Cosechadora de recolector intercambiable de tiro marca Lely.....	77
34. Dos modelos de vagones forrajeros con procesador de forraje.....	78
35. Costo por kilogramo de materia seca (MS) de las diferentes alternativas (en US\$).....	80
36. Diagrama de bloques para procesamiento y secado de alfalfa.....	82
37. Esquema típico del diseño de una planta de granulación de biomasa .....	84
38. Esquema del proceso de elaboración de pellet .....	87
39. Diagrama de flujo de una planta peletizadora de alfalfa. Sección picado.....	88
40. Diagrama de flujo de una planta peletizadora de alfalfa. Sección paletizado.....	89
41. Proceso de peletizado.....	91
42. Planta de procesado de alfalfa (vista lateral).....	96
43. Planta de procesado de alfalfa (aérea).....	97
44. Planta de procesado de alfalfa (en perspectiva). ....	98
45. Planta de procesado de alfalfa (corte).....	99
46. Planta de procesado de alfalfa (aérea).....	100
47. Evolución del punto de equilibrio de la planta y la producción total (en toneladas).....	115
48. Evolución de costo total, costo fijo total, ingreso bruto y el costo por tonelada de producida para el total de la planta a lo largo de la vida del proyecto.....	116
49. Variación del VPN en función del precio de venta del producto (PV) y del precio de la materia prima (PMP).....	126

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de alfalfa en el departamento de Canelones se viene desarrollando desde hace varios años, siendo el segundo departamento después de Montevideo en realizar la producción de este cultivo.

La comercialización de alfalfa en Uruguay no se ha llevado adelante en forma integrada, entre productores e industria, sino que por el contrario, el mercado de la alfalfa se caracteriza por ser un mercado de productor a consumidor, ó productor - intermediario – consumidor.

Las iniciativas para comenzar un plan de producción y comercialización de alfalfa a nivel de organización de productores en el departamento de Canelones surgieron a mediados del siglo XX, en las décadas del 50`al 70`, impulsadas por asociaciones de productores (Sociedad de Fomento Rural de Migueles - SFRM, CALFORU, etc.)<sup>1</sup>. En estos emprendimientos, el tipo de producto comercializado fue únicamente fardos prismáticos de 20 a 25 Kg., los llamados “cuadrados” por los productores.

Más recientemente se han llevado adelante diferentes tipos de iniciativas, las cuales han tomado ejemplo de procesos de otros países orientados principalmente al procesamiento de este cultivo en productos de mayor densidad, principalmente cubos de alfalfa con equipos automotrices<sup>2</sup> y también una experiencia concreta de peletizado de alfalfa en Montevideo<sup>3</sup>.

En este trabajo se estudiará la transformación de la alfalfa en harina y pellet, considerando la asociación entre productores de la materia prima y la industria procesadora, la cual se encargará de la cosecha y traslado a planta, siendo analizada la inversión a un periodo de 10 años.

---

<sup>1</sup> Cordero, A.; García, G. 2011. Com. personal.

<sup>2</sup> Carrasco, P. 2009. Com. personal.

<sup>3</sup> Pacheco, M. 2010. Com. personal.

## 2. DIAGNOSTICO

### 2.1 JUSTIFICACIÓN

Los productos tradicionales de alfalfa (fardos), poseen limitaciones de manipulación, de almacenamiento y también al momento de su transporte a largas distancias, lo que ha determinado que se hayan buscado alternativas para superar estos problemas y de esta manera, lograr un producto con mejores propiedades. Es en este marco es que surgen los productos antes mencionados, pellet y cubos, y como producto intermedio, la harina de alfalfa.

Este estudio se enmarca dentro de las alternativas productivas que se están llevando adelante por grupos de productores de la zona y que son enumeradas en trabajo del IICA en el año 2007 denominado “Plan de Desarrollo del Noreste de Canelones” (Aldabe y Otero, 2007). De este estudio se desprende que este tipo de producción puede considerarse para ser incorporada como una alternativa productiva al rubro hortícola, que permita la incorporación a la rotación del predio un cultivo que mejore las características físico-químicas del suelo.

En este proyecto se analiza tomando como base la experiencia e información internacional existente, la instalación de una planta procesadora de alfalfa en el noreste de Canelones.

### 3. PROYECTO

#### 3.1. OBJETIVO

- Analizar desde el punto de vista económico y financiero un nuevo proceso tecnológico a nivel de Uruguay para la transformación del cultivo de la alfalfa en harina y pellet.
- Analizar a nivel de mercado interno y externo las posibilidades comerciales de estos productos desde la perspectiva de Uruguay.
- Seleccionar a nivel del noreste del departamento de Canelones la mejor región para la instalación de este tipo de cultivo y de una planta procesadora.
- Estudiar las posibles limitantes para llevar adelante un proyecto de este tipo en la región mencionada.

#### 3.2. METODOLOGÍA

Este trabajo ha sido elaborado a través de consultas bibliográficas de la información existente a nivel nacional e internacional referida al procesamiento industrial de la alfalfa, así como consultas con especialistas de diversas áreas relacionadas con este cultivo. La información proviene del hemisferio norte principalmente, así como también de países de América del Sur con una industria forrajera más desarrollada que la de nuestro país, como lo son Argentina y Chile.

Para la realización del estudio técnico, de mercado y económico financiero se considero información de diferentes orígenes, usando para ello fuentes nacionales (URUGUAY. MGAP. DIEA, URUGUAY. MGAP. DIGEGRA, URUNET, TRANSACTION, Uruguay XXI-MEF, INIA, ANPL, entre otras) e internacionales (INDEX MUNDI, FAO STAT, FAO, INTA, MEXICO. SAGARPA, ARGENTINA. MAGP, INIA Chile, MAPA (España), BARANDEBI S.A., entre otras).

### 3.3. ESTUDIO DE MERCADO

A continuación se realizará el estudio de mercado para los productos que son objeto de este trabajo, la harina de alfalfa y los pellet de alfalfa.

Es conveniente aclarar que cuando se hace referencia al mercado se hace alusión a los alimentos para consumo animal en general. En el caso del sector se hace mención a los forrajes en general, y finalmente el subsector se refiere a la alfalfa y productos derivados como harina, pellets, cubos, heno de alfalfa pura o mezcla.

El estudio se desarrollará analizando los siguientes puntos, de acuerdo con Mendieta (2005) en base a Sapang y Sapang (1991).

- Proveedor,
- Competidor,
- Distribuidor,
- Consumidor y
- Externo.

De acuerdo con Sapang y Sapang (1991), al estudiar el mercado de un proyecto es preciso reconocer todos y cada uno de los agentes que, con su actuación, tendrán algún grado de influencia sobre las decisiones que se tomarán al definir su estrategia comercial. Así mismo, este autor también afirma que puede incorporarse un capítulo llamado sub-mercado externo, o bien, puede omitirse y sus variables incluirse en cada uno de los anteriores al momento de realizar un estudio de este tipo. En este trabajo será tratado en forma separada.

#### 3.3.1. Mercado mundial: demanda y oferta externa

Con el objetivo de caracterizar los mercados más demandantes de este tipo de productos derivados de alfalfa, se realiza una descripción de las particularidades del mercado relevante a nivel mundial.



Se identificarán los principales centros de consumo de alfalfa a nivel mundial, a través de información y estadísticas de la demanda del producto en años pasados.

### 3.3.1.1. Principales centros de consumo y exportadores

En este apartado se describirán brevemente el comercio mundial de este tipo de producto y posteriormente se realizará una caracterización de los principales mercados desde el punto de vista de las importaciones realizadas. En el Cuadro No.1 se observan los principales importadores de producto base alfalfa a nivel mundial en el año 2010, el valor por tonelada, su evolución en el periodo 2006 – 2010 y su participación en las importaciones mundiales.

**Cuadro No. 1** Principales países participantes del mercado mundial de productos de alfalfa (código armonizado o posición 121410) e indicadores.

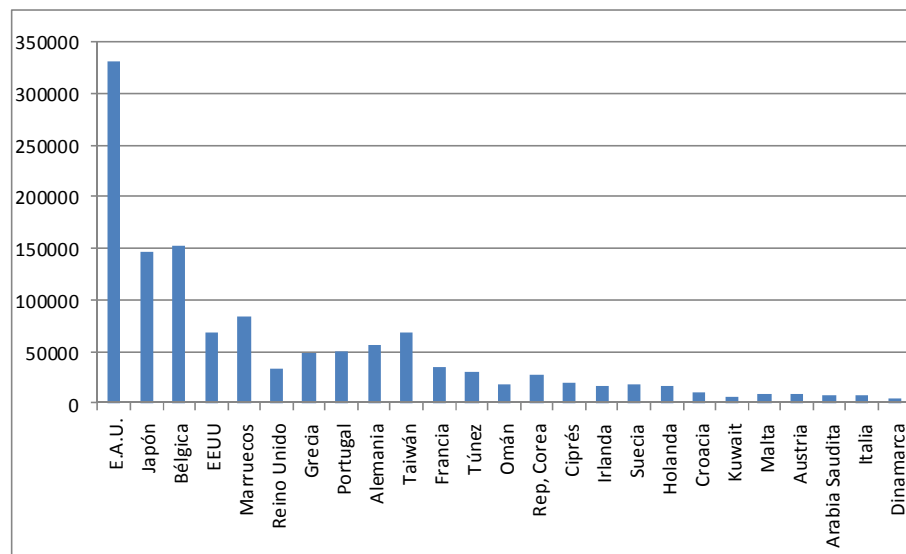
Importadores	Indicadores comerciales					
	Cantidad importada en 2010	Valor unitario (USD/ unidad)	Tasa de crecimiento anual en valor entre 2006-2010 (%)	Tasa de crecimiento anual en cantidad entre 2006-2010 (%)	Tasa de crecimiento anual en valor entre 2009-2010 (%)	Participación en las importaciones mundiales (%)
Mundo	1.285.111	285	15	-2	53	100
EAU	319.370	435	124	96	698	37,9
Japón	109.168	345	0	-11	12	10,3
RN y A	101.980	263	31	24	15	7,3
Arabia Saudita	87.048	289	135	92	34	6,9
Bélgica	108.966	171	-4	-12	-18	5,1
Alemania	53.251	188	10	-2	-10	2,7
USA	32.008	287	-10	-17	-24	2,5
Marruecos	51.707	172	-11	-12	41	2,4
Reino Unido	27.887	301	15	13	-13	2,3
Francia	36.579	216	11	2	56	2,2
Taipei Chino	45.359	159	-4	-12	9	2
Túnez	44.387	147	7	6	74	1,8
Portugal	29.878	176	-12	-16	11	1,4
Libia	40.612	121	19		193	1,3
República de Corea	19.602	225	2	-8	-12	1,2

Fuente: elaborado por URUGUAY XXI (2011).

El mercado de alfalfa a nivel mundial presenta ciertas particularidades que deben tenerse en cuenta a la hora de encarar un proyecto de exportación, en este sentido de acuerdo con TIS Consulting Group (2009) se necesita ser eficientes en el proceso de exportación, debido a que la alfalfa forrajera y sus sub-productos tienen márgenes de utilidad muy reducidos y es el volumen lo que da la ganancia al productor. Sin una estrategia logística eficiente, se vuelve imposible comercializar este tipo de producto a grandes distancia.

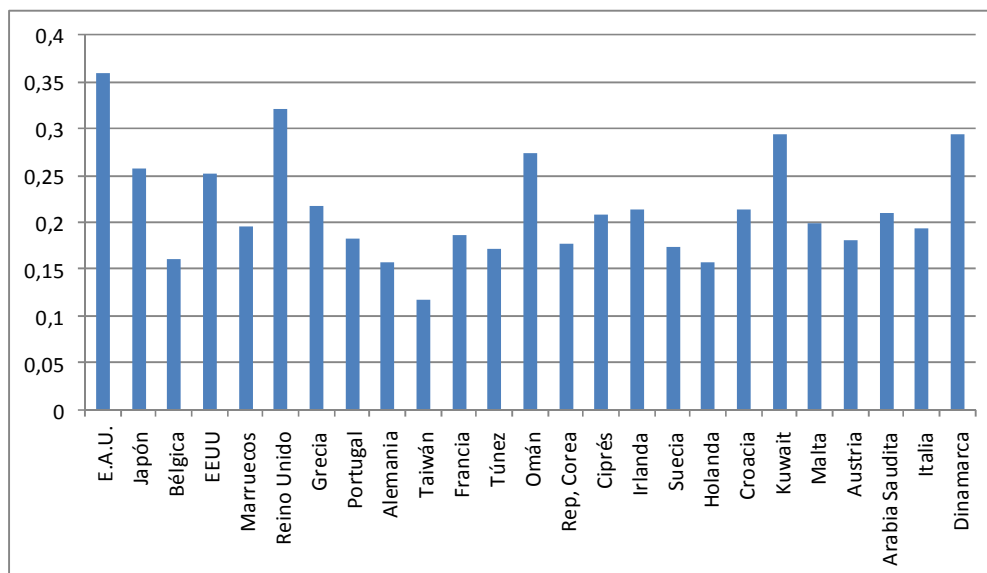
Si analizamos datos de años anteriores, puede verse que E.U.A (Emiratos Árabes Unidos) ocupa el primer lugar como importador, Figura No.1, seguido de Japón y Bélgica, siendo también E.U.A el país que pagó más en el año 2007 por tonelada de este tipo de producto (Figura No. 2).

**Figura No. 1** Importación de pellet y harina de alfalfa a nivel mundial (Ton), año 2007.



Fuente: elaborado por URUGUAY XXI (2011)

**Figura No. 2** Precio de importación de pellet y harina de alfalfa a nivel mundial (US\$/kg), año 2007.



Fuente: elaborado por URUGUAY XXI (2011)

A la hora de enumerar los principales exportadores a nivel mundial (Cuadro No. 2) se observa que en los primeros lugares se ubican Estados Unidos, Francia, Italia, España, Canadá y recientemente Australia.

**Cuadro No. 2** Principales exportadores a nivel mundial de pellet y harina de alfalfa, según año.

2007	2008	2009	2010
España	Italia	USA	España
Italia	España	Francia	USA
Francia	Francia	Australia	Australia
Canadá	USA	Italia	Francia
USA	Australia	España	Italia
Australia	Canadá	Canadá	Canadá
Holanda	Holanda	Egipto	Egipto
Bélgica	Bélgica	EAU	Bélgica
China	China	Bélgica	Holanda
Rep Checa	Egipto	Holanda	EAU

Nota: USA = Estado Unidos

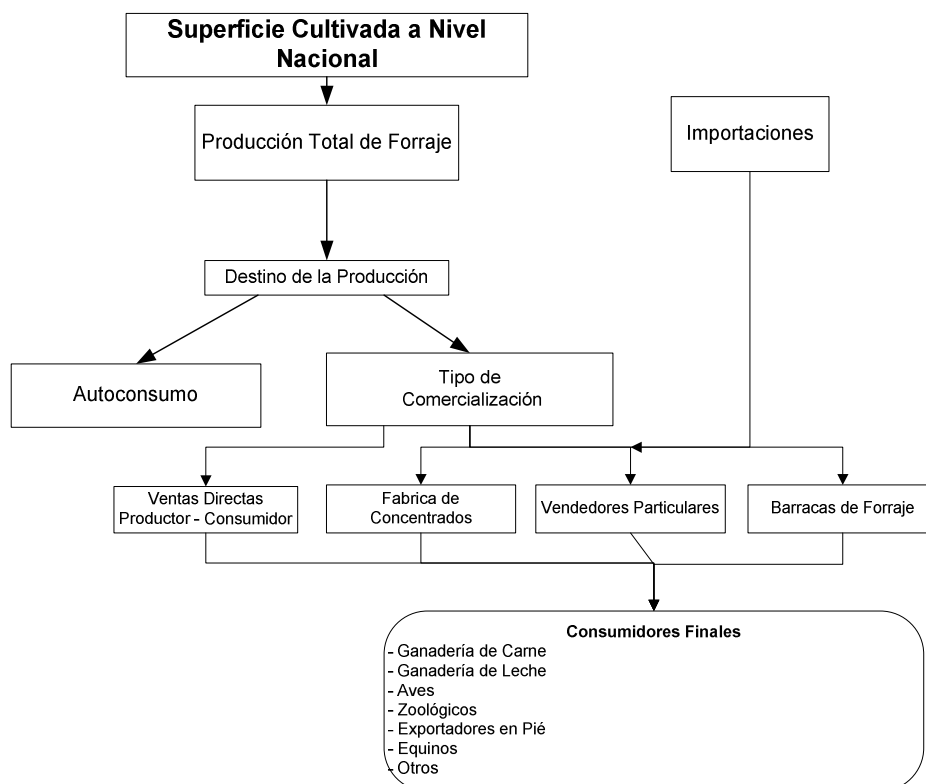
Fuente: elaborado por URUGUAY XXI (2011)

### 3.3.2. Mercado nacional

#### 3.3.2.1. Generalidades de la cadena productiva

En la Figura No. 3 se presenta la estructura simplificada del mercado de la alfalfa en Uruguay. Se puede observar que existe una proporción de alfalfa producida a nivel nacional que se destina a producción de forraje que es usada para consumo interno (consumida directamente por los animales ó en forma de fardos ó ensilaje) y otra proporción es comercializada por diferentes canales en forma de heno principalmente. Los agentes comercializadores además de abastecerse de productos del mercado interno realizan importaciones de productos con mayor elaboración (pellet y harina principalmente) para satisfacer una demanda específica por dichos productos.

**Figura No. 3** Esquema simplificado del mercado de la alfalfa en Uruguay.



Fuente: elaborado por el autor.

De acuerdo con datos de la empresa URUNET, no ha existido en nuestro país exportaciones de alfalfa para ser consumida en otros países, sí existen registros de exportación relacionados con embarques de ganado en pié, con alfalfa en pellet para el consumo de estos animales durante el traslado al país de destino.

### 3.3.2.2. Importancia nacional

La alfalfa a nivel país es la principal especie forrajera utilizada para la confección de reservas de heno de calidad para la comercialización, por lo general como fardos prismáticos. Otros forrajes comercializados que también

son vendidos como fardos o rollos lo constituyen las colas de trilla de cereales, principalmente, y forrajeras.

Como se mencionó, el mercado de alfalfa en Uruguay se caracteriza por no tener canales de comercialización estables, siendo muy afectado por el efecto año en relación al balance hídrico de los suelos.

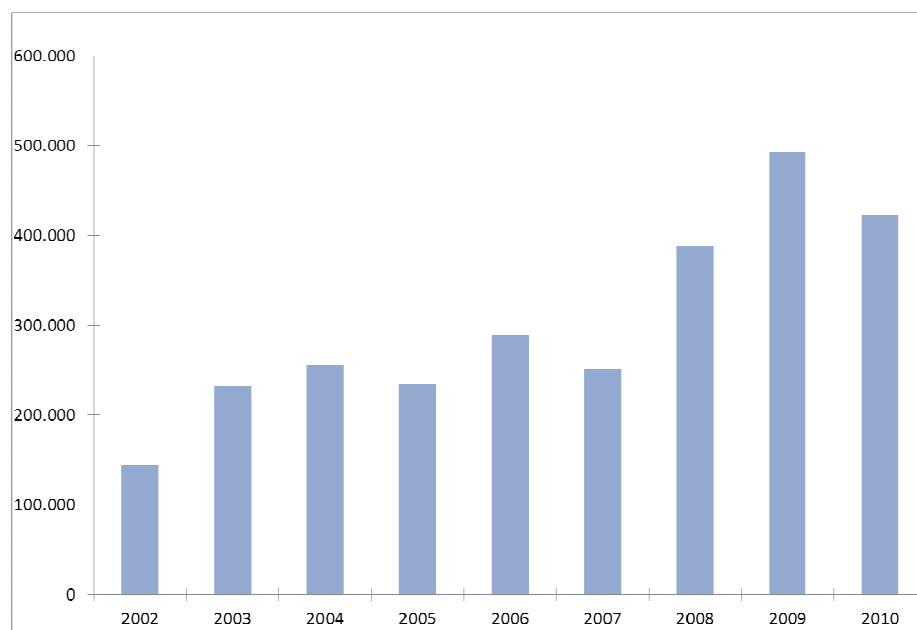
Recientemente ha existido un aumento de interés de productores por incorporar pasturas base alfalfa en sus rotaciones, esto básicamente explicado por los problemas de sobrevivencia de las especies comúnmente utilizadas en las pasturas perennes a causa de las sequías. Existen naturalmente condiciones en que la alfalfa no es posible de ser incorporada a la rotación predial debido principalmente a pH y profundidad del suelo, por lo que muchos establecimientos optan por especies perennes estivales como Lotus.

#### 3.3.2.3. Superficie cultivada a nivel nacional

Al momento de realizar el estudio fueron consideradas diferentes fuentes de información que permitieran, a partir de un procedimiento de trabajo que se detalla mas adelante, estimar la superficie sembrada de alfalfa en nuestro país. En este sentido el Censo General Agropecuario (CGA) que es realizado cada 10 años no aporta datos específicos sobre la siembra de esta forrajera, ya que la superficie ocupada por la misma se incluye dentro del ítem "Pasturas Convencionales", por lo cual es imposible saber a ciencia cierta que superficie es ocupada por esta especie.

Utilizando la información disponible a nivel de nacional, tomando los datos del Instituto Nacional de Semillas del Uruguay (INASE, 2011) es posible estimar la superficie aproximada de alfalfa sembrada en nuestro país. Para realizar estos cálculos se tomaron las declaraciones semestrales realizadas por las empresas semilleristas en el período 2002 – 2010. Esta información se presenta en el Figura No.4

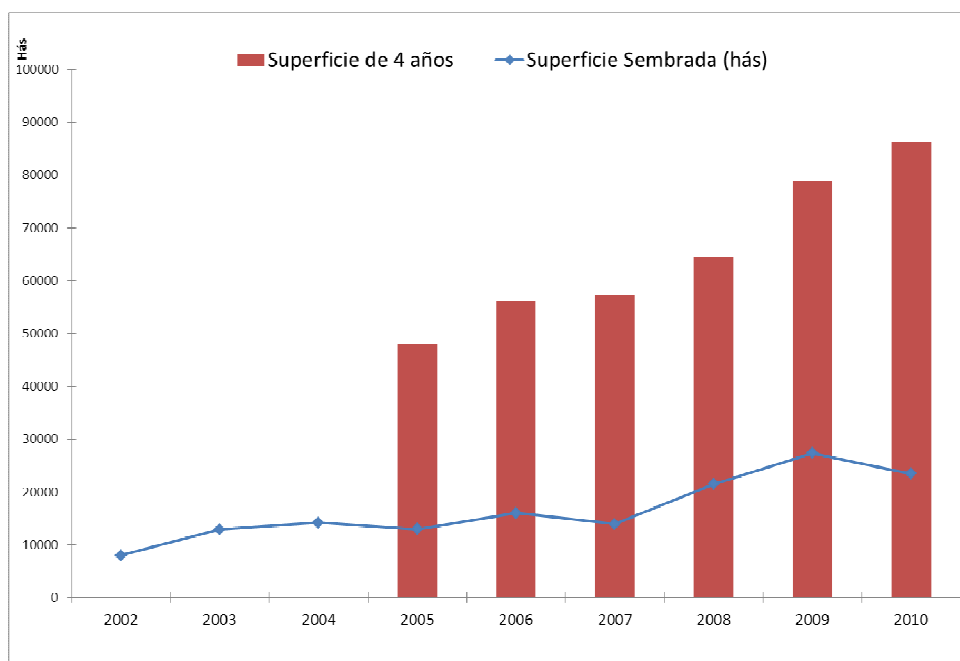
**Figura No. 4** Consumo de semilla de alfalfa (en kilogramos) en el periodo 2002 – 2010, en base a las declaraciones juradas de empresas semilleristas. Fuente: INASE (2011)



Aclaración: Los datos son aportados por las empresas. No todas las empresas han dado cumplimiento a dicha obligación.

En base a los datos del Figura No. 4, se consideró una densidad de siembra de 18 Kg./ha según lo recomendado por Rebuffo (2000), estimándose la superficie potencialmente sembrada. Claramente estos datos poseen limitaciones generadas al momento de considerar el tipo de siembra que realiza el productor, es decir, en línea o al voleo, si realiza un cultivo puro o un cultivo de alfalfa consociada con otras especies ó si ha usado semilla propia (“casera”) generada en sus propios predios o predios de otros productores. Los datos obtenidos de los cálculos antes mencionados se muestran en el Figura No. 5.

**Figura No. 5** Superficie sembrada (teórica) (en hectáreas) de alfalfa (por año) y superficie de cultivos de 4 años (teórica) (en hectáreas). Fuente: elaborado por el autor en base a datos de INASE (2011).



Para calcular esta superficie se tomaron los valores de venta de semillas año a año, los cuales fueron divididos entre la densidad promedio de siembra y considerándose posteriormente como supuesto que cada cultivo de alfalfa tenía una vida útil de 4 años, se sumaron las superficies de los años de los que se tenían datos (2002, 2003, 2004 y 2005) pasando a constituir el año 2005 el primer año con datos de superficie estimada, continuándose de esta manera hasta el año 2010. Como puede apreciarse la superficie de alfalfa calculada por este método crece año a año, hasta lograr un pico en el año 2010 de poco menos de 90 mil hectáreas.

A los efectos de trabajar con datos obtenidos de fuentes de información pública, se tomarán estos como base para la realización de los demás cálculos.

#### 3.3.2.4. Caracterización de los actores

En este punto se describirá brevemente los actores a nivel nacional y departamental vinculados a este tipo de rubro, mencionándose su forma de



participación en el sector, superficie ó volumen comercializado, tipo de productos y momentos.

#### Productores primarios

La alfalfa en el departamento de Canelones es producida principalmente por dos tipos de productores, los cuales denominaremos productores no especializados y productores especializados en el cultivo.

Los primeros se caracterizan por realizar este cultivo en combinación con otros cultivos hortícolas o cerealeros que componen la rotación predial. El destino de esta producción es principalmente el autoconsumo (como forraje en pié ó en forma de productos elaborados: heno o ensilaje) ó la eventual venta en forma de heno (fardos) a otro productor o agentes comercializadores. Por lo general, la superficie predial y la capacidad financiera de este tipo de productor determinan en última instancia el total de superficie sembrada en su establecimiento. El momento de venta varía de acuerdo a la situación particular del año, influyendo la situación forrajera a nivel predial y el mercado, pero por lo general las ventas son realizadas en verano (si existe una demanda por estos productos ó no se posee posibilidades de almacenar la producción) ó en otoño – invierno, cuando la disponibilidad de forraje a nivel nacional en los establecimientos disminuye considerablemente.

El segundo grupo de productores son los que hemos denominado especializados, se caracterizan por poseer una mayor superficie de este cultivo, una mayor mecanización de las tareas con equipos específicos y también estructuras de almacenamientos para la producción hasta lograr precios de venta que permitan un buen resultado económico del negocio.

Existen productores con características comunes a los dos grupos anteriormente mencionados, los que pueden ser denominados como productores con especialización intermedia.

#### Proveedores

A nivel país encontramos empresas dedicadas a venta de insumos para la alimentación animal, ya sea como raciones concentradas (energéticas ó proteicas), siendo muchas de ellas también son elaboradoras de estos productos. La venta y distribución se realiza mediante canales definidos, por lo general vendedores contratados o pertenecientes al departamento comercial de

la misma empresa. La forma usual de pago es una comisión por venta para el vendedor una vez concretado el negocio.

El tipo de empresa a la cual se asocia este tipo de producción son:

- Empresas fabricantes de alimento animal: principalmente bovinos, equinos, suinos y aves.
- Cooperativas de productores.
- Empresas comercializadoras en general.
- Empresas comercializadoras de ganado en pié.
- Otros intermediarios.

### Industrialización y transformación

Hasta el momento no existe una planta de procesamiento de alfalfa para harina o pellet establecida en nuestro país, aunque existen iniciativas recientes que han incursionado en el procesamiento de forrajes como pellet<sup>4</sup>. Se encuentran iniciativas de transformación de este cultivo mediante equipos para la fabricación de fardos extra grandes prismáticos (pacas altamente comprimidas) y cubos de alfalfa (mediante cubeteadora automotriz).<sup>56</sup>

### 3.3.3. Diagnóstico del mercado agroalimentario

#### Introducción

Al momento de caracterizar el mercado agroalimentario podemos ver que el subsector agricultura donde se ubica el mercado de alimentos (de origen vegetal) con destino a la alimentación animal participa casi en la misma proporción que los demás analizados dentro de la producción agropecuaria nacional. En la Figura No. 6 se observa a partir de datos de la DIEA – MGAP el valor (en dólares americanos corrientes) que representa en términos de la Producción Agropecuaria (PA) total del país.

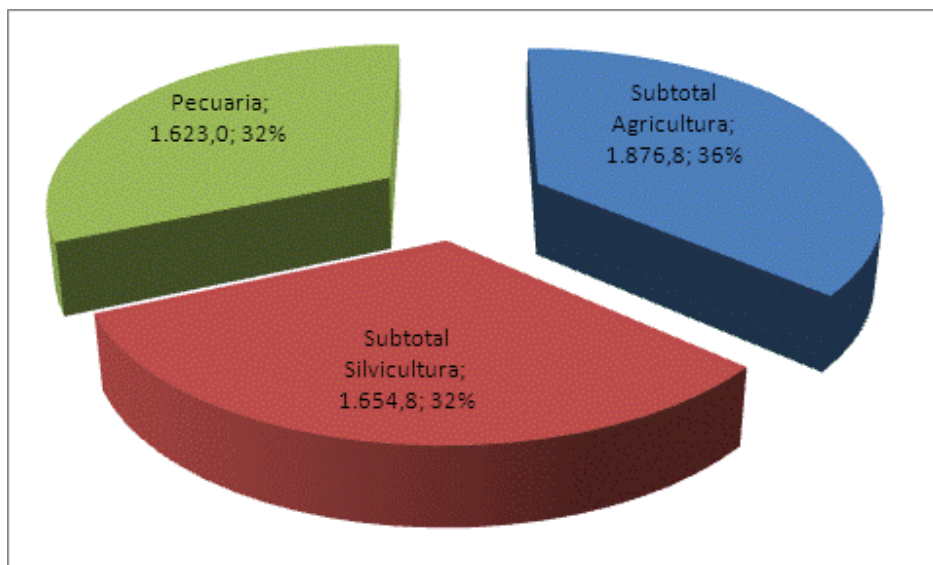
---

<sup>4</sup> Pacheco, M. 2011. Com. personal

<sup>5</sup> Carrasco, C. 2009. Com. personal.

<sup>6</sup> Saldombide, J. 2010. Com. personal.

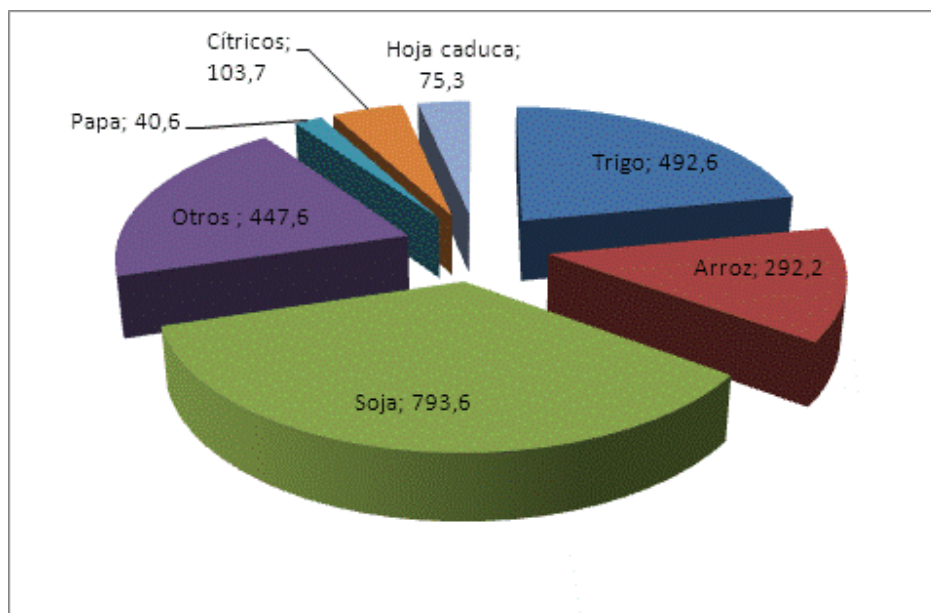
**Figura No. 6** Producción agropecuaria, promedio 2005-2009, según subsector (en millones de dólares americanos corrientes y porcentaje). Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a).



El sector agrícola participa con el 32% de la PA, encontrando diferentes subsectores, con diferente participación de cada uno de ellos, lo cual es presentado en la Figura No. 7.

En la categoría Otros se encuentra el sector en estudio, su participación (estimada), dentro de esta categoría, se presentará en secciones siguientes cuando se analice el sector.

**Figura No. 7** Producción agrícola, según subsector. Promedio 2005-2009. (en millones de dólares americanos corrientes). Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a).



#### Caracterización del mercado agroalimentario

Marichal (1989) afirma que en Uruguay la principal fuente de energía la constituyen los carbohidratos estructurales de los forrajes (pasturas, heno, silos, etc.). Es sabido además que en el área ganadera de carne y leche predomina la alimentación en base a pasturas (naturales y sembradas), estando actualmente en un progresivo aumento la incorporación de granos en los sistemas intensivos y semi-intensivos de producción, hasta el punto de prescindir del consumo directo a campo de forraje, pasando a estar los animales estabulados la mayor parte de su terminación (esquemas de engorde a corral). Naturalmente es muy difícil encontrar un alimento que aporte la totalidad de nutrientes que requiere un animal, obligando a realizar una combinación de distintos productos para realizar una ración completa.

MacDonald (1999) realiza una clasificación de los alimentos para animales en: a) Hierba y cultivos forrajeros; b) Ensilados; c) Heno, forrajes

deshidratados artificialmente, pajas; d) Raíces, tubérculos y subproductos relacionados; e) Granos de cereales y sus subproductos; f) concentrados proteicos. En base a lo anterior, este trabajo se enfocará en los alimentos de origen vegetal, haciendo énfasis en los forrajes deshidratados procesados.

### 3.3.3.1. Análisis de la demanda alimentaria

En este apartado se analiza la demanda por alimentos que ha tenido a nivel animal nuestro país, analizando los productos en consideración, tomando como base la población promedio animal existente actualmente por departamento en los últimos 5 años.

#### Consumo del mercado

Actualmente en nuestro país existen limitadas fuentes de información referida al consumo total de alimentos concentrados y fibrosos en los diferentes rubros. El Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca ha realizado un serie de encuestas a diferentes rubros en diferentes años aportando variada información de los mismos, entre la que se detalla el consumo de alimentos fibrosos y concentrados.

#### Diagnóstico del sector agroalimentario

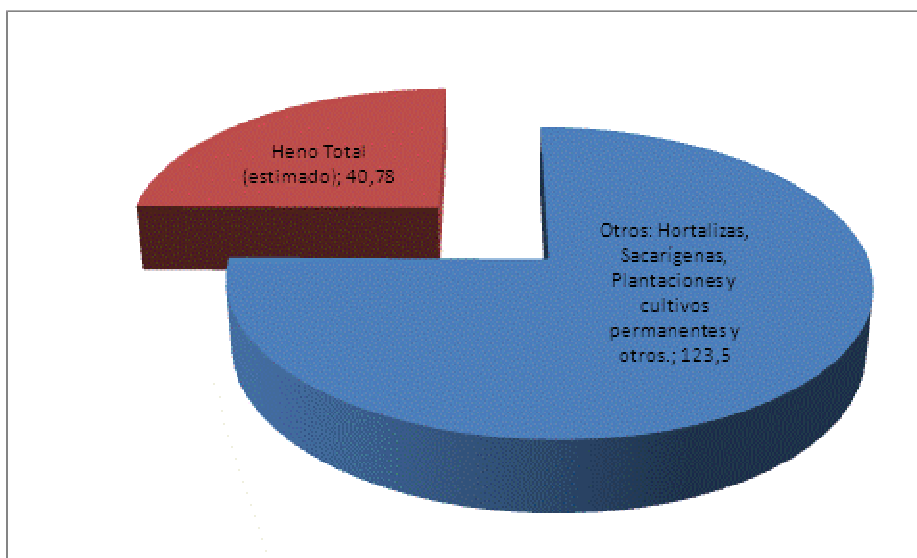
Como fue mencionado, a los efectos de este estudio se llamará sector agroalimentario a los forrajes, por lo que en este punto se analiza la producción que existe en nuestro país de estos cultivos para presentar las tendencias que exhiben en cuanto a su producción.

Estimando el valor de cada componente del subsector Otros, uno de los cuales es el Heno producido en nuestro país, vemos que el mismo representa aproximadamente un cuarto del valor de este subsector, ver Figura No. 8. Es importante mencionar que este valor que es estimado, debiéndose realizar una estimación en base a datos de DIEA ya que no se cuenta con información de este tipo a nivel público en Uruguay<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Ferrari, J. 2011. Com. personal.

**Figura No. 8** Producción agrícola subsector otros, promedio 2005-2009, (en millones de dólares americanos corrientes). Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a).



El peso del subsector Heno es de 40.78 millones de dólares americanos corrientes, representando alrededor del un cuarto del subsector Otros. Si se continúa aumentando el nivel de detalle, desglosando el subsector Heno, en base a estimaciones del autor, podemos estimar que existe una participación muy importante del rubro lechero en la producción agropecuaria de Heno, (Cuadro No.3). Si bien estos datos son estimaciones, es innegable la gran participación del heno en los sistemas de producción lecheros, gran parte del cual es producido en el propio establecimiento. Otro sector importante lo constituye el rubro equino, donde en este caso la participación de alfalfa en la dieta de este tipo de animales ocupa un lugar preponderante.

Como se observa, los datos con los cuales se realizó el estudio no permiten realizar estimaciones precisas, ya que se debieron realizar algunos supuestos en algunos rubros para llegar a los valores que se presentan. Dichos supuestos son, a saber: para el caso del rubro cunícola, se consideró un consumo de 30% del porcentaje de la ración; para el caso del equino, un promedio del 40 % (30% entrenamiento, 80 % competición y 10% otros). Para el caso del rubro suinos, un 5 % en general, menos cerdas de cría que se consideró un 10% del consumo de ración, y finalmente, el rubro avícola, se consideró un 2,5% del consumo de ración.

**Cuadro No. 3** Consumo de heno (toneladas) y valorización (dólares americanos corrientes) en diferentes rubros.

	Toneladas	Observ.	Dólares Americanos (en millones)
Bovinos			
Leche	287941	Heno en general	32,4
Carne	38374	Heno en general	4,3
Conejos	1096	Se supuso que consumen alfalfa en un % de la ración	0,1
Equinos	22523	Ídem.	2,5
Suinos	333	Ídem.	0,0
Aves	12513	Ídem.	1,4
Total	362780	Ídem.	40,8

Fuente: elaborado por el autor en base a URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a), Quintans (2007).

Nota: fue tomado para realizar los cálculos el precio promedio del heno de alfalfa en el periodo 1982-2010, es decir 112,4 dólares americanos por tonelada.

Existe una limitante de relevancia en los valores de consumo de heno presentados en el Cuadro No. 3, debido a que las encuestas e informes en los cuales se basó fueron elaborados para diferentes años, entre el año 2002 y el 2011.

### 3.3.3.2. Demanda del subsector

En base a la información presentada a continuación en este apartado se detallará la demanda de cada subsector ganadero. Para la realización de los cálculos se utilizó información principalmente de la Dirección de Estadísticas Agropecuarias, del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca.

#### Ganado bovino para carne

El consumo de forraje en este subsector fue calculado utilizando como fuente de información la Encuesta Ganadera del año 2001 del MGAP. Los datos muestran un predominio de la suplementación con fardos en establecimientos invernadores, no especificando la especie forrajera que componía el fardo.

A los efectos de estimar la demanda total de heno de este subsector, para llegar a determinar la demanda actual de heno de alfalfa, se tomaron algunos supuestos, a saber: se consideró que un productor invernador poseía el 100% de los animales en engorde, mientras que uno con ciclo completo tenía un 20% de las cabezas en engorde, del total existente en el predio. Posteriormente se utilizaron coeficientes presentados en la Encuesta Ganadera del 2011 en referencia al número de establecimientos que suplementaban y dentro de estos cuales eran los que utilizaban fardos como suplemento. Finalmente se tomó a cada cabeza como una Unidad Ganadera, la cual recibía una suplementación con heno a razón del 0,5% de su Peso Vivo por un periodo de 90 días.

. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro No. 4.

**Cuadro No. 4** Cantidad estimada de heno consumido por parte de productores invernadores de ganado vacuno para carne.

Orientación Productiva	Nº Cabezas	Porcentaje Animales Engorde	Cab. Animales Engorde	% Predio que uso Supl.	% de Predios que Usan Heno	Ton. Heno Usado
Invernador	1526164	100%	1526164	23,2%	40,5%	24521
Ciclo Completo	4310839	20%	862167,8	23,2%	40,5%	13853
<b>Total (Ton)</b>						<b>38374</b>

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2002)

Para calcular la demanda actual de alfalfa, se supuso un consumo por parte de los productores de un 10% de Alfalfa del total de toneladas consumidas (calculadas anteriormente). Este valor es totalmente arbitrario,



tomándose el mismo solo a los efectos de suponer un piso estimado de consumo de este tipo de producto. Podemos decir, por tanto, que el consumo estimado para alfalfa es de un total de 4604 toneladas (considerando un 20% de pérdidas al momento del suministro).

#### Ganado bovino para Leche

El procedimiento para el cálculo del consumo actual para este subsector fue exactamente igual al usado para bovinos para carne, haciendo la salvedad de que al existir mayor volumen de datos para éste sector fue posible conocer y calcular con mayor exactitud el consumo de heno total. Sin embargo, para llegar a un resultado final, se debió tomar como supuesto que la proporción de heno de alfalfa consumida por este rubro ocupa un porcentaje del 30% del consumo total de heno. Finalmente se supuso una utilización por parte de los animales del 80% del heno total suministrado, resultando el consumo de heno de alfalfa con utilización que se muestra en el Cuadro No. 5.

**Cuadro No. 5** Cantidad estimada de heno y heno de alfalfa consumido por parte de productores lecheros (en toneladas).

<b>Heno Producido (Ton)</b>	251263
<b>Heno Comprado (Ton)</b>	36678
<b>Heno Total usado</b>	287941
<b>Uso de heno de Alfalfa (%)</b>	30%
<b>Consumo de heno de Alfalfa (Ton)</b>	86382,3
<b>Consumo de heno de Alfalfa c/ Utiliz (Ton)</b>	103658,76

Fuente: elaborado en base a URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a).

#### Ganado ovino

Para el caso de este rubro, se considero solamente las categorías que pueden ser suplementadas con alfalfa, lo cual naturalmente está determinado por el precio por kilo, y por dicho motivo el estudio se centro en los corderos con destino a faena. Tomando como base los datos de DICOSE, se estimó el consumo de alfalfa de los animales destinados a faena. A los efectos de realizar los cálculos, fue tomado un nivel de consumo de alfalfa del 0,5% del peso vivo, un peso promedio en el periodo de engorde de 27 kilos, un porcentaje de suplementación a nivel país del 10% (1 de cada 10 productores suplementa con

alfalfa) y 90 días de suplementación en la etapa de engorde. Los resultados son mostrados en el Cuadro No. 6.

**Cuadro No. 6** Evolución de la cantidad estimada de heno de alfalfa consumido por parte de corderos para faena.

Año	Corderos	Consumo (%PV)	Peso vivo promedio (kg)	Consumo diario (kg)	% Supl. a nivel nacional	Tiempo supl. (días)	Total Consumo (Ton)
2002	394675	0,5%	27	0,135	10%	90	480
2003	335496	0,5%	27	0,135	10%	90	408
2004	337686	0,5%	27	0,135	10%	90	410
2005	718795	0,5%	27	0,135	10%	90	873
2006	1100917	0,5%	27	0,135	10%	90	1338
2007	860148	0,5%	27	0,135	10%	90	1045
2008	895906	0,5%	27	0,135	10%	90	1089

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a).

Como puede apreciarse y en base a estos supuestos, se estima que el nivel de consumo aumentó a los largos de los años, consecuencia del aumento del número de corderos faenados y el precio por kilo de carne.

#### Equinos

En base a las existencias de equinos mencionadas por Solari (2008), fue calculado el consumo actual de heno por parte de este tipo de animales, considerándose las dietas típicas de los equinos de competición y en entrenamiento, suponiéndose por ultimo que al menos el 10 % de los equinos que se encuentran en el país consumen heno de alfalfa al 1% de su peso vivo. Además para llegar al resultado final se consideró una perdida por suministro del 10% (utilización del 90%). Los resultados se muestran en el Cuadro No. 7.

**Cuadro No. 7** Cantidad estimada de heno de alfalfa consumido por parte equinos.

Equinos	Cabezas	Consumo Estimado (% Peso Vivo)	% Uso Alfalfa en la dieta	Supl. (días/año)	Total Anual Potencial (Ton)
<b>Entrenando</b>	2000	2,00%	30%	365	2190
<b>En competición</b>	1300	2,00%	80%	365	3796
<b>Otros</b>	376700	1,00%	10%	90	1695
<b>Total</b>	380000				7681
<b>Consumo heno c/ utiliz. (Ton)</b>					8449

Se supuso que el 10% de los Equinos en Categoría "Otros" podrían llegar a consumir heno de alfalfa en sus dietas.

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a).

### Suinos

Al igual que para los demás tipos de rubros, fueron tomadas las estadísticas de existencia de suinos divulgadas por el MGAP, para este caso se utilizó la publicación "La Producción de Cerdos en Uruguay, Contribución a su Conocimiento" del año 2003. Fue considerado el consumo de cada categoría y el porcentaje de alfalfa dentro de la ración suministrada. Los cálculos se muestran en el Cuadro No. 8.

**Cuadro No. 8** Cantidad estimada heno de alfalfa molida consumido por parte de suinos según categoría.

	% Inclusión <sup>1</sup>	Nº Cab.	Consumo (%del Peso Vivo)	Peso Promedio (kg)	Supl. (días/año)	Consumo Total (Ton)	Consumo Alfalfa Molida (Ton)
<b>Verracos</b>	5%	3500	3,5%	70	365	3130	156
<b>Cachorros</b>	5%	67200	3,5%	25	180	10584	529
<b>Engorde</b>	5%	39300	3,5%	50	365	25103	1255
<b>Cerdas Cría</b>	10%	40200	3,5%	80	180	20261	2026
		150200					3967

<sup>1</sup>. Porcentaje de inclusión recomendado por la Catedra de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía - UDELAR.

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2003b).

Para este caso no fue tomado en cuenta un porcentaje de pérdida al momento del suministro.

## Aves

En base a los trabajos publicados por en MGAP titulados “Encuesta a Productores de Pollos Parrilleros a Façon Año 2010” y “Encuesta Avícola Año 2002” fueron calculados los consumos estimados de heno de alfalfa como harina incluida en la ración. Los datos aportados por estos trabajos permitieron estimar sobre las toneladas de ración consumidas el porcentaje de alfalfa en la mezcla, los cuales se muestran en el Cuadro No. 9.

**Cuadro No. 9** Cantidad estimada heno de alfalfa molida consumido por parte de aves de postura y pollos parrilleros.

	Consumo Ración (TT)	Ton Inclusión (2,5% de Alfalfa)
Aves Postura	109.263	5463
Pollos Parrilleros	141000	7050
		12513

Fuente: Trenchi (1968), URUGUAY. MGAP. DIEA (2011a)

No fue considerado en los cálculos la pérdida al momento del suministro.

## Conejos

Con respecto al rubro cunicola, fueron tomados datos de existencias aportados por la Dirección de Estadísticas Agropecuarias y posteriormente calculado el consumo de alfalfa en función del porcentaje en la ración de este alimento. Los resultados se muestran en el Cuadro No. 10.

**Cuadro No. 10** Cantidad estimada heno de alfalfa molida consumido por el sector cunícola.

Hembras	Gazapos/madre/año	Consumo promedio diario (kg Ración)	Consumo Total Anual de Ración en (Ton)	% Alfalfa en Ración	Consumo potencial Alfalfa (TT)
12600	20	0,178	818,6	30%	245,6
Gazapos (cab)	Peso Final (kg)	Ef. Conv. (kg Ración/kg Carne)	Consumo Total Anual de Ración en (Ton)	% Alfalfa en Ración	Consumo potencial Alfalfa (TT)
252000	2,5	4,5	2835,0	30%	850,5
<b>Consumo Total Alfalfa (Ton)</b>					<b>1096,1</b>

Fuente: elaborado en base a Quintans (2007).

Para la obtención del valor de consumo total no fue considerado perdida por suministro.

En el Cuadro No. 11 se muestra el resumen del consumo anual estimado de alfalfa en los diferentes rubros, se tomo como base las existencias mencionadas en los informes por rubro analizados en el trabajo y presentados anteriormente. Como puede verse el mayor consumo de este producto es realizado por los vacunos de leche y aves (en este rubro consumido como harina de alfalfa mezclada en la ración).

La superficie requerida de cultivo para cubrir la demanda de cada rubro fue calculada considerando una producción promedio utilizable de siete toneladas por hectárea de cultivo.

La última columna nos muestra el consumo por cabeza por especie, ocupando el primer lugar los vacunos de leche, seguido de los equinos y a continuación los suinos (estos la consumen por lo general mezclada en la ración como harina de alfalfa).

**Cuadro No. 11** Demanda total anual de alfalfa estimada en Uruguay, superficie de alfalfa afectada, stock animal y consumo por cabeza según especie.

Especie	Consumo de Alfalfa (Ton)	Superficie de Alfalfa (Hás)	Stock al momento del estudio (cab)	Consumo Por Cabeza (kg/año)
<b>Bovinos</b>				
Leche	86382	12340,3	724000	119,3
Carne	3837,4	548,2	11950000	0,3
<b>Ovinos (corderos)</b>	1088,5	155,5	895906	1,2
<b>Conejos</b>	1096	156,6	264600	4,1
<b>Equinos</b>	7681	1097,3	525000	14,6
<b>Suinos</b>	3967	566,7	240000	16,5
<b>Aves</b>	12513	1787,6	3851000	3,2
<b>Total</b>	<b>116566</b>	<b>16652,2</b>		

Fuente: elaborado por el autor

Nota: el consumo de alfalfa se basó en datos de existencias de diferentes años según rubro, de acuerdo al año de elaboración del informe.

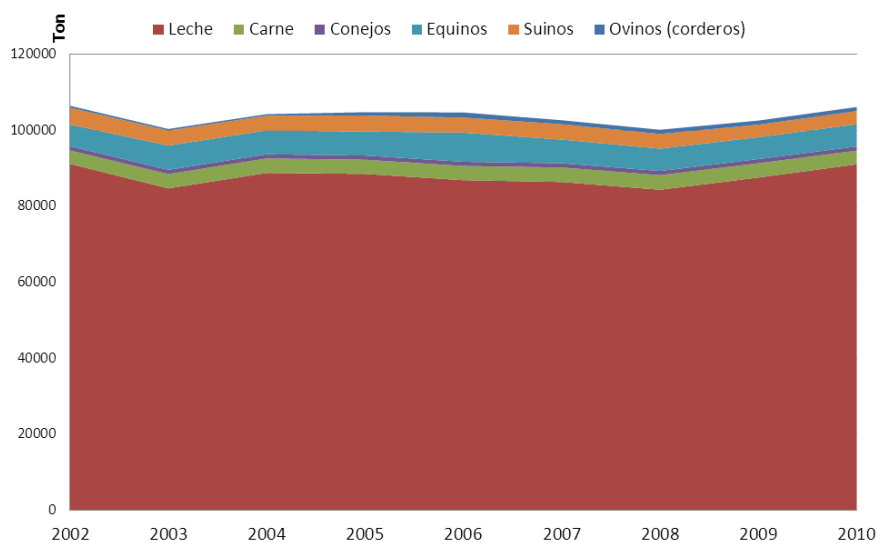
Esta estimación brinda información de relevancia ya que permite encarar estrategias de venta de acuerdo a sectores ó rubros que realizan los mayores consumos de este tipo de producto.

Considerando los datos de consumo promedio en base a los estudios y los cálculos anteriormente mostrados, se realiza a continuación una proyección de la demanda a lo largo del periodo 2002 – 2010. Se tomaron los datos de existencias de cabezas por rubro de los informes antes presentados, obteniendo las existencias de los años faltantes por medio del servicio proporcionado por la FAO (2011).

Se debe mencionar que se presentaron dificultades al momento de calcular el consumo para las aves y conejos, ya que no fue posible obtener el número de individuos de estas especies en la mayoría de los años para el periodo, tomándose el mismo valor para los años faltantes.

Los resultados finales (Figura No. 9) muestran que el mayor volumen estimado lo representarían en orden de importancia: los bovinos de carne, leche, equinos, suinos y finalmente conejos.

**Figura No. 9** Evolución del consumo estimado a nivel nacional de alfalfa en el período 2002 -2010 (en toneladas). Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a).

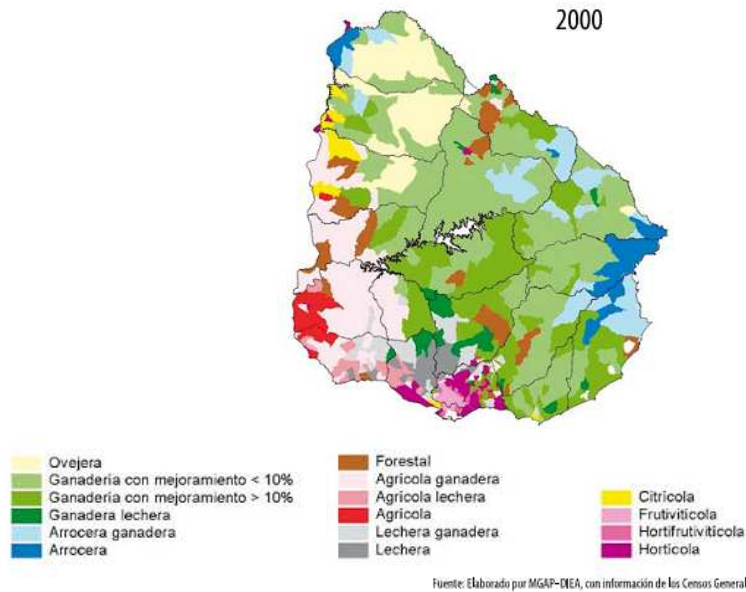


### 3.3.3.3. Centros de consumo a nivel nacional

A la hora de describir los centros de consumo a nivel nacional de este tipo de producto, se podría suponer que el mayor uso se da en zonas con poca superficie sembrada de alfalfa (zonas con suelos ácidos, suelos superficiales con predominancia del rubro bovino: carne, ovino y también leche, en suelos ácidos de Cristalino).

La Figura No. 10 se muestra el tipo de orientación al año 2000 en cada departamento, pudiendo identificarse el tipo de rubro y estimar en base a esto la posible distribución del mercado potencial para este tipo de producto. Los rubros que ofrecen mayor potencial de consumo son el ganadero y el lechero.

**Figura No. 10** Distribución a nivel país de los diferentes rubros existentes. Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a), URUGUAY. MGAP. DIEA (2001b).



Basándose en la Figura No. 10 y a la hora de describir las rutas o destinos de las reservas forrajeras, podemos afirmar que las mismas parten de zonas donde se cultiva alfalfa, es decir, suelos profundos, de buen drenaje y pH adecuado, a zonas de menor aptitud para este cultivo (suelos con restricciones, superficiales y ácidos), lo cual es de importancia a la hora de diseñar una estrategia comercial a nivel nacional, Figura No.11.



**Figura No. 11** “Rutas” estimadas de los productos del subsector.  
Fuente: elaborado por el autor.

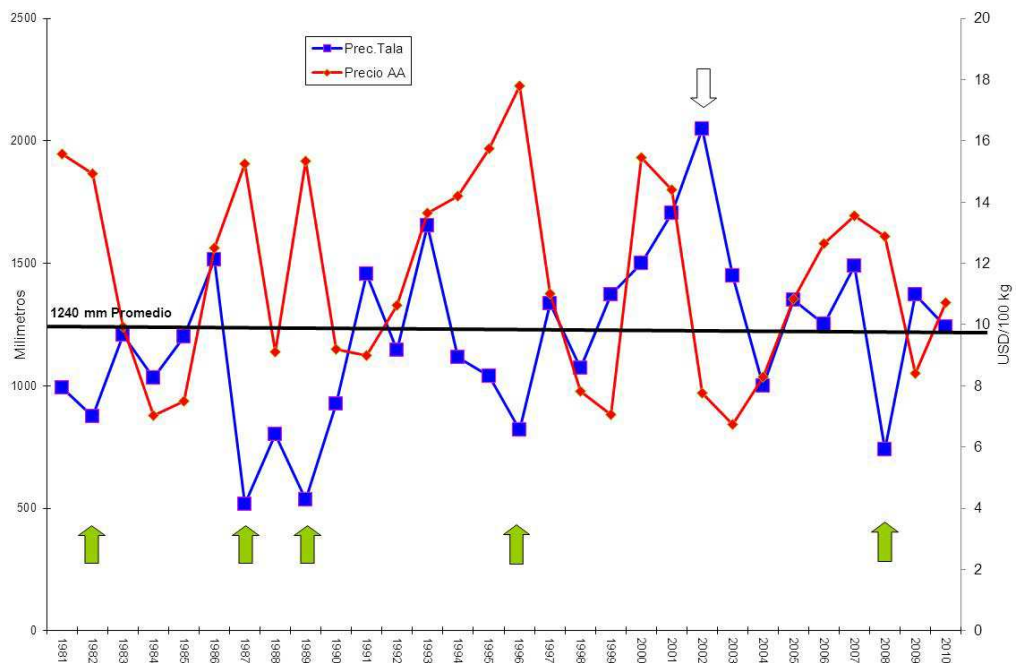


### Análisis de precios históricos

A la hora de realizar un análisis de la evolución del precio de la alfalfa como heno a nivel nacional, se observa que éste se relaciona en determinados momentos, con la situación hídrica de los suelos, ver Figura No. 12. Si son analizadas y comparadas estas variables (usando como indicador las precipitaciones como indicador de situación hídrica de los suelos) para una localidad concreta, en este caso Tala (fue tomada como referencia la ciudad de Tala ya que su área de influencia (considerando la seccional policial) cuenta con la mayor proporción del área del noreste de Canelones) vemos que el coeficiente de correlación entre las variables precio de la alfalfa (en USD/100 Kg.) y Precipitaciones (para Tala, en milímetros) del periodo 1981 – 2010 arroja un valor de 0,29 (valor de  $r^2$  de Persson). Si bien es comparado el precio a nivel

nacional con los datos de precipitaciones de una localidad concreta, este valor “arroja luz” acerca del comportamiento del precio este tipo de productos.

**Figura No. 12** Evolución del precio del heno de alfalfa (precio alfalfa) (en dólares americanos) y precipitaciones (Prec Tala) (en milímetros) en la ciudad de Tala (Canelones). Fuente: elaborado en base a URUGUAY. MGAP. DIEA (2001a), URUGUAY. MDN. DNM (2011).

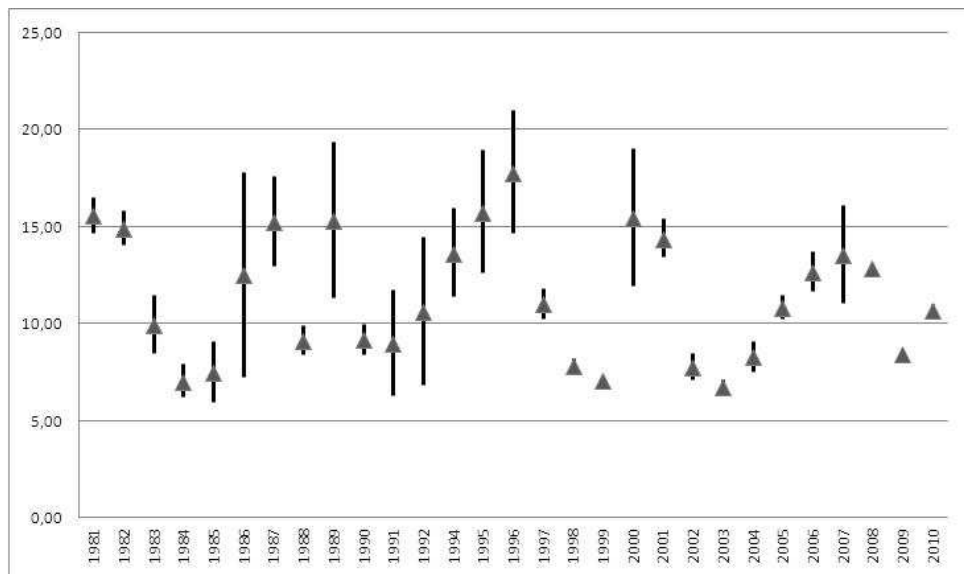


Este valor de correlación es bajo, evidenciando que existe otro tipo de variables que explican, además de ésta, el precio del producto.

En la Figura No. 12, se indica además la media de precipitaciones del periodo para la localidad de referencia (1240 milímetros) y los momentos en que se registraron precipitaciones por debajo de lo normal (flechas en la parte inferior) y por encima (flechas en la parte superior). Observándose un comportamiento inverso entre el precio de la alfalfa (heno) y periodos de déficit hídrico acentuado (sequías), momentos en que el precio del producto supera la media del periodo (11,5 dólares americanos /100 Kg.) mientras que en los restantes momentos el comportamiento del precio obedece a otros factores además de la condición hídrica de los suelos, como fue mencionado mas arriba.

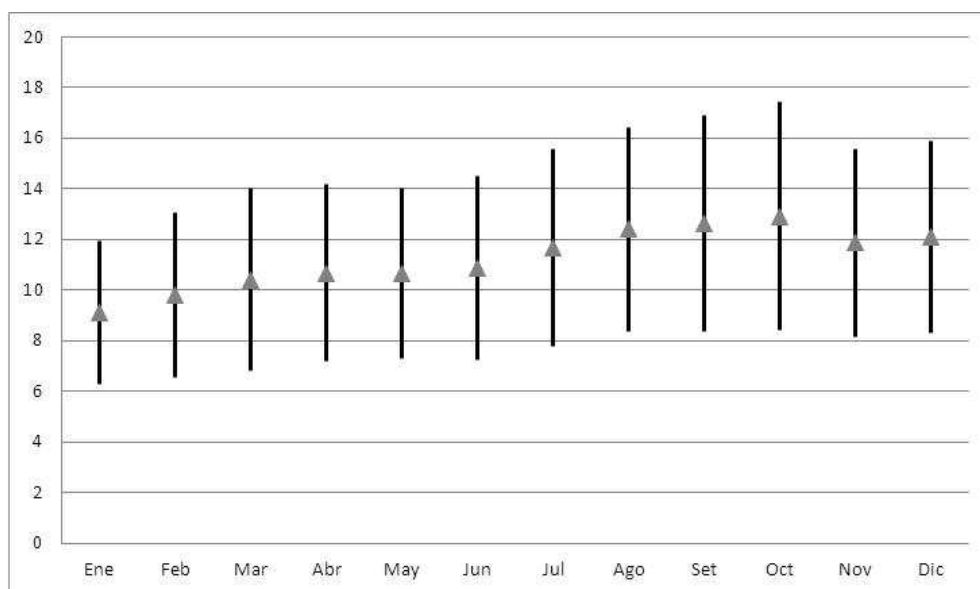
Si es analizada la variabilidad en el periodo 1981 a 2010, vemos que existen años con mayor y menor variabilidad, aunque debe puntualizarse que existen años con menor número de datos Inter-año, lo que influye sobre el coeficiente de variación. Estos años son: 1994, 2000, 2008, 2009 y 2010. Se podría afirmar que existe una tendencia a mayor variabilidad en años anteriores al 1996, con mayor precio por cada 100 kilos de producto. Posteriormente a estos años la variabilidad disminuyó, bajando también los precios por unidad de producto. Esto puede verse en la Figura No. 13.

**Figura No. 13** Evolución del precio por año del heno de alfalfa en el periodo 1981 – 2010 (en dólares americanos /100 Kg.) (incluye: media, máximo y mínimo). Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2011b).



Si se analiza el precio intra-año, ver Figura No.14, puede verse que hay una tendencia a valorizarse más por kilo de producto a fines de invierno y primavera. Lo cual es lógico, ya que con seguridad en este momento del año los stocks de este producto a nivel nacional presenten el menor valor, influyendo sobre el precio. La variabilidad intra-año no presenta gran variación, manteniéndose relativamente constante a lo largo del periodo.

**Figura No. 14** Evolución del precio mensual del heno de Alfalfa en el periodo 1981 - 2010 (en dólares americanos /100 Kg.) (incluye: media, máximo y mínimo). Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2011b).



#### 3.3.3.4. Análisis de la oferta alimentaria

A continuación realizara el estudio de la oferta, analizando tres puntos: productos consumidos, oferta nacional y origen de la oferta exterior.

##### Oferta Actual

En este apartado se presentará el resumen de los diferentes productos consumidos con el objetivo de presentar la oferta actual en nuestro país. Se diferenciará según tipo de producto: heno de alfalfa y otros con mayor elaboración: harina de alfalfa, pellet y cubos.

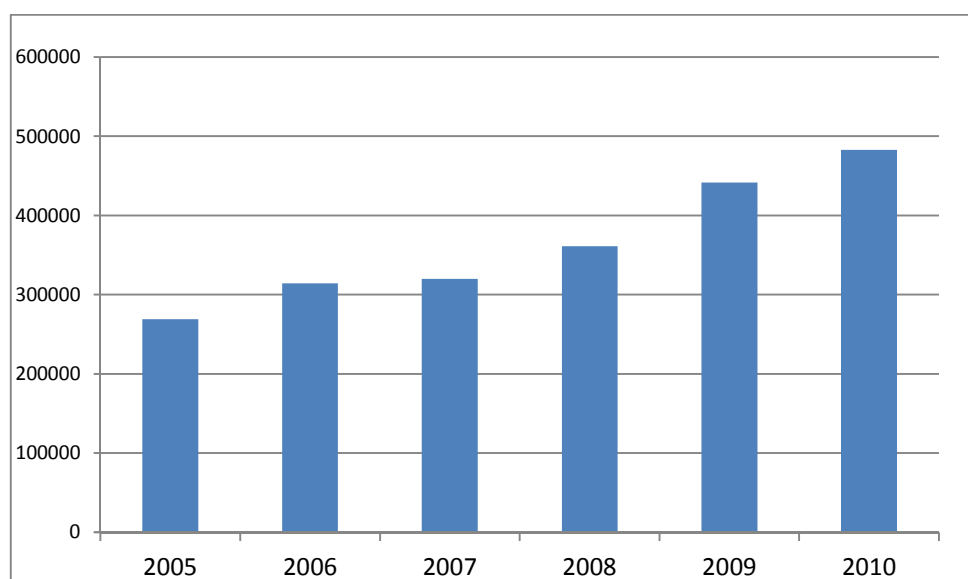
Como se afirmó anteriormente, al momento de analizar la oferta de alfalfa proveniente del país se debe recurrir a los datos de consumo de semilla para estimar la superficie de este cultivo existente a nivel país. La estimación del área sembrada a nivel nacional es de alrededor de 86.000 hectáreas (en esta estimación no se tomo en cuenta el uso de semilla propia y la

comercialización de productor a productor, por tanto, el área sembrada a nivel nacional de este cultivo con seguridad supere la mencionada en este análisis.

La superficie sembrada por año es cercana a las 17.000 hectáreas en promedio, aunque se debe mencionar que desde el año 2008 se ha visto un fuerte incremento, pasando a ser sembradas por año unas 23.000 hectáreas.

Para estimar la producción total, se tomó un rendimiento fijo por hectárea (7 toneladas) calculándose la evolución de materia seca utilizable producida en el periodo 2005 - 2010, considerando una eficiencia del proceso de cosecha de 80%. El valor de la misma se ve en la Figura No. 15.

**Figura No. 15** Producción de forraje de alfalfa a nivel nacional (en toneladas de materia seca) según año. Fuente: INASE (2011).



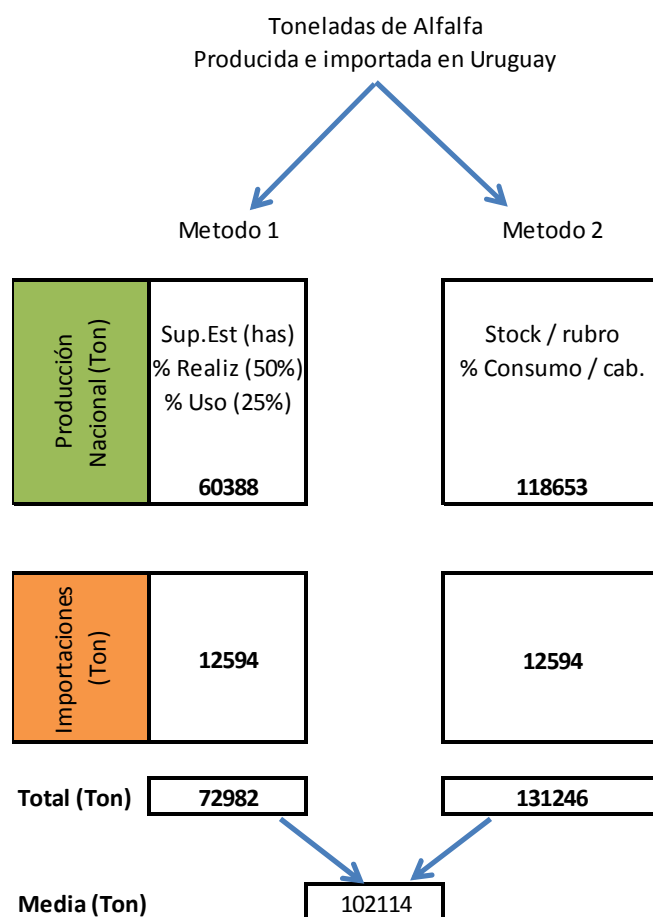
Es importante destacar nuevamente la tendencia creciente de la superficie de alfalfa, lo que seguramente redundará en una mayor disponibilidad de productos derivados de esta especie y también mayor materia prima para un procesamiento futuro.

De acuerdo a las características de las diferentes unidades suelos de nuestro país, es dable esperar que la mayor concentración de éste cultivo se dé al sur y litoral, con seguridad siguiendo en gran medida la distribución de los suelos profundos, con buen drenaje y ausencia de pH ácido.

Lamentablemente no se dispone de datos sobre producción de alfalfa por departamento, aunque se podría estimar una posible distribución de este tipo de producto. En este sentido, podemos decir que los departamentos con una oferta ALTA son: Montevideo, Canelones, San José y Florida. Mientras que, Lavalleja, Maldonado, Flores, Durazno, Rocha, Colonia, Soriano, poseerían una oferta INTERMEDIA y finalmente, se podría inferir que Salto, Artigas, Río Negro, Paysandú, Tacuarembó, Rivera, Cerro Largo y Treinta y Tres, tendrían una oferta BAJA.

Avanzando en el análisis encontramos que existen diferentes métodos posibles de utilizar para conocer en forma aproximada la disponibilidad de este tipo de productos. En este sentido a continuación, en la Figura No.16, se presenta la estimación de la producción a nivel nacional e importación de productos de alfalfa mediante diferentes fuentes de información (ver esquema a continuación).

**Figura No. 16** Estimación de la producción nacional e importación de productos base alfalfa (en base a datos del año 2010). Fuente: URUNET (2011), INASE (2011), URUGUAY. DIEA (2011a), FAO (2011).



Referencias: Sup. Est (has) = superficie estimada en hectáreas; % Realiz.(50%) = porcentaje de realización del 50 por ciento; % de uso: corresponde al porcentaje de uso en el año que se hace del cultivo de alfalfa para la confección de reservas; %Consumo /cab = porcentaje de consumo por cabeza; Ton: toneladas.

Método 1: se baso en la estimación de superficie resultante de la información proporcionada por INASE (2011) referida a la venta de semilla de forrajeras.

Método 2: en este caso se tomó las existencias de las diferentes especies de animales en nuestro país en el año 2010.

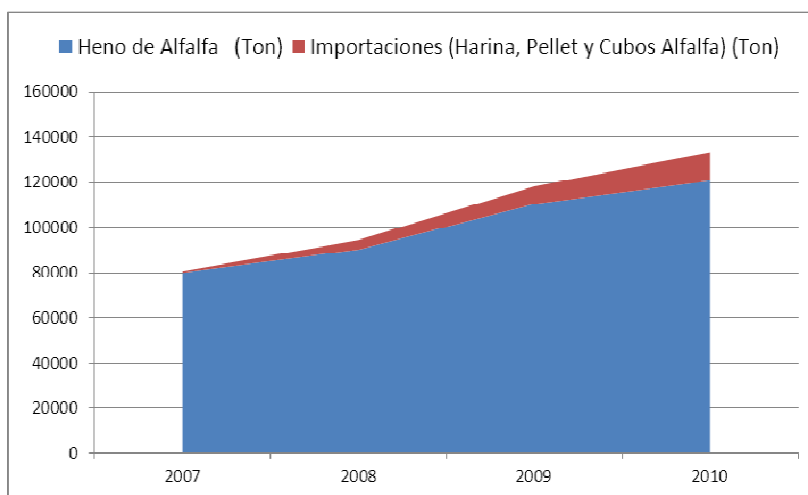
Como puede verse los valores estimados tienen una diferencia de consideración, lo cual debe ser con seguridad consecuencia de los coeficientes usados para realizar las estimaciones, principalmente en el caso del método 1, en lo referido a porcentaje de productores que realizan reservas con la alfalfa y porcentaje de uso, lo que claramente representa una limitante al momento de utilizar esta información con otros fines. Para el método 2, las limitantes al momento de la estimación obedecen a la definición del porcentaje de animales que consumen y su consumo, del universo total de las existencias del país.

Si bien como se dijo la diferencia es importante, se observa que la media entre estos dos valores podría ser considerada como estimación “grosera” de la “disponibilidad” a nivel nacional. Debe aclararse que el valor estimado como producción nacional no necesariamente está disponible en el mercado, ya que como se vio hay un porcentaje muy alto de consumo del heno producido dentro de los establecimientos. Por tanto, estos datos podrían ser usados como estimación de la oferta nacional, teniendo presente sus limitaciones.

Utilizando la información del método 1, adicionándole el valor de las importaciones de productos elaborados base alfalfa a lo largo del periodo 2007-2010, vemos un aumento de la oferta a nivel país (ver Figura No. 17). Si además comparamos estos valores con los datos de stock y de consumo, vemos que los mismos no se corresponden con los datos de superficie estimada, ya que el stock no ha variado y sí lo ha hecho la disponibilidad de alfalfa. Cabe la pena pensar que a nivel país existían antes de las estimaciones una superficie de alfalfa que “permitía” cubrir el consumo del stock ó bien que ha habido una sustitución de alimentos por otros base alfalfa.



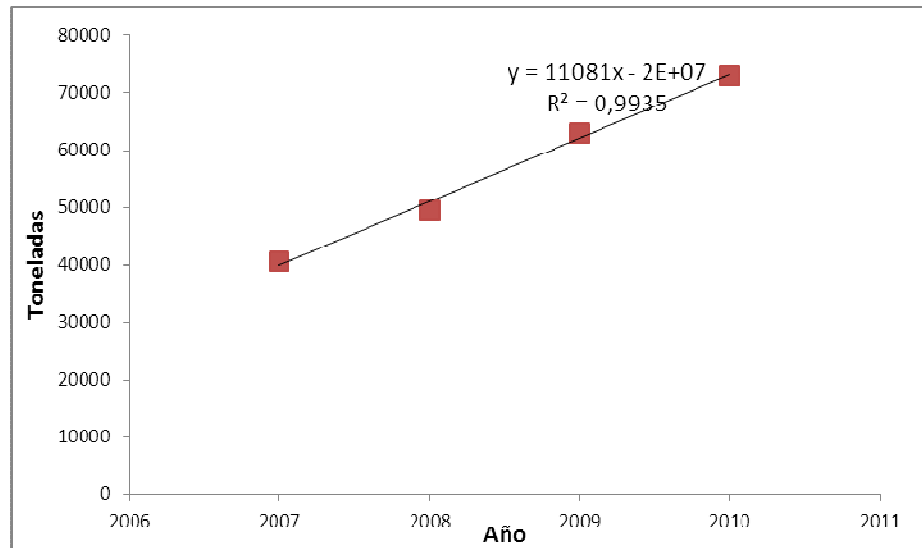
**Figura No. 17** Evolución del consumo total de heno de alfalfa e Importaciones de productos base alfalfa en el período 2007-2010 (en toneladas)  
Fuente: Elaborado por el autor y en base a datos de URUNET (2011), INASE (2011)



#### Oferta potencial

La oferta a nivel país esta conformada por: productos nacionales y por productos importados, estos últimos con un mayor grado de elaboración. Se realizará una proyección a nivel país en base a los datos calculados por el método 1, ver Figura No. 18.

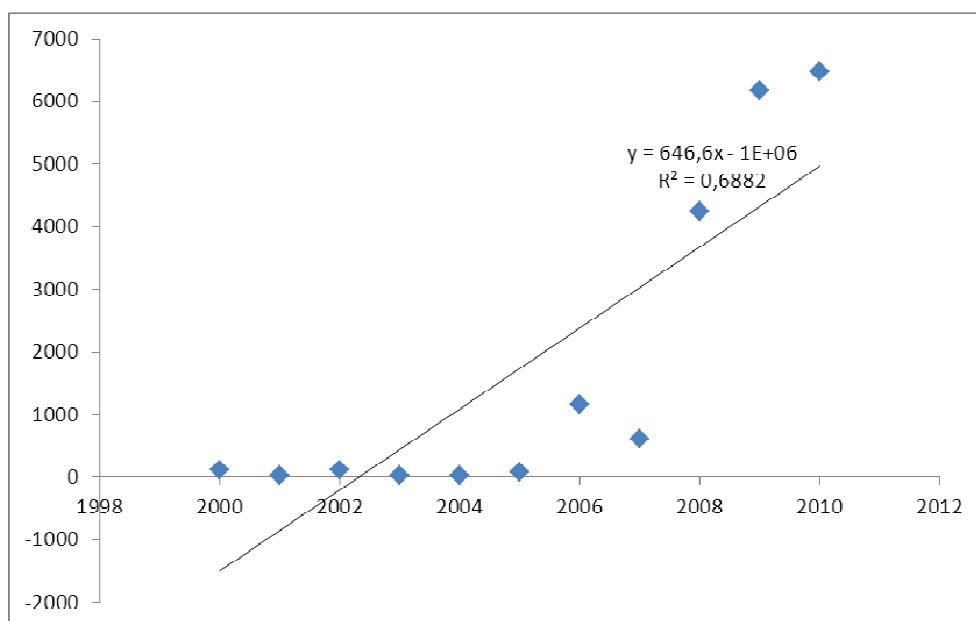
**Figura No. 18.** Evolución de la oferta de alfalfa (heno y otros productos) (estimado) para el período 2007-2010 (en toneladas). Fuente: elaborado por el autor en base a datos de URUNET (2011), INASE (2011).



Mediante el uso de la ecuación de la Figura No. 18 podemos realizar una proyección de la oferta de este tipo de productos a los efectos de calcular la oferta potencial. En este sentido, se puede afirmar que la tendencia de la oferta es creciente, aumentando por año 11081 toneladas a nivel país. Este crecimiento claramente no continuará indefinidamente, ya que existe limitante en la superficie disponible para el cultivo (tipo de suelos y también competencia con otros rubros).

Si analizamos la oferta de productos procesados, por ejemplo harina de alfalfa, pellet y cubos, debemos remitirnos a las importaciones del país (ver Figura No. 19).

**Figura No. 19** Evolución de la oferta de alfalfa (productos importados elaborados) (en toneladas) para el período 2007-2010. Fuente: elaborado por el autor en base a datos de URUNET (2011).



Examinando la Figura No.19 podemos ver que la evolución de las importaciones, de la oferta mediante éstas, es creciente y además es posible utilizar la ecuación de ésta figura (Figura No.19) para estimar la oferta futura. Si realizamos ese ejercicio para el 2015 obtenemos como resultado una importación de 302899 toneladas. Es oportuno mencionar que este valor presenta limitaciones, ya que el número de datos con los que se realizó el cálculo no es significativo, determinando que su coeficiente de correlación sea medio a alto, resultando en una ecuación de la Figura No. 19 que “explica” en poco más de la mitad de las importaciones del país.

Como conclusión se puede afirmar que por diferentes métodos se ha identificado un aumento de la oferta de productos base alfalfa (heno o productos más elaborados), esperándose para un futuro la continuación de una tendencia creciente del volumen de la oferta.

#### Tipo de oferta

En el mercado se aprecian diferentes tipos de agentes, productores primarios y vendedores, distribuidores, barracas de forraje, plantas

elaboradoras de concentrados y exportadores de ganado en pié, principalmente. En esta sección se hará referencia a los potenciales competidores en lo que refiere a productos base alfalfa procesados. Actualmente, en nuestro país no existe una industria establecida para el procesamiento de la alfalfa, por dicho motivo la importación es la forma de introducir este tipo de productos. Si son analizados los agentes importadores para el año 2008, 2009 y 2010 encontramos que su participación es la siguiente, Cuadro No. 12.

**Cuadro No. 12** Empresas importadoras en el 2008, 2009 y 2010 de productos base alfalfa elaborados, en toneladas.

	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
ADRELIN S.A.	58	29	29
AFREMAR S.A.		2177	
ALBINTER S.A.		870	
COPAGRAN	56	49	85
GLADENUR S.A.	145	1229	5866
GRUPAGRO S.A.		86	
MACALIR S.A.		69	
MERCOTECH S.A.	348	30	29
RELSUR S.A.		86	
REMIPLAT S.A.	145	114	
RITON S.A.	2391	1186	
ROVETA PISANO		8	
TABILCO S.A.		29	
TANOKIL S.A.		196	
Almez S.A.			87
RUBADEL S.A.			200
COOP. AGR. SALTO	28		
ESTERO S.A.	28		
MOLINO SAN JOSE S.A.		295	

Fuente: elaborado por el autor en base a datos de URUNET (2011).

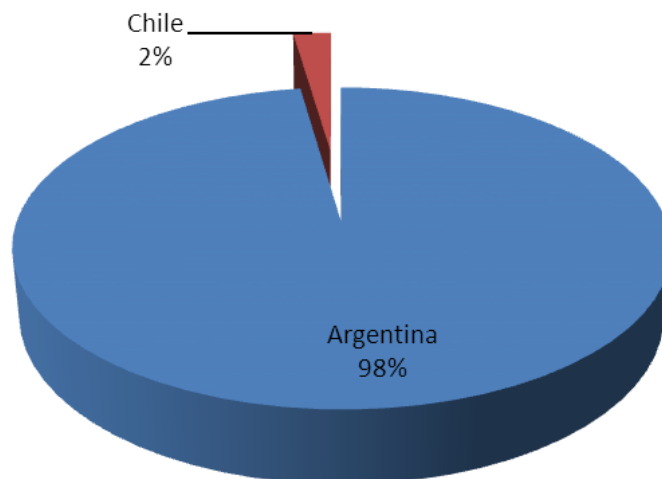
Se observa una mayor atomización de las importaciones de estos productos para el año 2009, menos para el 2008 y aun menos empresas importadoras para el año 2010. Debe tenerse presente que la mayor parte de estas empresas son exportadoras de ganado en pié, siendo la minoría

comercializadoras de estos productos elaborados: barracas de forrajes, fábricas de concentrados y cooperativas.

#### Principales países origen de la oferta (importaciones)

Nuestro país utiliza comúnmente productos elaborados con alfalfa como pellets, harina y cubos originarios principalmente de Argentina, participando en menor medida Chile como país abastecedor. La Figura No. 20 muestra el origen de las importaciones de productos de alfalfa (código armonizado ó posición: 1214100000). El importe total de estas importaciones desde el año 2007 hasta el presente (2010) es de 5.570.000 USD (monto total CIF), con un promedio por tonelada importada de 223 dólares americanos, un mínimo de 143 USD y un máximo de 330 dólares americanos.

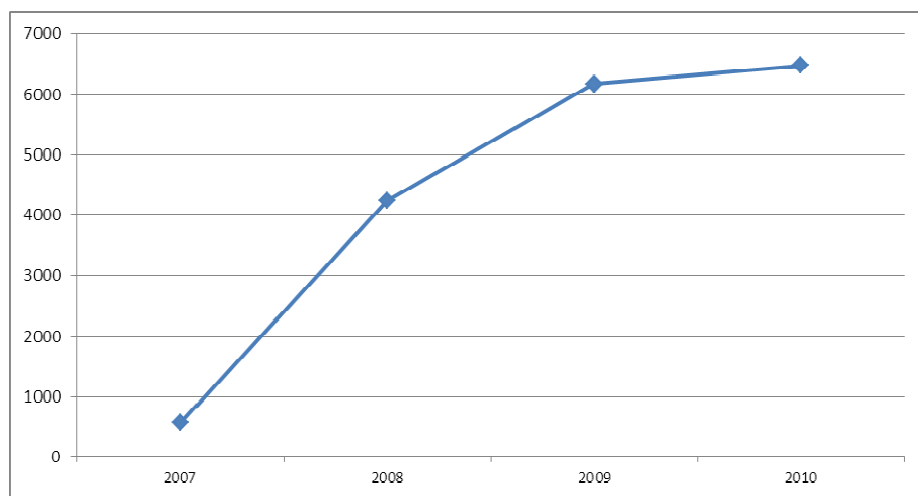
**Figura No. 20** Origen de las importaciones de Uruguay en el período 2007-2010, en porcentaje. Fuente: elaborado por el autor en base a datos de URUNET (2011).



Desde el año 2007 se observa (ver Figura No. 21) como ha ido aumentando en forma constante las importaciones de productos de alfalfa, tal

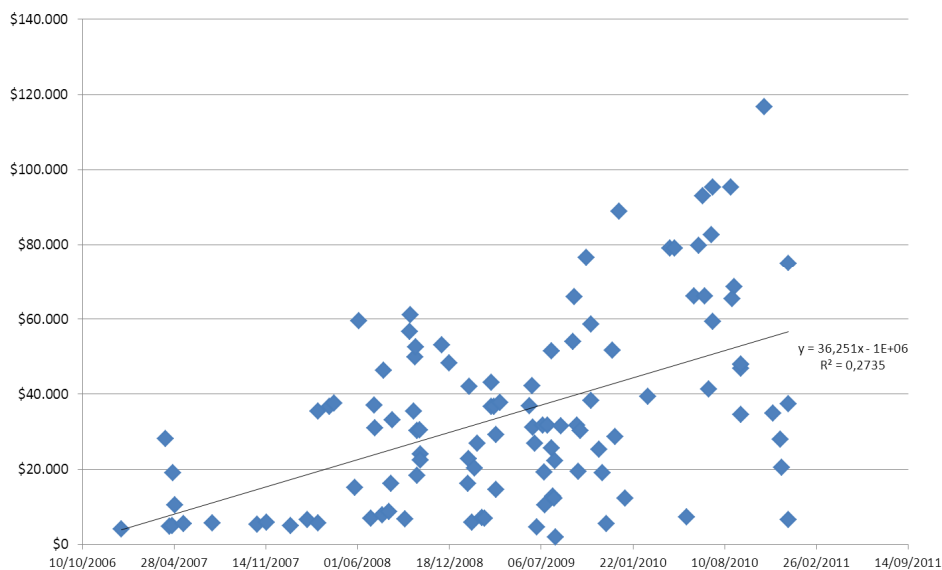
es así que el año 2010 tuvo importaciones por un valor de 6474 toneladas, representando un total de 1.526.576 dólares americanos.

**Figura No. 21** Evolución de las importaciones de productos de alfalfa de Uruguay, período 2007 – 2010 (en toneladas). Fuente: elaborado por el autor en base a datos de URUNET (2011).



Si se realiza una proyección del valor de las importaciones de alfalfa para el año 2015 se puede estimar que las mismas tendrán un valor aproximado de 522.000 dólares americanos. Esto se presenta en la Figura No. 22.

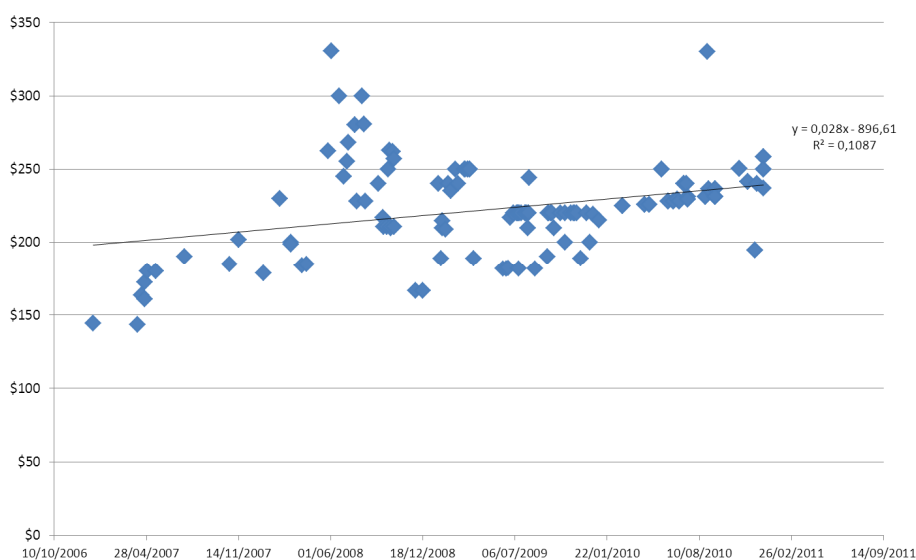
**Figura No. 22** Evolución del monto importado (en dólares americanos) de productos de alfalfa y proyecciones futuras de Uruguay. Fuente: elaborado por el autor en base a datos de URUNET (2011).



Al momento de analizar la tendencia de los precios de los productos a futuro se ajustó una línea de tendencia (usando regresión lineal) para estimar el comportamiento en los próximos años, esto se observa en la Figura No. 23. Puede afirmarse que existe una tendencia al alza de los precios recibidos por estos productos (código armonizado ó posición: 1214100000), con un aumento de precio del orden de un 2,8 % por año.

En este período se observa una tendencia creciente, estimando de acuerdo al ajuste de la recta de regresión lineal que para el año 2015 el precio de este producto llegaría a los 279 dólares americanos por tonelada.

**Figura No. 23** Evolución y proyección del precio de los productos de alfalfa importados por Uruguay, período 2007 – 2010 (en dólares americanos/Tonelada). Fuente: elaborado por el autor en base a datos de URUNET (2011).



#### Estructura del mercado: concentración de la oferta

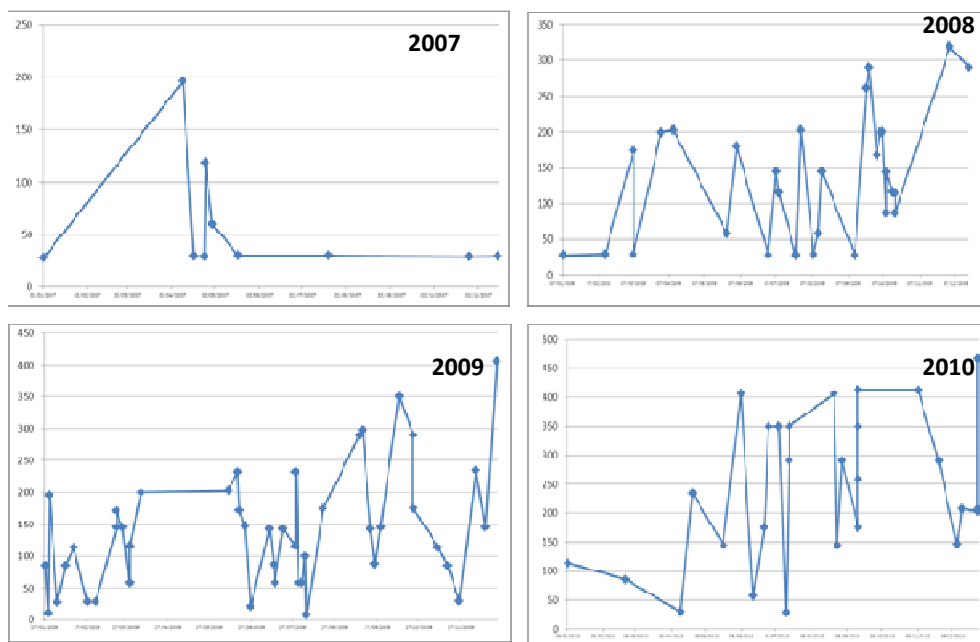
A continuación se analizará la oferta a nivel local y regional.

#### A nivel nacional

A continuación se analizará la distribución de la oferta de productos base alfalfa elaborados (harina, pellet) a lo largo del año (considerándose para tales efectos solamente las importaciones ya que a nivel país no existe producción de este tipo de alimento) y la curva productiva del cultivo en Uruguay. La evolución de las importaciones inter – año desde el 2007 al 2010 se muestran en la Figura No. 24.



**Figura No. 24** Análisis del comportamiento de la oferta de productos elaborados importados base alfalfa en Uruguay. Fuente: en base a URUNET (2011).

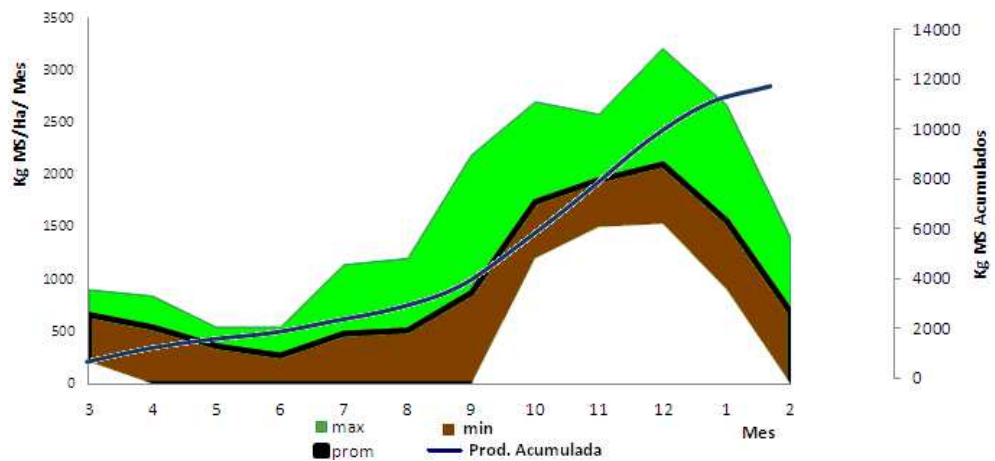


Se observa un comportamiento errático de las importaciones, con una evolución muy variable a lo largo de año, no permitiendo establecer un comportamiento, un patrón que se repita a lo largo de año.

Al momento de analizar las variaciones de la producción intra-año, debemos basarnos en datos que nos ayuden a estimar o realizar un acercamiento de la evolución de la oferta productiva del cultivo, lo cual nos permitiría orientarnos acerca de la tendencia de la oferta de heno a nivel nacional. A continuación se analizarán las características de nuestro país basando en: a) la producción del cultivo y b) la posibilidad de cosecha de la producción en relación a las condiciones climáticas.

En la Figura No. 25 se muestra la evolución de la producción de alfalfa nivel país teniendo en cuenta la variabilidad de la producción del cultivo anualmente.

**Figura No. 25** Análisis de la variabilidad del producción de la alfalfa en Uruguay. Fuente: Díaz Lago (1996).



Como se observa, la variabilidad permanece moderadamente constante a lo largo del año, existiendo sí una mayor producción en los meses de primavera y verano, siendo también esperable que la producción de heno tenga su pico en esta época, determinando una mayor oferta de productos base alfalfa (hasta el momento solo heno en nuestro país).

Analizado a nivel nacional las temperaturas óptimas para cosecha, considerándose una temperatura 18 a 27 o C (TIS Consulting Group, 2009), podemos estimar la oferta de productos base alfalfa. Considerando la Figura No. 26 podemos aseverar que los meses con temperatura óptima para cosecha para nuestro país son:

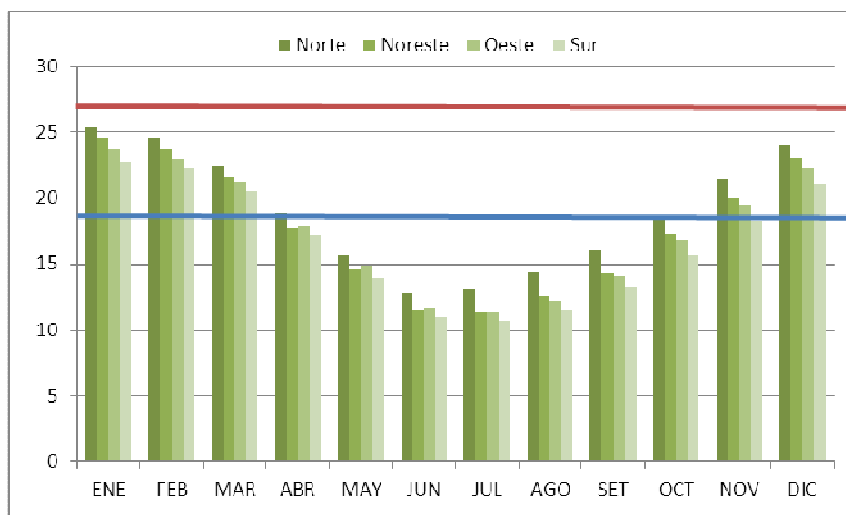
Para el norte: enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre.

Para el noreste: enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre.

Para el oeste: enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre.

Para el sur: enero, febrero, marzo y diciembre.

**Figura No. 26** Temperaturas medias mensuales 4 regiones de Uruguay (Norte, Noreste, Oeste y Sur) en grados Celsius. Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (2011).

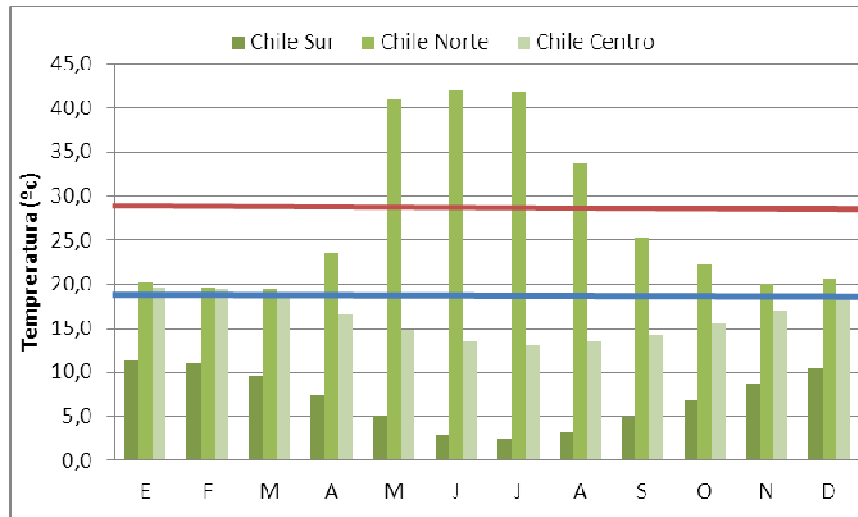


La información presentada anteriormente permite caracterizar la oferta de alfalfa a nivel país, insumo de relevancia para lograr establecer una estrategia de comercialización efectiva.

A nivel sudamericano

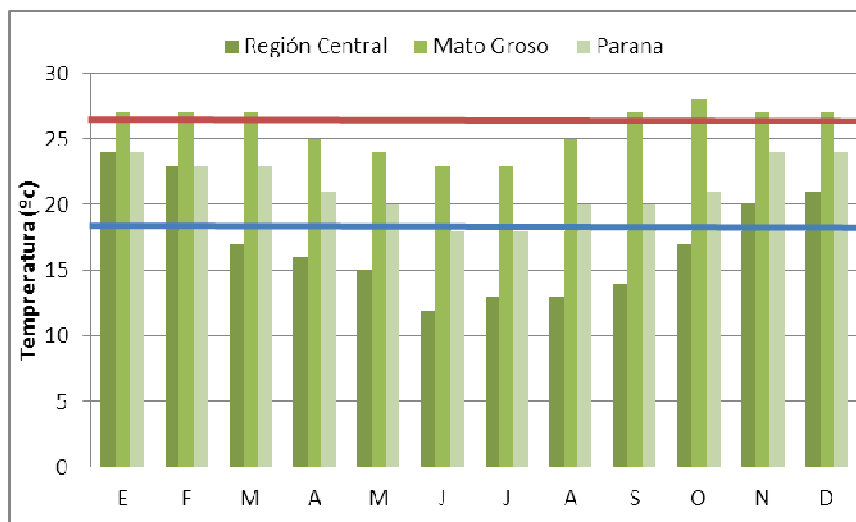
Se analizará la posibilidad de cosecha que poseen los principales productores a nivel del continente sudamericano (Argentina y Chile). En la Figura No. 27 y 28, se observa la temperatura media diaria para las diferentes regiones de los países anteriormente mencionados, posibilitando este análisis una estimación de los posibles competidores a nivel regional. Analizando el caso de Chile, vemos que a nivel de la región Sur no se presentan condiciones para la cosecha y crecimiento del cultivo por bajas temperaturas. La región Norte posee las condiciones óptimas para cosecha en los meses de enero, febrero, marzo, abril y setiembre, octubre, noviembre y diciembre, muy similar a lo que ocurre en nuestro país. En tanto que la región Centro, solamente los meses de enero, febrero, marzo y diciembre poseen condiciones óptimas para cosecha.

**Figura No. 27** Temperaturas medias mensuales 3 regiones de Chile (Centro, Sur y Norte) en grados Celsius. Fuente: UNIVERSIDAD DE CHILE (CHILE) (2011).



Para el caso de la Argentina, analizando 3 regiones, la Región Central, el Mato Grosso y la región del Paraná, vemos que la temperatura para la Región Central presenta temperatura óptima en: enero, febrero, noviembre y diciembre. En el caso de la región del Mato Grosso, los meses con temperatura óptima son abril, mayo, junio, julio y agosto. Finalmente, para la región del Paraná vemos que los meses con temperatura optima son todos menos junio y julio.

**Figura No. 28** Temperaturas medias mensuales 3 regiones de Argentina en grados Celsius. Fuente: en base a Schnepf et al. (2001).



Como se ve ambos países poseen condiciones óptimas para la cosecha del cultivo en épocas similares a las que existen en nuestro país, por dicho motivo debe tenerse en consideración este aspecto a la hora de planificar una estrategia comercial.

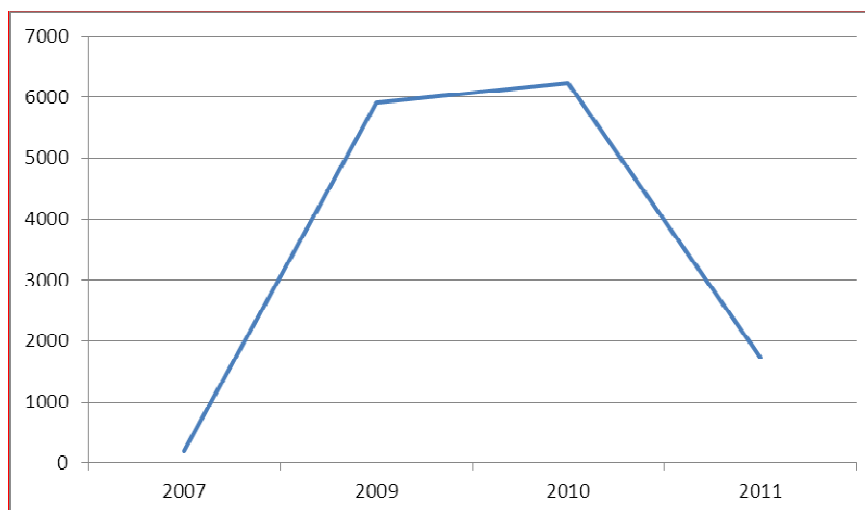
#### Balanza de consumo

Finalmente se realiza un balance de los productos en nuestro país. Como se dijo, Uruguay no posee producción de este tipo de productos, pero en los registros de comercio exterior aparecen exportaciones como resultado de la exportación de ganado en pie y también por venta de concentrado a Argentina, elaborado en base a productos base alfalfa importados.

En las operaciones de venta de ganado en pie, el procedimiento para poder alimentar los animales hasta el mercado de destino es registrar como exportación la alfalfa (pellet principalmente) que se destina como alimento animal, por dicho motivo figuran como que es realizada una exportación de este tipo de alimento. A continuación se detallará la información existente a nivel de comercio internacional referida a estas exportaciones.

Las exportaciones han sido todos los años analizados menos el 2008. En la Figura No. 29 se presenta el volumen total exportado (en toneladas) en el período 2007 -2011.

**Figura No. 29** Exportaciones de productos base alfalfa de Uruguay (en toneladas). Fuente: URUNET (2011).



De acuerdo con la información recabada, estas exportaciones corresponden a la venta de ganado en pié a Turquía, Jordania, Egipto, China y Chile, y en menor medida a la venta de concentrados a Argentina. Las toneladas totales y los valores declarados por tonelada se presentan en el Cuadro No. 13.

**Cuadro No. 13** Destino de las exportaciones de productos base alfalfa de Uruguay.

	Peso Bruto (Toneladas)	Valor / Ton (Dólares americanos)
TURQUIA	1299,5	395
JORDANIA	8536	247,9
EGIPTO	4906,7	390
CHINA	50,7	300
CHILE	32,1	428
ARGENTINA	614	288,8

Fuente: URUNET (2011).

Finalmente, al analizar el resultado de la balanza comercial de nuestro país para este producto, Cuadro No. 14, vemos que en valor superan las

importaciones a las exportaciones, mostrando que la demanda interna de estos productos ha sido abastecida hasta el momento por productos importados.

**Cuadro No. 14** Balanza de comercial de productos base alfalfa de Uruguay.

	Exportaciones		Importaciones		Saldo = Imp - Exp	
	Ton	USD (FOB)	Ton	USD (CIF)	Saldo en Cantidad	Saldo en Valor
2007	205	34882	580	93941	374	59059
2008	4084	1283000	4245	877713	161	-405287
2009	416	262080	6177	1333079	5761	1070999
2010	296	80031	6474	1526576	6178	1446545
2011	32	13748	s/d	s/d	-	-
	5034	1673741	17476	3831309	12474	2171316

Fuente: URUNET (2011), FAO (2011).

#### Comercialización

En el este apartado se presentara brevemente los diferentes puntos concernientes a la comercialización de los productos elaborados base alfalfa.

Antes de describir una posible estrategia comercial se repasará lo mencionado en apartados anteriores referido a las características del mercado de la alfalfa en Uruguay. Como fue expresado, en nuestro país no existe una integración clara entre productores y consumidores, la alfalfa producida a nivel nacional es comercializada a través de fabricas de concentrados, barracas de forraje, intermediarios ó de productor a productor. Si es analizada información proveniente de otros países considerando lo expuesto por TIS Consulting Group (2009) se observa que en Estados Unidos existe un mayor grado de integración entre productores y consumidores, siendo común la integración vertical entre industriales y productores, con un gran nivel de organización comparable con el sector arrocero en nuestro país. En México este mismo autor presenta una

situación similar a la que podemos encontrar en nuestro país, con un predominio de la integración de tipo horizontal, es decir de productor a productor, pasando por un intermediario como nexo que generalmente obtiene una ganancia mayor que la del propio agricultor.

Considerando el objeto de este estudio, pellet de alfalfa y harina de alfalfa, la estrategia a llevar adelante en relación a su distribución difiere de acuerdo al producto. Los productos que son realizados mediante una mayor compresión del material original permiten disminuir el costo de traslado, el costo del flete, permitiendo abarcar mayores distancia con respecto a otros productos que tiene una relación volumen/peso menos favorable. Para estos últimos sería aconsejable incorporarlo en raciones preparadas ó bien trasladarlos a distancias reducidas, ya que su baja densidad hace que el costo del flete por kilo sea elevado.

En nuestro país, como en otros países, el mercado de los alimentos para animales se caracteriza por estar organizado en áreas que podemos llamar segmentos. En el caso de la alfalfa, tomando en consideración lo afirmado por TIS Consulting Group en México (2009) se puede inferir que en Uruguay los productos en base a este cultivo estarán comprendidos en los siguientes segmentos: a) de alimento a granel y fabrica de concentrados; b) alimentación de equinos en general, aves, suinos y alimentos para mascotas, donde la presentación del producto y calidad son importantes, y finalmente, c) segmento con mayor exigencia a nivel de calidad de producto, los cuales por lo general son dirigidos a equinos de competición y otros animales como mascotas ( veterinarias, tiendas virtuales y otros) , es un sector específico donde necesariamente debe estar bien definida la marca, el origen, la presentación y composición nutricional.

Podemos agregar además que la primera diferenciación del mercado se caracteriza por tener una gran sensibilidad a los precios de producto, haciendo que la marca y presentación del producto no tenga mucha importancia. En el segundo caso (b) al igual que tercer caso (c), priorizan mucho la calidad sobre el precio, siendo en este último de relevancia para poder lograr una maximización de los ingresos.

Para lograr hacer efectiva esta estrategia de diferenciación de mercado, es necesario construir una estructura logística que permita reducir al máximo los costos de transporte, llegando con un costo por tonelada competitivo, ya que



el mismo incide en forma importante en productos de este tipo donde los márgenes son acotados.

Profundizando en los aspectos de comercialización, tomando como base el trabajo de TIS Consulting Group en México, podemos sugerir que para el primer y segundo caso (a y b) es conveniente comenzar estableciendo contactos comerciales con las empresas distribuidoras, procesadoras o consumidoras de este tipo de productos, las cuales pueden ser: importadores de productos forrajeros, los grandes mayoristas de forrajes, los grandes establecimientos lecheros y las fábricas de alimentos balanceados.

El segmento de alimentos para mascotas y alimentación animal en pequeña escala puede abarcarse mediante la contratación de un servicio de distribución ó por un servicio de distribución propia, asegurando de llegar en tiempo y forma para abastecer este sector para la venta minorista.

El tercer segmento, el que requiere una mayor interacción con los clientes, es importante conocer como varían los gustos y necesidades para ajustarse a sus necesidades, en cuanto al producto en particular y las necesidades de servicio. La estrategia pasaría por implementar o contratar un número importante de distribuidores, vendedores que abastezcan a este sector.

Finamente debemos agregar otros puntos a considerara al momento de diseñar e implementar una estrategia de comercialización (TIS Consulting Group, 2009), estos son:

- Investigar condiciones de pago y garantías
- Identificar posibles socios comerciales
- Identificar empresas de distribución
- Publicitar en revistas especializadas del sector.
- Participar activamente en ferias agrícolas.
- Diseñar una pagina Web que contenga la información del producto y además establecer un vinculo con los productores agrícolas para asesorarlos respecto al manejo, cantidad a suministrar, etc.
- brindar cursos y capacitación a clientes en todos los aspectos del negocio.

### 3.4. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

#### 3.4.1. Tamaño

No se realizará estudio del tamaño económicamente óptimo de la planta porque en este trabajo se analizará una planta elaboradora de harina y pellet de alfalfa de 2 toneladas por hora, que es la existente en el mercado (ofrecida por empresa Berandebi S.A., de origen argentino).

#### 3.4.2. Localización

En este apartado se tratará la localización más adecuada para la planta en la región del noreste de Canelones.

De acuerdo con Baca Urbina (2006) la localización más adecuada para una nueva unidad de producción debe orientarse hacia los mismos objetivos que el tamaño óptimo, esto es hacia la obtención de la máxima tasa de ganancia, si se trata del inversionista privado y hacia la obtención del costo unitario mínimo, si se considera el problema desde el punto de vista social. Este estudio se centrará en considerar la particularidad de la zona en estudio, analizando la localización del proyecto desde el punto de vista empresarial.

De acuerdo con Betancourt Milán (2001) las fuerzas locacionales definen la ubicación futura del emprendimiento. El Departamento de Comercio de los Estados Unidos define los siguientes factores locacionales básicos:

Localización de las materias primas

Mano de Obra

Terrenos Disponibles

Combustible Industrial

Facilidades de Transporte

Mercado

Facilidades de Distribución

Energía

Agua  
 Condiciones de Vida  
 Estructura tributaria  
 Clima  
 Otros

El procedimiento consiste en definir en primera instancia la macro-localización y finalmente la micro-localización.

En el anexo 1 se presenta el análisis en detalle del procedimiento de cálculo para definir la macro localización enfocando el estudio desde la óptica de las condiciones edáficas y las características de las regiones para los diferentes rubros, presentándose a continuación un resumen de este estudio (detallado en anexo 1). Se muestran las hectáreas potencialmente disponibles para el cultivo de la alfalfa según la unidad de suelo CONEAT, ver Cuadro No. 15.

**Cuadro No. 15** Superficie potencialmente disponible según unidad de suelo CONEAT.

Unidad de Suelo	Grupo CONEAT	Hectáreas
Tala - Rodríguez	9.4;10.8b	16000
San Jacinto	10.8 <sup>a</sup>	0
Chapicuy	9.42;9.41;9.8;9.2;9.6	3120
San Carlos	4.2	2030
Toledo	10.6b;10.6 <sup>a</sup>	0
Ecilda Paulier - Las Brujas	11.10;11.9;9.4;10.8b	2073
Cebollati	3.2;3.31	0
San Ramón	3.41	0
	Total (hectáreas)	23222

Fuente: URUGUAY. MAP (1976), URUGUAY. MGAP. CONEAT (1994), URUGUAY. MGAP. DSA (2002).

Como se observa, en base a la información disponible y las consideraciones y supuestos realizados en este estudio, la superficie potencialmente disponible para este cultivo en el departamento es de 23.222 hectáreas.

A continuación se presenta la definición de la micro-localización de la planta.

#### 3.4.2.1 Micro-localización

##### Localización de las materias primas

Como fue expuesto anteriormente, las necesidades del cultivo determinan en primera instancia la mejor ubicación de la planta procesadora, ya que con esto se asegura una zona apta para desarrollar el cultivo y además, la definición del lugar adecuado desde el punto de vista de la micro-localización determina un menor peso del flete dentro del costo total de la materia prima, así como también otros beneficios.

De acuerdo con Hurtado Rivera (2008), los principales elementos de juicio a considerar para lograr la máxima utilidad y mínimo costo unitario, son:

- La menor suma de costos de transporte de insumos y productos.
- La disponibilidad y costo relativo de los recursos.
- La posición con respecto a factores como terrenos y edificios, tributación y problemas legales, condiciones generales de vida, clima, facilidades administrativas, políticas de descentralización o de centralización, disposición de aguas residuales, olores y ruidos molestos, etc.

En este trabajo se analizará el primer punto, ya que se considera que los restantes poseen un peso relativo menor, aún así, serán tratados a continuación en este mismo apartado.

Hurtado Rivera (2008) afirma que el costo de transporte está en función del peso (P), distancia (D), tarifa (T), es decir:

$$CT_t = P \times D \times T$$

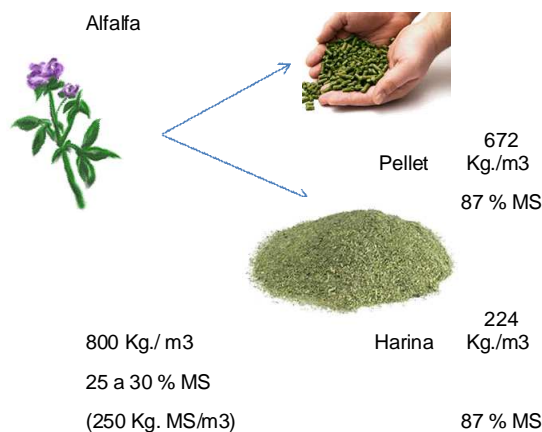
Considerando la formula anterior, debe tender a disminuirse al menos alguno de estos coeficientes para provocar una reducción del costo del

transporte. En el caso de la materia prima cosechada a campo es necesario contar con camiones que puedan transportar un gran volumen de alfalfa picada desde la chacra, ya que este productor posee un elevado volumen por kilo de materia prima.

Los productos a elaborar con respecto a la materia prima para realizarlos presentan características disímiles, los pellet posee una compresión de 1:3 a 1: 2,1 con respecto a la materia prima original, mientras que la harina de alfalfa de 1:1,03 en relación a la alfalfa natural, esto puede verse en la Figura No. 30. Los datos determinan que económicamente es más conveniente el transporte del producto final a grandes distancias en comparación con la materia prima.

El proceso de realización de pellet y harina de alfalfa a partir de la planta, considerando los aumentos en densidad, posee las siguientes características (ver Figura No. 30):

**Figura No. 30** Reducción de la densidad de la materia prima según producto final.(MS=Materia Seca, en %). Fuente: Pfof y Pickering, Göhl, citados por New (1987)



Como puede observarse, los grados de secado y el tipo de procesado determinan variaciones en la densidad del material (producto) final. También es destacable el hecho de que un molido excesivo determina un ángulo de reposo del producto de 45° (ASI Instrument, 2011), determinando una reducción

significativa de la densidad del producto almacenado, llevando a un aumento del costo del transporte (lo cual correspondería al caso de la harina de alfalfa).

#### Mano de obra

La necesidad de mano de obra para la instalación y funcionamiento de la industria de procesamiento de alfalfa no representa una limitante ya que los procesos involucrados son sencillos, existiendo mano de obra disponible y calificada para dichas tareas a nivel del departamento ó en departamentos cercanos (p.e. Montevideo). Para el funcionamiento de todo el proceso (a nivel de campo y planta) es necesario:

- Gerente
- Técnico encargado
- Técnicos de Campo
- Encargado de Planta
- Administrativo
- Operarios de planta

#### Cosecha a campo

- Operarios de tractores
- Operarios de equipo de transporte

#### Terrenos disponibles

A nivel de la zona del noreste de Canelones existe disponibilidad de terrenos en los que se puede instalar un emprendimiento industrial de este tipo, teniendo un costo accesible por hectárea. Por lo tanto este punto no representa una limitante para la instalación de este tipo de industria en la zona de referencia.

#### Combustible industrial

El proceso industrial es llevado adelante mediante el uso de energía eléctrica y combustible (gas oil) estando disponible los dos tipos de elementos a nivel de la zona de Canelones. En el estudio económico se consideró el acceso a energía eléctrica con una potencia requerida para el correcto funcionamiento de la planta.

## Facilidades de transporte

A nivel de la zona en estudio no se observan problemas en referencia a este punto, es posible contar con equipos para carga de esta región así como también de otro departamento, estos equipos son camiones de carga de diferente capacidad de almacenaje.

## Mercado

Como fue mencionado en el estudio de mercado, las particularidades de los pellet, hacen que puedan ser transportado a grandes distancias con un costo menor de flete por unidad de producto, por ende, puede aspirarse a apuntar aún a mercados en regiones alejadas, inclusive en otros países, pudiendo llegar vía marítima y/o terrestre. En el caso de la harina de alfalfa, es necesaria su incorporación en productos elaborados y posteriormente ser procesados en forma de pellet (alimentos balanceados) para valorizar el producto y bajar el costo de transporte del material ya que es conveniente su procesado para aumentar su densidad.

El mercado al cual irá destinada la producción será el interno y el externo, para este ultimo, la cercanía al puerto de Montevideo representa una ventaja comparativa para el proyecto.

## Facilidades de distribución

La ubicación de esta región permite disponer de vías de comunicación terrestres con las principales rutas nacionales. El noreste de Canelones se encuentra en promedio a 20 kilómetros de la ruta No11 que une de manera transversal los departamentos de Colonia, San José y Canelones, conectando con las principales rutas, a saber: ruta No2, Ruta No3, Ruta No5, Ruta No6, Ruta No 8, Ruta No9, Ruta inter balnearia.

## Agua

El proceso de realización de harina de alfalfa y de peletizado no requiere grandes cantidades de agua, ya que la materia prima ingresa a planta con un porcentaje de humedad bajo debiendo incorporarse poca cantidad de agua solamente para la elaboración de pellet. Este recurso no representa una limitante para el proceso industrial.

## Clima

El régimen de precipitaciones del departamento es de 1000 a 1200 milímetros anuales, teniendo una moderada variabilidad intra-anual, las mismas no representarían en principio limitaciones para llevar adelante el proceso industrial en los meses de funcionamiento de la planta. Considerando estas variaciones en las precipitaciones, el proceso primario de producción (producción de alfalfa propiamente dicho) no presentaría limitantes de consideración en el promedio de los años.

Otros: condiciones de vida

La zona del noreste de Canelones presenta variada cantidad de servicios que permiten la radicación sin ningún tipo de inconvenientes de las personas empleadas, estando además la capital del país ubicada a 1,5 horas de esta región.

### 3.2.2.2. Resumen de los puntos analizados y conclusión final

Para realizar un resumen y conclusión final de este apartado, se utilizará el método cualitativo por puntos. Este método consiste en definir los principales factores determinantes de una localización, para asignarles valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se les atribuye (Hurtado Rivera, 2008). La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la localización con mayor puntaje. En los cuadros No 16 y No 17 se presenta este análisis considerando las siguientes posibles ubicaciones:

- A: Tala
- B: Tapia
- C: Villa del Rosario (VR)
- D: San Jacinto (SJ)
- E: Migueles (M)



**Cuadro No. 16** Calificación no ponderada de los factores locacionales.

Factores	Coef. de Ponderación	Calificación no Ponderada				
		Tala	Tapia	VR	SJ	M
1. Localización de las materias primas	10	8	4	8	6	4
2. Mano de Obra	10	8	2	6	6	4
3. Terrenos Disponibles para planta y cultivo	10	8	2	6	6	4
4. Combustible Industrial	10	8	8	8	8	8
5. Facilidades de Transporte	10	8	4	2	4	6
6. Mercado	10	8	3	4	5	5
7. Facilidades de Distribución	10	8	4	2	4	6
8. Agua	10	8	8	8	8	8
9. Clima	10	8	8	8	8	8
10. Otros : Condiciones de Vida	10	8	8	8	8	8

Fuente: elaborado por el autor.

Referencias del Cuadro No. 16

Localización materias primas: No fue posible por parte del autor obtener información acerca de la superficie sembrada de alfalfa, se utilizó la información aportada por el Censo General Agropecuario en referencia a la superficie cultivada por pasturas artificiales como aproximación.

Mano de obra: Fue considerado el número de habitantes en cada zona entre 14 y 64 años como base para considerar el número de potenciales trabajadores (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2001b)

Terrenos disponibles para planta y cultivo: Fue considerado la superficie explotada como base para estimar la superficie de terreno disponible. (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2001b).

Combustible industrial: Se considera que en todas las regiones existe una buena disponibilidad de este insumo.

Mercado: Fue considerado el área de cada zona y el número de rutas en cada área de estudio para calificar el mercado potencial.

Facilidades de distribución: Se tomo como sinónimo de este el ítems Facilidades de Transporte.

Agua: No se encuentran limitantes en ninguna zona en cuanto a la disponibilidad de agua para la planta procesadora.

Clima: Idem ítems anterior.

Otros: condiciones de vida: Idem ítems anterior

Se consideró la siguiente cantidad de rutas nacionales en cada área de estudio, a saber: Tala: 7 rutas; Tapia: 3 rutas; VR: 2 rutas; SJ: 3 rutas; M: 4 rutas.

**Cuadro No. 17** Calificación ponderada de los factores locacionales.

Factores	Coef. de Ponderación	Calificación Ponderada				
		A	B	C	D	E
1. Localización de las materias primas	10	80	40	80	60	40
2. Mano de Obra	10	80	20	60	60	40
3. Terrenos Disponibles	10	80	20	60	60	40
4. Combustible Industrial	10	80	80	80	80	80
5. Facilidades de Transporte	10	80	40	20	40	60
6. Mercado	10	80	30	40	50	50
7. Facilidades de Distribución	10	80	40	20	40	60
8. Agua	10	80	80	80	80	80
9. Clima	10	80	80	80	80	80
10. Otros: Condiciones de Vida	10	80	80	80	80	80
Total	100	800	510	600	630	610

Fuente: elaborado por el autor.

ESCALA DE	
- Muy	8
- Buena	6
- Regular	4
- Malo	2
- Muy	0

PRIORIDAD POR PONDERADO
1. Tala
2. San Jacinto
3. Migués

Como se observa, las mejores condiciones para la instalación de la planta la encontramos, en orden de importancia, en: Tala, San Jacinto y Migués

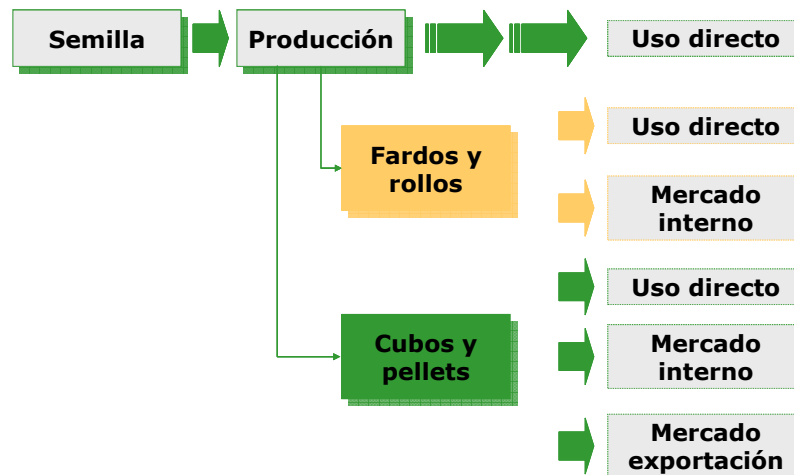
### 3.5. INGENIERÍA DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

#### 3.5.1. Materia prima

La alfalfa (*Medicago sativa*, subfamilia de las Papilionoideas), es una planta perenne, de crecimiento estival con un importante sistema radicular que le otorga reconocida resistencia al déficit hídrico. Es el cultivo forrajero más importante del mundo y un alimento de alta calidad para todo tipo de ganado. En condiciones adecuadas es la leguminosa forrajera más productiva y probablemente haya sido, históricamente, la primera especie forrajera cultivada. La alfalfa es conocida como una planta mejoradora del suelo, tanto entre los pequeños agricultores como en los propietarios de las grandes extensiones. Es una especie melífera y en razón de sus abundantes floraciones a lo largo del año es de gran interés para los apicultores (Suttie, 2003).

La Figura No. 31 describe los diferentes destinos a los cuales se puede orientar la producción de alfalfa, los más comunes lo constituye el uso directo (como pastura “en pié”), los fardos y rollos, y finalmente, como cubos y pellets, todos estos destinados a la alimentación animal.

**Figura No. 31** Cadena de valor de la alfalfa. Fuente: ARGENTINA. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (2006).



#### 3.5.1.1. Manejo para la producción de forraje

En este proyecto se prevé la compra de la materia prima a productores que deseen remitir la producción de alfalfa mediante un acuerdo entre partes. El productor participante deberá implantar el cultivo en su predio y realizar su mantenimiento, como lo son los cuidados anuales necesarios (fertilización, fumigaciones, etc.). El momento de corte, cosecha y traslado a planta para su procesado estará a cargo del equipo de la planta (técnicos y operarios de los equipos de maquinaria). Para decidir el momento de corte se considerará la información generada por la investigación nacional.

#### 3.5.2. Corte

##### 3.5.2.1. Maquinaria de corte e hilerado

Este apartado está basado en el trabajo de Hanson (1980).

La maquinaria más conveniente es aquella que combina alta capacidad de trabajo con buena adaptación a distintas situaciones de rendimiento de forraje, presencia de malezas, tipo de cultivo, etc. Es deseable que la máquina realice un corte neto y sin deshilar, y principalmente que no haga "repicado" del forraje para evitar pérdida de hojas. La andana dejada por la segadora debe ser uniforme en ancho y densidad, y esponjosa y aireada para permitir un

rápido secado. Existen distintos sistemas y máquinas de corte, las que pueden agruparse de la siguiente manera:

- ◆ Segadoras de movimiento alternativo: cortan con secciones de cuchillas triangulares montadas sobre una barra que se desplaza alternativamente (Smith y Delafosse, citados por Romero et al., 1995). Cuando las secciones y contra cuchillas están correctamente afiladas realizan un corte neto y sin repicado que prácticamente no produce pérdidas de material vegetal. Como desventajas se mencionan su baja velocidad de avance, atascamiento en cultivos densos y/o enmalezados, poca adaptación a terrenos desparejos y altos costos de mantenimiento.

- ◆ Segadoras de movimiento rotativo: cortan por sistema de impacto cuya efectividad depende tanto de la velocidad de la cuchilla como de su filo. Dependiendo del tipo de elemento cortante, se dividen en:

- De hélice: constan de dos ejes verticales que poseen en su extremo dos cuchillas "locas" opuestas a 180°. Son máquinas con bajos requerimientos de mantenimiento y de gran capacidad de trabajo aún en cultivos densos, volcados o enmalezados, pero producen un corte deshilachado y pérdidas de pequeños trozos de forraje y caída de hojas por efecto del repicado, especialmente si la alfalfa está en madurez avanzada.

- De tambor: constan de dos rotores con cuchillas "locas" de dos o cuatro filos. Poseen una alta capacidad de trabajo y adaptación a cultivos densos y enmalezados, y realizan un corte de mayor calidad y con menores pérdidas que las máquinas de hélice, aunque no tan neto como las máquinas de movimiento alternativo o las máquinas de discos.

- De discos: poseen pequeñas cuchillas montadas sobre varios discos que giran a alta velocidad accionados por engranajes múltiples. Como desventaja de este sistema se menciona que trabaja con dificultad en alfalfares con malezas de tallos duros y tiene mayores posibilidades de roturas debido a que posee más mecanismos en movimiento.

En base a esta información, se decide el uso de segadoras de discos, ya que su eficiencia de corte es buena, efectúan un corte aceptable, permitiendo un rebrote normal, y además están muy difundidas en nuestro país. En el presente estudio se considerara el uso de segadoras acondicionadoras movidas con tractor, de ancho de corte de 2,4 metros, mas

precisamente la marca BCS (modelo: Rotex R6) de origen Italiano que cuenta con rodillos acondicionadores de goma y regulador de gavillas, ya que su relación costo / funcionalidad es bueno.

#### 3.5.2.2. Altura de corte

La alfalfa presenta marcadas diferencias en el valor nutritivo de las porciones superior e inferior de la planta. La Digestibilidad de la materia seca (DMS), el contenido de carbohidratos no estructurales y el contenido de Proteína Bruta (PB) disminuyen desde el ápice hacia la base de la planta (Bruno et al., citados por Romero et al., 1995).

Desde el punto de vista de la sobrevivencia de las plantas y de la velocidad de rebrote no existen ventajas que justifiquen dejar remanentes de más de 5-7 cm de altura. La decisión dependerá de la calidad del heno que se desea obtener.

Bruno et al., citados por Romero et al. (1995) menciona que a medida que se posterga el corte de la alfalfa hasta el estado de floración, el rendimiento por hectárea aumenta línealmente debido principalmente al incremento en el peso de la fracción tallo, pero esto va asociado a una disminución en la relación hoja/tallo y a cambios en la composición química que determinan un menor valor nutritivo (Sheaffer et al., citados por Romero et al., 1995).

En términos generales, el punto de mayor rendimiento de nutrientes por hectárea para la alfalfa se ubica entre principios y mediados de floración. No obstante, ésta no es una regla fija ya que, por ejemplo, en condiciones que favorecen la caída de hojas (zonas húmedas y/o variedades sin resistencia que favorecen el desarrollo de enfermedades foliares) es necesario hacer cortes más tempranos que en condiciones que favorecen la retención de las hojas (regiones más secas y/o alfalfas resistentes) para lograr similar calidad (Bruno et al., citados por Romero et al., 1995)

#### 3.5.2.3. Hora del día

Cortes en horas de la mañana, luego de disipado el rocío, facilitarán un rápido secado de la andana y minimizarán las pérdidas. Por el contrario, cortes realizados en las últimas horas de la tarde no aprovechan las horas de mayor temperatura e insolación, aumentando las pérdidas por respiración y

alargándose el período de secado (Bruno et al., citados por Romero et al., 1995)

#### 3.5.2.4. Disponibilidad de materia seca

La disponibilidad de forraje en el momento de corte influye de manera indirecta sobre la calidad del heno de alfalfa. Las andanas densas consecuencia de una gran cantidad de materia seca por hectárea demoran más tiempo para secarse, lo que aumenta las pérdidas y el riesgo de exposición a factores climáticos adversos que disminuyen la calidad. Por otro lado andanas poco densas también provocan mayores pérdidas durante la operación de cosecha (Rotz, citado por Romero et al., 1995).

#### 3.5.3. Secado

La deshidratación o secado implica la eliminación de la mayor parte del agua presente en el forraje en el menor tiempo posible, con mínimas pérdidas de materia seca y nutrientes. El objetivo en alfalfa es "secar rápido y retener las hojas". La etapa de secado a campo dura normalmente entre 2 y 4 días, aunque dependiendo de las prácticas de manejo empleadas y de las condiciones climáticas este período puede extenderse desde uno hasta más de 15 días (Collins, Huergo, Rotz y Muck, citados por Romero et al., 1995). A partir del momento de corte, el secado a campo de la alfalfa se lleva a cabo en tres fases (Boden, Mac Donald y Clark, citados por Romero et al., 1995):

- Desde el corte hasta alcanzar un 60 % de humedad: La alfalfa elimina por evaporación el agua depositada en la superficie de la planta (rocío, lluvia) y a través de los estomas el agua contenida en las células exteriores de los tejidos. La desecación en esta fase es rápida y fácil, aún en condiciones atmosféricas desfavorables, siempre que se permita la llegada del aire al forraje. En esta fase pueden realizarse tratamientos mecánicos para acelerar el secado, por ejemplo rastrillado o aireado, sin que se produzcan pérdidas importantes de hojas

- Desde un 60 % hasta un 30 % de humedad: En esta fase el agua necesita moverse por difusión desde las células interiores hacia el exterior para luego evaporarse, al principio a través de los estomas, y luego atravesando la cutícula. Dicha cutícula, de composición serosa, recubre hojas y tallos y constituye una verdadera barrera contra la desecación. La diferente tasa de secado de las hojas y los tallos de alfalfa hace



que por ejemplo, cuando la andana tiene una humedad promedio del 40 % la mayoría de las hojas ya estén cerca del 20 %, lo que las hace quebradizas y muy susceptibles a pérdidas si se aplican tratamientos mecánicos para favorecer el secado.

- Desde un 30 % hasta un 18-20 % de humedad: La pérdida de agua se hace más difícil, requiere más energía y depende en mayor medida de las condiciones atmosféricas. Cualquier tratamiento mecánico aplicado en esta fase provocará una alta pérdida de hojas.

Las pérdidas de materia seca y nutrientes que afectan al heno de alfalfa durante el secado incluyen:

- Pérdidas por respiración
- Pérdidas por lixiviación o lavado de nutrientes, y finalmente
- Pérdidas mecánicas:

Existen procesos que aceleran el secado del forraje, estos son:

**Acondicionado mecánico:** Es un proceso que acelera el deshidratado al hacer pasar el forraje recién cortado entre dos rodillos que rotan en dirección opuesta y a una velocidad mayor que la de avance. En la actualidad la mayoría de los acondicionadores mecánicos van incorporados a la máquina de corte, acelerando el tiempo de secado entre un 30 y 50%. Se debe mencionar que su uso, aún en las mejores condiciones, provoca pérdidas de materia seca del 1 al 5 % (Savoie, Savoie et al., Shinnars et al., Sorenson y Person, citados por Romero et al., 1995), pudiendo ser mayor en alfalfa por las características de la planta (Shinnars et al., citados por Romero et al., 1995).

**Acondicionado químico.** El objetivo de este método es remover o alterar la cutícula serosa mencionada. Consiste en la pulverización sobre el forraje en el momento del corte de sustancias químicas desecantes.

#### 3.5.3.1. Uso de rastrillos

Estos implementos, que pueden ser de tipo estelar, de cabezales rectos

u oblicuos, o de peines giratorios tienen dos usos principales: 1) andanado del forraje y 2) volteo y agrupamiento de andanas formadas para acelerar el secado.

#### 3.5.4. Recolección

Una vez finalizada la etapa de secado a campo, el heno de alfalfa está listo para ser recolectado. Entre los factores que más influyen en esta etapa sobre la calidad final del producto se encuentran:

##### 3.5.4.1. Humedad del forraje

Si el forraje no fue secado adecuadamente y es enfardado con un contenido de humedad superior al nivel crítico de 18-20 % se produce un deterioro en la calidad del heno. El excesivo contenido de humedad favorece la respiración celular y el desarrollo de hongos (por ejemplo *Aspergillus glaucus*) que consumen los carbohidratos de alta calidad del forraje y generan calor a través de su respiración. Además, el desarrollo de hongos *actinomyces* termofílicos como *Micropolyspora faeni* y *Thermoactinomyces* vulgaris, responsables de enfermedades respiratorias, constituyen un riesgo para la salud humana y de los animales (Klinner y Shepperson, citados por Romero et al., 1995). Las temperaturas elevadas que se alcanzan en un heno húmedo también pueden disminuir la digestibilidad de la proteína (polimerización de proteínas, reacción de Maillard).

En el caso de heno enfardado con elevada humedad (más del 30 %) la temperatura generada por el desarrollo de hongos puede alcanzar hasta 70°C, pudiendo llegarse hasta la combustión espontánea del fardo o rollo.

#### 3.5.5. Maquinaria para la cosecha del forraje

A continuación se presentan las diferentes alternativas para la cosecha de forraje

##### 3.5.5.1. Maquinaria para el picado de forraje

A pesar de los diferentes tipos de picadoras que existen en el mercado mundial, las operaciones básicas de cada uno de estos implementos son más o menos similares. El forraje es recogido por un cabezal, ya sea desde andanas (tipo recolector), o de cultivos en pie y transportado mediante los rodillos

alimentadores, hasta el cilindro o volante que los pica en trozos pequeños y variables dependiente de las regulaciones permitidas por la propia máquina.

Una de las primeras clasificaciones posibles de realizar en las máquinas de picado de forrajes es:

Máquinas de picado simultáneo al corte

Este tipo de picadoras poseen un rotor con su eje posicionado horizontalmente y perpendicular al sentido de avance de la máquina, dotado de cuchillas o mayales articulados.

Cabe destacar que el material obtenido con el trabajo presenta un tamaño de partícula excesivamente largo y desinforme, dificultando en gran medida la compactación del material si se piensa realizar silos.

Una vez picado el material por este sistema de cuchillas que permite obtener un tamaño de partícula menor que el de cuchillas curvas, es transportado por un tornillo sin fin hasta la unidad de segundo picado (cuando está presente), que simultáneamente los impulsa a los vagones forrajeros.

Máquinas que realizan el picado posterior al corte o recolección del forraje.

Las máquinas que realizan el corte o recolección y picado en operaciones separadas cuentan con un cabezal específico para cada cultivo, una unidad de picado y otra de expulsión o soplado.

Dentro de las máquinas que realizan el picado posterior al corte se puede establecer la siguiente clasificación:

- Picadoras con cuchillas radiales: de volante

En estas picadoras la orientación del eje de rotación de las cuchillas es paralela a la entrada del material, el cilindro que soporta y acciona las cuchillas es de gran diámetro y de ancho reducido. Como desventaja de estas picadoras, se puede mencionar la menor capacidad de picado con respecto a las del cilindro, menor prolijidad en el corte y menor eficiencia en el uso de la potencia del tractor. Se debe agregar además que cuando se encuentran con alguna limitante en el soplado o impulsado del forraje, esto repercute también en el picado, ya que son ejercidos por el mismo rotor.

- Picadoras con cuchillas superficiales: de cilindro

El número de cuchillas con que cuentan depende principalmente del diámetro del cilindro, con una inclinación de las mismas respecto del eje de rotación de entre 8° y 20°, para hacer más eficiente el aprovechamiento de la potencia y agilizar el flujo del material.

Encontramos cilindros con cuchillas divididas en diferentes sectores, de sección continua y, finalmente, en “V”, las ventajas e inconvenientes de cada tipo están relacionados al costo de cada sección de cuchillas y la facilidad y practicidad al reparar el equipo.

Algunas máquinas picadoras realizan el picado y expulsión del material en una sola operación, en tanto que otras necesitan un mecanismo complementario para la elevación del forraje hasta la unidad de acarreo.

Según estas características las máquinas se pueden clasificar de la siguiente manera:

#### Cosechadoras de corte y lanzamiento

Las máquinas de corte y lanzamiento, utilizan cuchillas giratorias y una contra-cuchilla para cortar el forraje en partículas del tamaño deseado. Las cuchillas giratorias cumplen la doble función de cortar el forraje e impulsarlo hacia los vagones o camiones de acarreo. El forraje se corta entre las cuchillas giratorias y la contra-cuchilla a medida que es alimentado por los rodillos que cumplen esa función. Cabe aclarar que las máquinas de corte y lanzamiento pueden ser las de volante o rotor picador, y que una de las desventajas que presentan es que, ante un inconveniente en el soplado, se ve resentida la calidad del picado, además de que por su disposición, los rodillos alimentadores no pueden sujetar correctamente el material, lo que se traduce en un picado desparejo del forraje.

#### Cosechadoras de corte y soplado

Este tipo de máquinas también utilizan un sistema de corte con cuchillas y contra-cuchillas, dispuestas en forma perpendicular al sentido de alimentación de la máquina, que posibilita regular el largo de picado, variando la velocidad de los rodillos alimentadores.

Una vez que el material fue picado pasa directamente o con la ayuda de un tornillo sin-fin de gran paso, al mecanismo de impulsión o soplado, que posibilita la carga del mismo a los acoplados de transporte (vagones forrajeros). Otra ventaja de este sistema independiente, es que la velocidad del soplador o impulsor de forraje puede ser variado mediante un sistema de intercambio de poleas, con una mayor eficiencia en la expulsión del forraje y menor consumo de potencia en la operación de expulsión.

#### 3.5.5.2. Clasificación de las picadoras según su accionamiento

##### Montada

Son eficientes en el uso de la potencia, ya que no consumen energía en el arrastre, pudiendo utilizar tractores pequeños para su accionamiento.

Además, al estar montadas en la parte trasera del tractor, mejoran la tracción permitiendo remolcar más eficientemente a los carros forrajeros, en el caso que estos se encuentren enganchados en el mismo equipo de trabajo. El inconveniente principal para la adopción de este tipo de máquinas, radica en la baja capacidad de trabajo, ya que poseen un ancho de recolección reducido y un sistema de picado de baja capacidad.

##### De arrastre

Este tipo de máquinas resultan mucho más versátiles que las anteriores debido a que se les puede adaptar cualquier tipo de cabezal, los cuales pueden ser:

- Cabezal de corte directo para picado y suministro de pasturas en forma directa.

- Cabezal recolector de andanas para silajes de pasturas con un oreado previo y porcentajes de humedad del forraje que varían entre el 65% y el 75%.

- Cabezales en hileras para picado de cultivos en hileras como maíz o sorgo, que pueden variar en número de una a tres hileras.

##### Autopropulsada

En estas picadoras (como en todas las descritas anteriormente), se

pueden identificar algunas partes de funcionamiento básico:

- Cabezales
- Sistema de alimentación
- Sistema de picado
- Expulsión o soplado del forraje

Independientemente de los diferentes diseños que muestran la picadoras autopropulsadas, siempre se debe buscar un flujo continuo del material por los diferentes componentes de la picadora.

Podemos encontrar diferentes tipos de cabezales para la cosecha del forraje

- Cabezal de corte directo
- Cabezal recolector de pasturas andanadas
- Otros

Se profundizará en los dos primeros

Cabezal de corte directo

Es utilizado principalmente cuando se desea hacer suministro directo del forraje con picadoras autopropulsadas, dada la necesidad de realizar un pre-oreado en la confección del silaje de pasturas.

Este tipo de cabezal se utiliza para el trabajo con pasturas, cuenta por lo general con un molinete captador que alimenta a una barra de corte alternativa, y en los modelos mas modernos mediante discos con cuchillas cortas, las cuales entregan el forraje al sinfín y de allí a los rodillos alimentadores del rotor picador.

Cabezal recolector de pasturas andanadas

Estos cabezales poseen un recolector con dedos de acero y un sistema de copiado de altura similar al de las rotoenfardadoras, que recogen el material previamente cortado, acondicionado e hilerado, para entregarlo al sinfín y de allí a los rodillos alimentadores.

Es conveniente que el diámetro de este recolector sea reducido para facilitar un ingreso más fluido del material, disminuyendo el desprendimiento de hojas del material a picar. Este tipo de recolector se aprecia en la Figura No. 32.

**Figura No. 32** Esquema de cabezal de recolección de pasturas pre oreadas, con cilindro acompañador del ingreso del material levantado por los dientes de recolección y un sinfín de alimentación con dedos retráctiles en el centro. Fuente: Bragachini et al. (1995)



Como conclusión en referencia a los diferentes tipos de equipos para la cosecha a los efectos de este trabajo, se recomienda para disminuir los costos de cosecha y pre-procesado del forraje las máquinas que realizan el picado posterior al corte del forraje, pudiendo seleccionar diferentes tipos de forma de expulsar el forraje (corte y soplado, ó corte y lanzamiento), diferentes formas de accionamiento: montada, de arrastre o autopropulsada, seleccionado sí un cabezal recolector de pasturas andanadas. De acuerdo con los costos, como se verá mas adelante, fueron considerados para el estudio equipos de arrastre, movidos mediante uso de tractor, los que efectúan un pre-procesado de la materia prima, tomando la alfalfa desde la hilera.

### 3.5.6. Transporte de la materia prima hasta la planta de procesado

Para el transporte del forraje desde el área de cultivo hasta la planta de procesado puede ser usada un camión semirremolque, vagón forrajero o mediante fardos de forraje. Puede ser cortado directamente en el campo y trasladado a un vagón; cortado y pre-marchitado y posteriormente levantado, picado y transportado en un vagón forrajero o camión; o puede ser henificado en rollos para posteriormente ser transportado a la planta de acopio. A continuación se presenta el detalle de las alternativas posibles de aplicar a la materia prima

para su pasaje del campo a la planta procesadora, para finalmente realizar la selección de las mas conveniente para este emprendimiento.

Fueron consideradas para realizar los cálculos las siguientes densidades de forraje, expresado en kilogramos por metro cúbico.

Forraje cortado con segadora con acondicionador, rastrillado y enfardado en rollos.

Materia Seca: 80 %

Forraje cortado con segadora con acondicionador, picado con picadora y levantado directamente.

Materia Seca: 40% (Turhollow et al., 1996)

Forraje cortado y levantado directamente con picadora autopropulsada.

Materia Seca: 21,3 % (Jahn et al., s.f.)

A continuación se detallan las diferentes alternativas analizadas, las letras entre paréntesis corresponden a:

CA = Corte y acondicionado; R= Rastrillado; E= Engavillado; CC= Cargado en Camión; TC= Traslado en camión; PL= Picado y levantado; TV14= Traslado en vagón de 14 m<sup>3</sup>; Cos= Cosecha; TV45= Traslado en vagón de 45 m<sup>3</sup>

Opción 1(CA+R+E+CC+TC)

Esta opción es la que presenta los mayores requerimientos de equipos, lo que en definitiva como se muestra al final de este apartado, redundo en un mayor costo por kilogramo de materia prima. Este proceso consiste en el corte y acondicionado, rastrillado para que se seque y armar la gavilla, enfardado en rollos de 350 Kg. de Materia Verde (MV) (20% de humedad), cargado en camión y finalmente el traslado en camión.

Uso de Vagones Forrajeros: suministro de forraje pre-marchito (corte con segadora, levantado y picado, ó vagón forrajero con o sin picador.



### Opción 2 (C+R+PL+TV14)

Para el caso del vagón forrajero de menor tamaño (volumen 14 m<sup>3</sup>), el forraje se corta como comúnmente se realiza para henificar forraje, puede ser con una segadora de tambores ó de barra. Posteriormente se rastrilla y se levanta al vagón de 14 m<sup>3</sup>.

Es mencionado por Bragachini et al. (1995) la ventaja del sistema de corte por barra o cizalla, ya que ofrece una mas rápida recuperación de las plantas ya que no desgarrar el tejido vegetal, sin embargo posee baja capacidad de trabajo, mayor frecuencia de roturas y menor velocidad de avance. Existen equipos con deshidratador que facilita la perdida de agua por el forraje y además muchas de ellas poseen hilerador. Posteriormente es posible usar rastrillos para arreglar la gavilla ó voltear el forraje para acelerar su secado. Para este ultimo trabajo, existen en el mercado invertidores de gavilla para lograr un secado mas uniforme.

El levantado con cosechadoras de recolector intercambiables requiere de la adición de un carro forrajero acoplado al mismo equipo (Figura No. 33) ó con un tractor independiente detrás de la cosechadora. Estas cosechadoras son usadas para cosechar forrajes o cultivos, cortados previamente o no, presentan un elevado rendimiento y permiten un picado menor que los equipos para picar cultivos llamados comúnmente “chopper” (Villa Rojas, 2000).

**Figura No. 33** Cosechadora de recolector intercambiable de tiro marca Lely. Fuente: Lely (2011).



Como puede observarse, este equipo en particular, marca Lely, posee un recolector con un ancho operativo de 1,8 metros, el forraje previamente cortado e hilerado, es picado con un sistema de volante con 12 cuchillas, es trasladado a un vagón forrajero detrás del equipo. De acuerdo al fabricante el rango de tamaño al cual es picado el forraje va de 4 a 66 mm, Es necesario un tractor de 66 KW de potencia.

#### Opción 3 (Cos+TV14)

Esta opción consiste en un procesamiento del forraje mediante una cosechadora autopropulsada y cargado directamente sobre un vagón forrajero de 14 metros cúbicos marca Mainero (existen otras marcas, con menor o igual capacidad). Posteriormente el forraje procesado es llevado a la planta procesadora.

#### Opción 4: Cos+TC

Este proceso implica el mínimo de equipos a usar para la cosecha de la materia prima, el mismo consiste en el corte, picado, recolección y carga en camión mediante cosechadora autopropulsada y finalmente trasladado a la planta de procesado.

#### Opción 5 (CA+TV45)

Un sistema que presenta mayor facilidad ya que desminuye el numero de equipos intervinientes lo constituye el sistema de corte y acondicionado y finalmente picado y levantado con un vagón forrajero de alta capacidad marca Lely u otros (p.e. Class Quantum) Figura No. 34. El inconveniente de estos equipos es su costo, ya que supera ampliamente los vagones forrajeros comunes más un equipo de picado.

**Figura No. 34** Dos modelos de vagones forrajeros con procesador de forraje. Fuente: CLASS (2011), LELY (2011).



### Opción 6 (CA+PL+TC): Cosecha directamente sobre el camión

De acuerdo Turhollow et al. (1996) la cosecha directamente en un camión, parece ser el método mas económico, ya que minimiza la cantidad de equipos necesarios, el número de operaciones y el volumen capaz de procesar por unidad de tiempo. Las desventajas de este sistema son: el conductor debe mantenerse ubicado adecuadamente al costado de la cosechadora para minimizar perdidas, no todas las condiciones de campo (por ejemplo, la humedad, obstáculos: zanjas, zanjones, entradas a chacras) son adecuados para el camión. Existen camiones que exceden el alto que el equipo de procesado puede levantar el forraje, determinando pérdidas mayores, también podemos tener problemas con el peso del producto final, pudiendo exceder el peso permitido para el camión, ya que no se conoce muchas veces el peso de la biomasa procesada.

En referencia a los equipos para el traslado, las medidas disponibles de camiones son las siguientes, ver Cuadro No. 18. Estas deben considerarse a los efectos de evaluar la alternativa más económica.

**Cuadro No. 18** Características de los principales tipos de camiones existentes.

	Tipo Camión		Dimensiones		Carga
	Largo	Ancho	Alto	Volumen	(Kg. MS)
Tres Ejes	8,00 m.	2,50 m.	2,90 m.	60 m <sup>3</sup>	4800
Trayler Corto	12,50 m.	2,50 m.	2,50 m.	78 m <sup>3</sup>	6240
Trayler (Estándar)	13,50 m.	2,50 m.	2,50 m.	84 m <sup>3</sup>	6720
Trayler-Mega	13,50 m.	2,50 m.	2,50 m.	100 m <sup>3</sup>	8000
Camión + remolque	8 + 7,5 m.	2,50 + 2,50 m.	2,90 + 3,00 m.	116 m <sup>3</sup>	9280

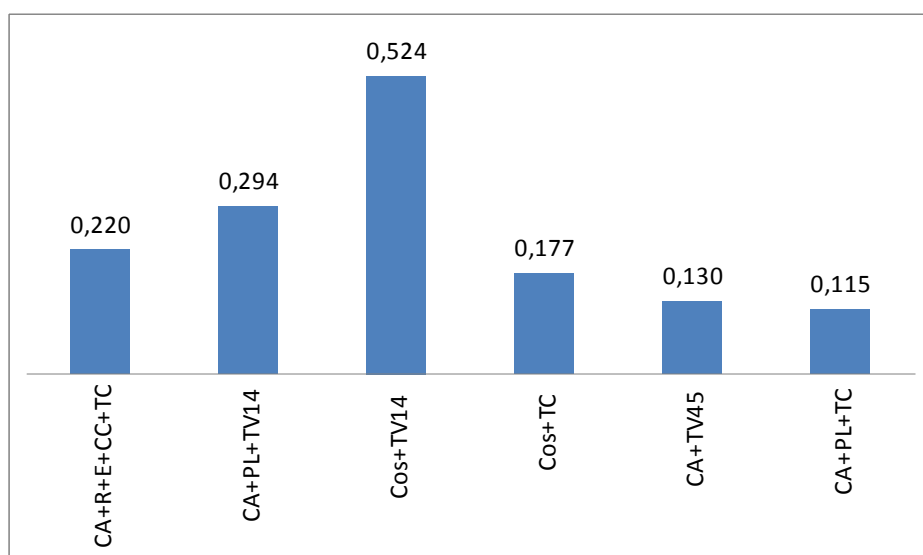
Fuente: elaborado por el autor en base a varias fuentes.

Nota: Como se observa se adjunta en la ultima columna la carga potencial de forraje con procesamiento primaria en el campo.

Se presentan los datos de medidas y carga en materia seca (MS) de forraje, considerando la densidad del forraje seco cortado para ensilaje presentados por Wiersma y Holmes (s.f.).

En base a la información anterior es realizada la selección de la alternativa No 6, tomando como criterio de decisión los costos de procesamiento primarios (cosecha y traslado a planta) por kilogramo de materia seca (ver Figura No. 35), así como también las pérdidas de materia prima en el proceso.

**Figura No. 35** Costo por kilogramo de materia seca (MS) de las diferentes alternativas (en US\$). Fuente: elaborado por el autor.



### 3.5.7. Descripción y análisis de los procesos a llevar adelante

El proceso de transformación de la alfalfa en harina y pellet ó cubos, por lo general es realizada en una planta industrial exceptuando el cubeteado, que es posible realizarse mediante maquinas especializadas automotrices (ya discontinuadas) fabricadas en los EE.UU. de Norteamérica en la décadas del 70s y 80s, actualmente este tipo de equipos ha evolucionado pasando a ser un equipo colocado sobre un camión al cual se le acercan los fardos para ser

procesados<sup>8</sup>. Actualmente el forraje de alfalfa debe ser trasladado hasta plantas especializadas que toman forraje pre-marchito, rollos, ó fardos prismáticos y los trasforman en los productos anteriormente mencionados.

Las etapas a llevar adelante para obtener los productos de referencia dependen del tipo de planta procesadora a la cual se remitirá la producción.

#### 3.5.7.1. Etapas en común

El pasaje de la alfalfa desde el campo a un producto elaborado como forraje para consumo, debe somete a diferentes fases de transformación para lograr que el producto alcance su forma definitiva, como harina, pellets y/o cubos. La cadena de procesos incluye la recolección, secado y densificación de la alfalfa, (Adapa et al., 2007).

El secado es una operación importante en la industria de procesamiento de forraje. Su importancia radica en que es la operación que define la calidad y el costo del producto final. El secado de la planta de alfalfa se pueden obtener en dos formas diferentes: 1) la planta puede ser secada al sol, (sun-cured alfalfa), y 2) la deshidratación de la planta de alfalfa de manera artificial. La alfalfa secada al sol y la deshidratada parcialmente y picada en el campo difieren entre sí en sus métodos de procesamiento post-cosecha.

Como fue expuesto anteriormente, para obtener alfalfa secada al sol, el cultivo se cosecha y se deja en el campo a secar, este forraje es embalado y posteriormente trasladado a la planta de procesamiento, donde se almacena, siendo luego secada o no con secador rotatorio, posteriormente es procesada en la planta (picada). Por otro lado, la alfalfa deshidratada se obtienen de las plantas de alfalfa que se cortan y pican de forma simultánea en el campo durante la cosecha (con el uso de maquinas especiales, llamadas en nuestro país picadoras y/o micropicadora de forraje, que son usadas también para procesar cultivos a ensilar), posteriormente es secada con alta temperatura en secadoras de tambor rotatorio (Figura No. 36).

Como fue afirmando, y como se observa en la Figura No. 36, los procesos de cubeteado y peletizado tienen pasos en común, pudiendo ser

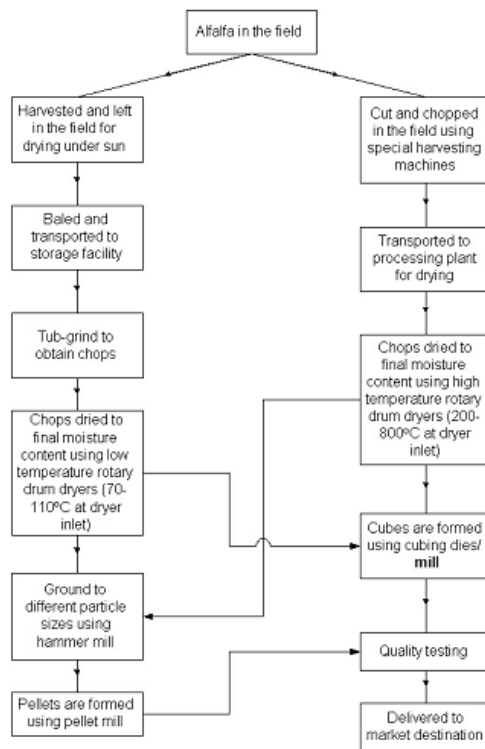
---

<sup>8</sup> Carrasco, C. 2010. Com. personal.

secado el material de diferentes formas (con alta o baja temperatura) para ser luego picado.

Adapa et al. (2007) afirma que la industria forrajera canadiense sufre una desventaja competitiva debido a la elevada necesidad de energía para lograr el secado del forraje debido al clima y las limitaciones estacionales. Consecuencia de esto se debe hacer un secado artificial mediante alta temperatura, el cual es realizado normalmente en secadores de tambor rotativo, donde la temperatura del aire se mantienen en el rango de 200 ° C a 800 oC a la entrada y de 60 ° C a 95o C a la salida (Adapa et al., Sokhansanj et al., citados por Adapa et al., 2007).

**Figura No. 36.** Diagrama de bloques para procesamiento y secado de alfalfa. Fuente: Adapa et al. (2007)



El nuestro continente al igual que en otras partes del mundo existe posibilidad de realizar el secado a campo, lo que determina ventajas y

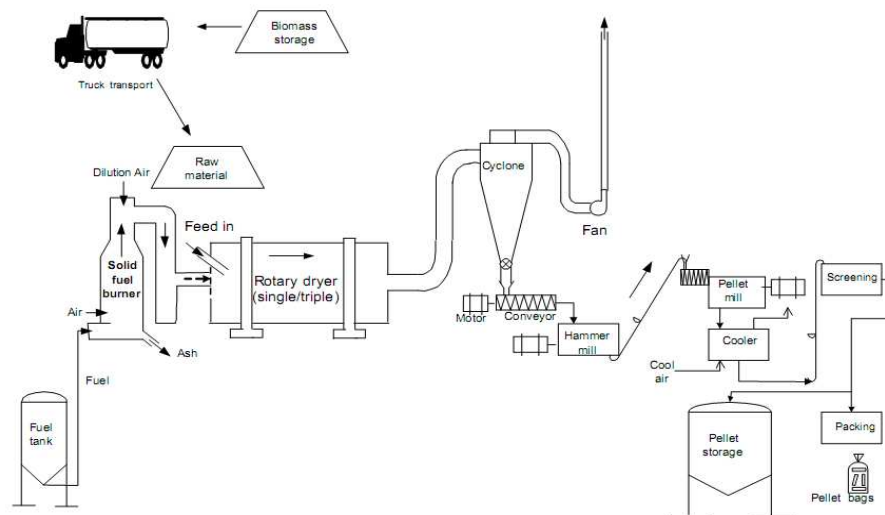
desventajas. En cuanto a las primeras se puede mencionar la reducción de costos para reducir la humedad de forma artificial y la menor necesidad de equipos costosos para el procesado, como desventajas encontramos un menor control del proceso, determinando un tiempo variable para la transformación de la materia prima y una mayor variabilidad en el producto final.

El contenido de humedad diferencial de tallos y hojas genera un problema al momento de realizar el secado del forraje picado en el campo, lo que se traduce en contenidos variables de humedad en cada una de estas partes de la planta, traduciéndose en la pérdida de las fracciones mas nutritivas (las hojas) por secado excesivo. Un contenido de humedad uniforme es necesario para una buena calidad de los productos de alfalfa, ya que influye en la estabilidad mecánica durante la manipulación del producto final (Adapa et al., 2007). Durante el secado, es especialmente importante que no se seque en exceso, ya que posiblemente se puedan quemar las hojas procesadas (picadas), resultando en la generación de humo, de olor y el aumento de emisión de partículas del producto, con la consecuente pérdida de calidad del mismo (Adapa et al., Khoshtaghaza et al., Sokhansanj et al., Tabil et al., citados por Adapa et al., 2007).

Este mismo autor afirma que el proceso de separación (fraccionamiento) de la planta en dos o más componentes (por lo general solamente hojas y tallos), podría ser una posible solución para el problema.

Un esquema mas detallado del proceso de realización de pellets se muestra en la Figura No. 37, como puede observarse, el heno empacado (rollos, prismas) se entrega a través de camión semi-remolque o tractor a la planta. Grandes fardos prismáticos de peso aproximadamente 340 Kg. son preferibles a las rollos, debido a su mayor densidad, facilidad y eficiencia del transporte y también por el hecho de reducir los costes de desarmado de fardos (Jannasch et al., 2001).

**Figura No. 37** Esquema típico del diseño de una planta de granulación de biomasa. Fuente: Mani (2006).



**Referencia:** Fuel tank: tanque de combustible; Fuel: combustible; Air: aire, Solid fuel burner: caldera quemadora de combustibles sólidos; Ash: minerales; Dilution air: dilución de aire; Raw material: material grosero sin procesar; Truck transport: transporte con camión; Feed in: entrada de materia prima; Rotary dryer (single/triple); secadora giratoria (sencilla/triple); Cyclone: ciclón; Motor: motor; Conveyor: transportador; Hammer mill: molino a martillo; Pellet mill: peletizadora; Cooler: enfriador; Cool air: aire frío; Screening: repaso y homogeneización del material; Packing: empaque; Pellet storage: almacenamiento de pellets; Pellets bag: pellets en bolsas.

Los rollos se siguen utilizando en muchas de las regiones agrícolas, pero no hay un cambio gradual hacia los fardos prismáticos. Existen plantas de procesamiento de alfalfa (deshidratadoras de forrajes) que manejan sólo materia prima a granel, solo si el suministro de materia prima se puede obtener en las cercanías de la planta, de esta forma logran una reducción de los costos de embalaje y desarmado de fardos (Jannasch et al., 2001).

#### Recepción de materia prima

La materia prima que se va a recibir varía en función de la ubicación de la misma, pueden ser rollos, fardos prismáticos (alta densidad) ó



pastura picada a granel. Al momento de recibir la alfalfa procesada se realiza una medición del peso de la partida, se registra el remitente y la toma de muestras representativas del lote para analizar. Este punto es por demás importante ya que define la calidad del lote enviado a través de mediciones objetivas (humedad, proteína, FDN, FDA, etc.). Este tipo de análisis requiere de laboratorios especializados, por lo general en planta es obtenido solamente el contenido de humedad del material para así poder definir la duración de los siguientes pasos del proceso.

#### Playa de descarga y almacenamiento

Este sector es una zona al aire libre, dependiendo del tamaño de las instalaciones de granulación, los rollos o prismas pueden ser descargados directamente sobre la playa de la planta para su procesamiento inmediato (dentro de 1-5 días), o puede ser necesario su almacenamiento (en el caso de plantas más grandes). Al ser recepcionada se le realiza un análisis visual y se determina su humedad, para clasificarla. La alfalfa por lo general se clasifica por categorías (1ª, 2ª y 3ª) y por humedad en lotes con una diferencia de humedad no mayor al 10%.

La capacidad de almacenamiento dependerá de la producción de la planta y si se opera todo el año. Jannasch et al. (2001) afirma que la cosecha y los métodos de almacenamiento deben garantizar un nivel de humedad constante, ya que de otra manera la eficiencia del proceso de secado, molienda y granulación se puede afectados negativamente.

#### Desarmado y cortado de fardos

Para romper los fardos por lo general se utiliza un triturador de heno, el cual rompe y corta las fibras de forraje, logrando una longitud adecuada para el secado (2,5 a 10 cm). La forma de los fardos afecta el proceso ya que se requiere más tiempo para triturar grandes rollos que fardos prismáticos de gran tamaño. Los rollos presentan las fibras envueltas mientras que las fibras de los fardos prismáticos son más cortos y los rollos tienden a desmoronarse en forma de copos. Algunos deshidratadores comerciales de alfalfa en America del Norte cortan por mitad los rollos con sierras de cadena de gran tamaño antes de colocarlos en la trituradora para hacer más eficiente el proceso. En muchas ocasiones los fardos prismáticos y los rollos son mezclados en las plantas para optimizar el rendimiento.

La planta que se evaluará en este proyecto posee un triturador de rollos del cual se puede prescindir si es incorporado forraje seco a granel.

#### Secado de la materia prima

En este proyecto no es considerado el secado en secador en planta, solamente es analizado el procesamiento de alfalfa secada a campo.

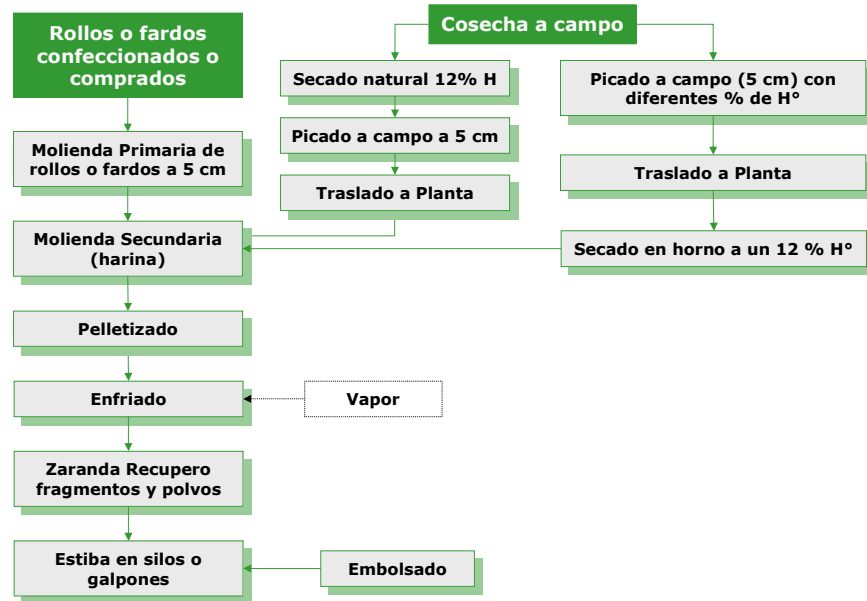
#### 3.5.7.2. Elaboración de harina

El proceso de elaboración de harina es un paso previo a la elaboración de pellet, se efectúan regulaciones del tipo de malla del molino a martillo para confeccionar harina de diferente tipo de tamaño (comúnmente entre malla No 3 y 6).

#### 3.5.7.3. Elaboración de pellet

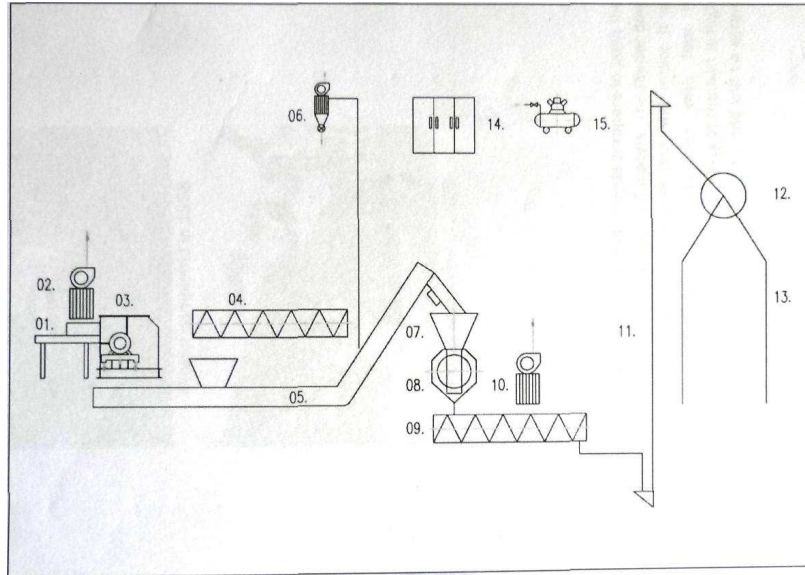
Las etapas anteriormente mencionadas son compartidas con el proceso de elaboración de harina y cubos, el procesamiento de la materia prima para la obtención de pellets debe proseguir con el molido del material seco. Como se ve en la Figura No. 38, puede existir a nivel de campo una molienda primaria (con equipos específicos) siendo posteriormente trasladado a planta donde se realiza la moliendo secundaria para posteriormente ser paletizado, enfriado, realizar un recuperado de fragmentos y polvo y finalmente se almacena.

**Figura No. 38** Esquema del proceso de elaboración de pellet: Fuente: ARGENTINA. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (2006).



A continuación se presenta el diagrama esquemático (de capa equipo integrante del proceso) de una planta procesadora de alfalfa para la producción de pellets. Como puede observarse, en este caso el proceso está compuesto por dos etapas: el picado secundario del producto, Figura No. 39 y el pelletizado, Figura No. 40.

**Figura No. 39** Diagrama de flujo de una planta peletizadora de alfalfa.  
Sección picado: Fuente: ANYANG GENERAL INTERNATIONAL <sup>9</sup>

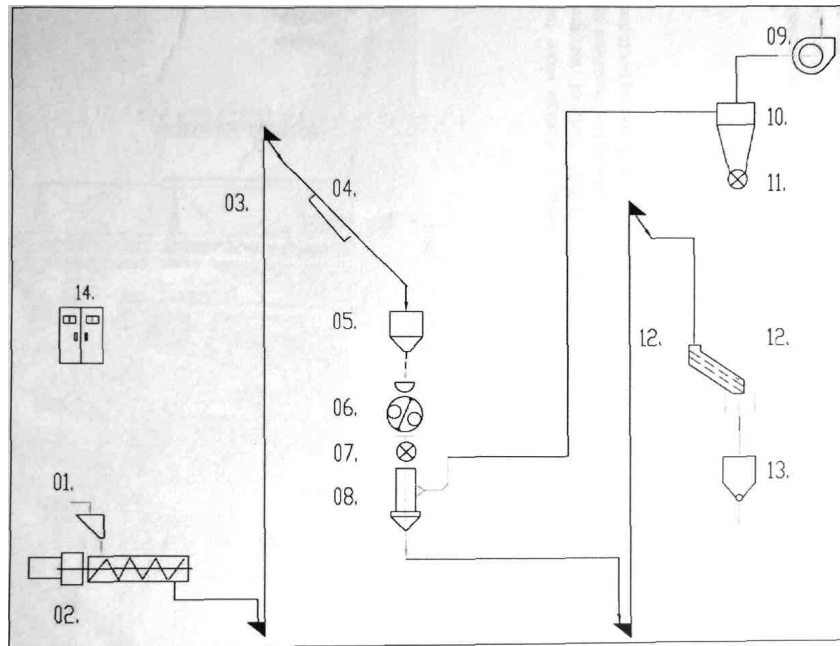


**Referencia:** 01. Alimentador 02. Colector de polvo 03. Pulverizador 04. Alimentador sinfín 05. Transportador 06. Sistema de recogida de polvo 07. Separador magnético 08. Molino a martillo 09. Alimentador sinfín 10. Pulso colector de polvo 11. Elevador de cangilones 12. Neumáticos cruce 13. Tolva 14. Armario eléctrico 15. Sistema compresor de aire.

---

<sup>9</sup> Lynn, J. 2010. Com. personal.

**Figura No. 40** Diagrama de flujo de una planta peletizadora de alfalfa. Sección paletizado. Fuente: ANYANG GENERAL INTERNATIONAL <sup>9</sup> HENAN KINGMAN MyE COMPLETE PANT <sup>10</sup>



**Referencias:** 01. Tolva de alimentación 02. Alimentador sinfín 03. Elevador de cangilones 04. Separador magnético. 05. Tolva 06. Peletizadora 07. Cámara de aire 08. Enfriador 09. Ventilador 10. Ciclón 11. Cámara de aire 12. Tamiz vibrador 13. Tolva de pellet 14. Centro de control

Este tipo de planta es ofrecida por la empresa ANYANG GENERAL INTERNATIONAL CO. y HENAN KINGMAN MyE COMPLETE PANT CO., ambas de origen Chino. Naturalmente, el proceso y las características de los equipos pueden variar en función de la empresa proveedora de la tecnología, pero a grandes rasgos los procesos involucrados para la elaboración de pellets son los mismos.

Se entiende importante describir algunas de las características de los equipos y procesos de mayor significación en el peletizado, por lo cual a

<sup>10</sup> Xu, J. 2010. Com. personal.

continuación se describirá la molienda, granulación, enfriamiento, almacenamiento y selección final.

#### 3.5.7.4. Molienda fina (molino de martillos)

Un molino de martillo se utiliza para reducir el tamaño de las partículas de materia prima en la preparación para la granulación. La finura del molido puede ser ajustado por el tamaño de la malla, normalmente para alfalfa se opera entre malla 3 y 6 (0,3327 y 0,6680 centímetros respectivamente). En el caso de utilizar mallas de menor tamaño de orificio, al reducir el tamaño de partícula, aumentan las propiedades de unión de la materia prima (Dobie, citado por Jannasch et al., 2001).

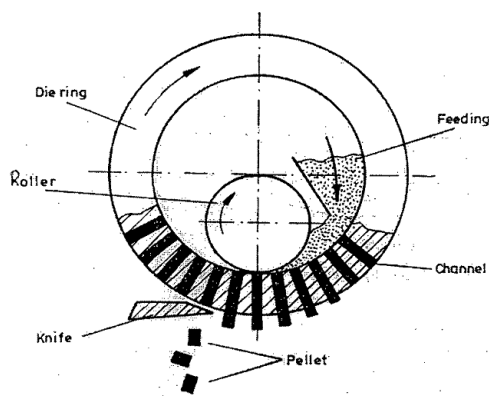
Como fue mencionado antes, durante el proceso de molienda a martillo puede adicionarse además vapor de agua a alta temperatura, agua ó aceite vegetal en forma de spray para mejorar su calidad y unión.

#### 3.5.7.5. Densificación (Granulación)

La materia prima picada es introducida en una cámara de granulación en la cual dos o mas rodillos fuerzan su transito a través de agujeros ubicados en la cara interior de dicha cámara. Estos pellets son extruidos en forma de gránulos, mientras que cuchillos de corte se encargan de ajustar los pellets a la longitud deseada en la parte exterior de la matriz (Figura No. 41). Una matriz típica para fabricar pellets de alfalfa tiene un diámetro de 0,635 y 5,08 centímetros de espesor, mientras que el tamaño de los pellets suelen ser de hasta 6 mm de diámetro y 10-12 mm de largo.

El éxito de la granulación depende de un determinado número de factores, incluyendo el contenido de humedad de la materia prima, la densidad de materia prima, el tamaño de las partículas, la resistencia de la fibra, las características lubricantes de la materia prima y la presencia de aglutinantes naturales. Como fue mencionado, en muchas oportunidades es usado vapor a alta temperatura para activar aglutinantes naturales o bien se utilizan lubricantes aplicados directamente en la biomasa (materia prima). El agua puede ser también añadida durante la etapa de granulación para dar un efecto similar pero menos pronunciado.

**Figura No. 41** Proceso de peletizado (Sitkei, citado por Mani, 2005).



**Referencias:** Knife: cuchilla; Roller: rodillo; Die ring: matriz moldeadora; Feeding: alimento; Channel: canal; Pellet: pellets.

En algunas operaciones, aglutinantes o agentes estabilizantes se utilizan para reducir la elasticidad de los pellets y para aumentar la densidad y durabilidad. Los productos más utilizados para la granulación de alimentos para animales son lignosulfonato de calcio, coloides, bentonita, almidones, proteínas e hidróxido de calcio (Pfof, Tabil y Sokhansanj, citados por Mani et al., 2006).

#### 3.5.7.6. Enfriamiento

Los pellets ya elaborados salen del proceso a alta temperatura, enfriándose con aire a presión para evitar la "Transpiración" del material (condensación de agua). Puede existir material desprendido durante el proceso de granulación y manipulación, siendo este material normalmente recogido por un transportador y posteriormente es repeleteado. Los gránulos que salen de la fábrica de pellets poseen una temperatura por lo general de entre 70-90 °C debido al calor por fricción generados durante la extrusión. Finalmente, los pellets son enfriados a menos de 5 °C de la temperatura ambiente. Los gránulos enfriados se trasladan desde el refrigerador al almacenamiento mediante sistemas de transporte mecánico o neumático.

#### 3.5.7.7. Almacenamiento

Los pellets son normalmente trasladados a un área de almacenamiento temporal después del enfriamiento, y generalmente son utilizados tanques de almacenamiento a granel de cereales.

#### 3.5.7.8. Selección final

Un proceso de selección se utiliza para clasificar los pellets antes del empaclado, este paso es esencial para lograr una producción de alta calidad. Los fragmentos que no cumplen con los requerimientos de calidad son redirigidos, por lo general, a la peletizadora por una cinta transportadora.

#### 3.5.7.9. Equipos necesarios para el proceso de transformación.

El equipo procesador ha analizar posee un capacidad de procesamiento de 2 toneladas por hora, la cual es ofrecida por la empresa de origen argentino BERANDEBI S.A., ubicada en la ciudad de Rafaela, provincia de Santa Fe.

Esta planta procesadora de Alfalfa esta constituida por tres sectores bien definidos (ver Cuadro No. 19).

- a- sector de acopio de materia prima
- b- sector de trituración y procesamiento
- c- expedición del producto final

El primer sector esta constituido por una playa de acopio y un tinglado para almacenar la materia prima. El segundo sector esta conformado por el sector molienda de fardos y/o rollos mediante una moledora de rollos, y el sector trituración y molienda el cual se encarga de procesar la materia prima de 5 centímetros a tamaños menores mediante una molino a martillo, hasta un tamaño de entre mallas 3 y 6.

Como se mencionó en puntos anteriores, el tipo de zaranda utilizada determina el tamaño final de partícula, requiriendo un tipo de malla menor para la confección de harina de Alfalfa, en cambio para el caso de los Pellet el tamaño de malla requerido es superior.



**Cuadro No. 19** Especificaciones de la planta de procesado: sección A y B.

A. Sección Común a los dos procesos.

	<b>Modelo</b>	<b>Potencia (HP)</b>
<b>SECCIÓN PROCESAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA</b>		
Moedor de fardos	DAB	20
<b>SECCIÓN CONFECCIÓN DEL PRODUCTO</b>		
Molino Radial (Hammer Mill)	Ton/hora 2 DAB 2	180
Ciclón		20
Tuberías		
Ciclón tangencial		
Válvula exclusiva		3
Sistema colector (con sin fin alimentador (screw feeder))		

Fuente: Barandebi (2010).

**Cuadro No. 19** Especificaciones de la planta de procesado: sección A y B (continuación).

B. Sección de peletizado

<b>SECCIÓN DEL PRODUCTO (cont.)</b>	<b>CONFECCIÓN</b>	
Tolva alimentadora		7,5
Prensa Peletizadora	DAB 10000	
Alimentador	ANSI 304	2
Acondicionador	DAB 10000	4
Sistema inyección agua		
Forzador	DAB 10000	2
	DAB 10000	160
Elevador Cangilones	DAB 40	4
Enfriador a contra flujo	DAB 5000	1
Zaranda	DAB 5000	0,5
Ciclón	DAB 5000	1
Turbina	DAB 5000	15
Tablero		

Finalmente, la última sección es la denominada expedición del producto, está constituida por un distribuidor encargado de depositar el producto final a granel o en bolsas (ver Cuadro No. 20).

**Cuadro No. 20** Especificaciones de la planta de procesado: sección C.

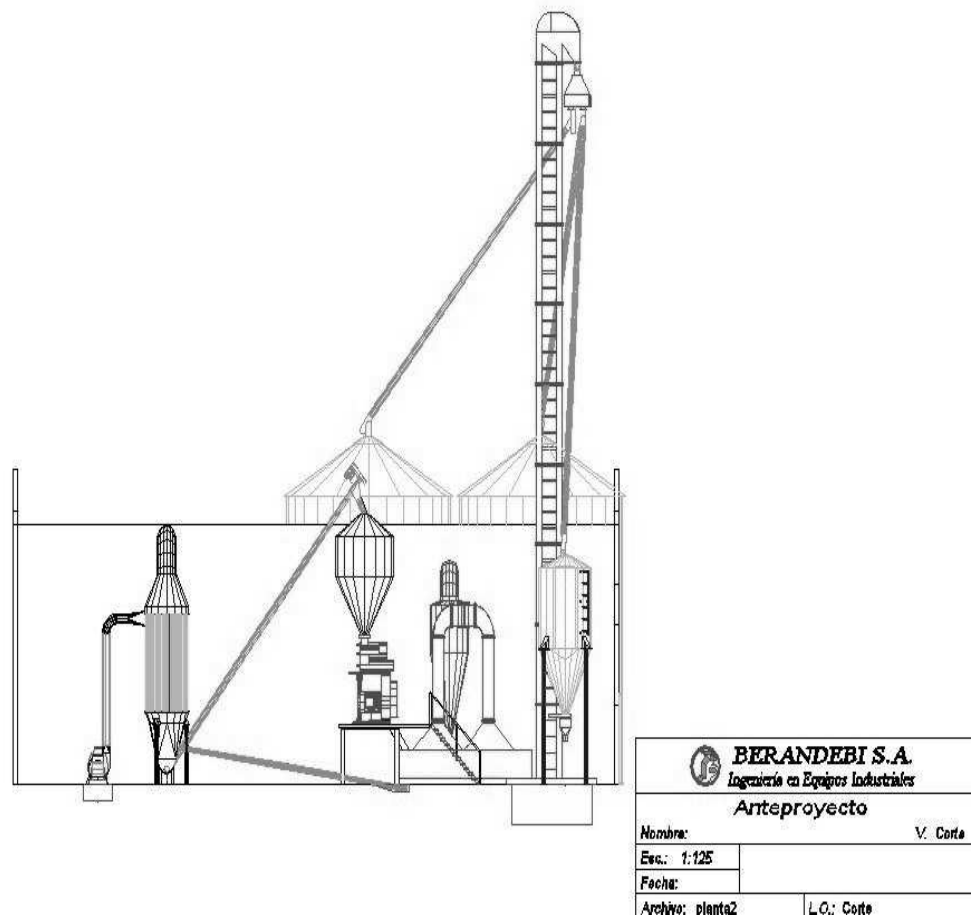
<b>EXPEDICION DE PRODUCTO TERMINADO</b>	<b>Modelo</b>	<b>Potencia (HP)</b>
Elevador Cangilones	DAB 40	10
Distribuidor de 4 bocas		
Caños de bajada		
Granelero para almacenar material		
Tolva embolsado		
Balanza	DAB 50	

Fuente: Barandebi (2010).

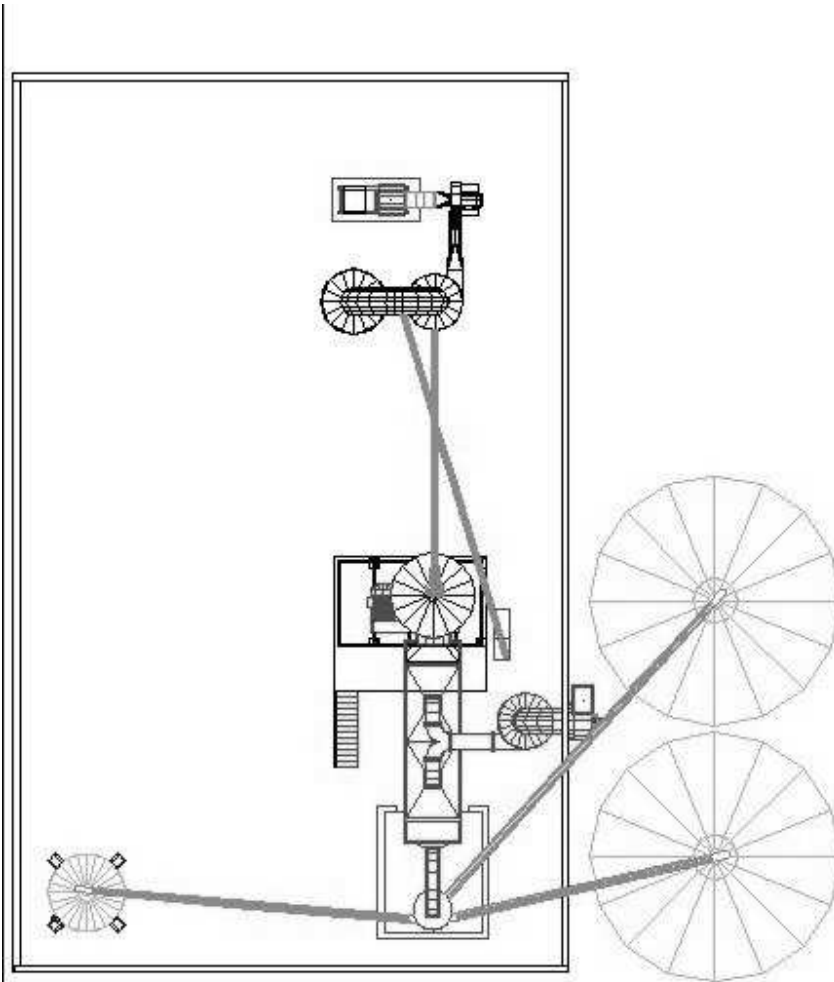
Los equipos de transformación del producto poseen unos requerimientos totales medidos en caballos de fuerza (HP) de 494,5, significando un requerimiento de energía eléctrica de 369 Kilo watt por hora.


A continuación se presenta la vista lateral, aérea y en perspectiva de la planta (Figuras No 42, 43, 44, 45 y 46). En el Anexo 2 puede apreciarse figuras desde otros ángulos.

**Figura No. 42** Planta de procesamiento de alfalfa (vista lateral). Fuente: Barandebi (2010).

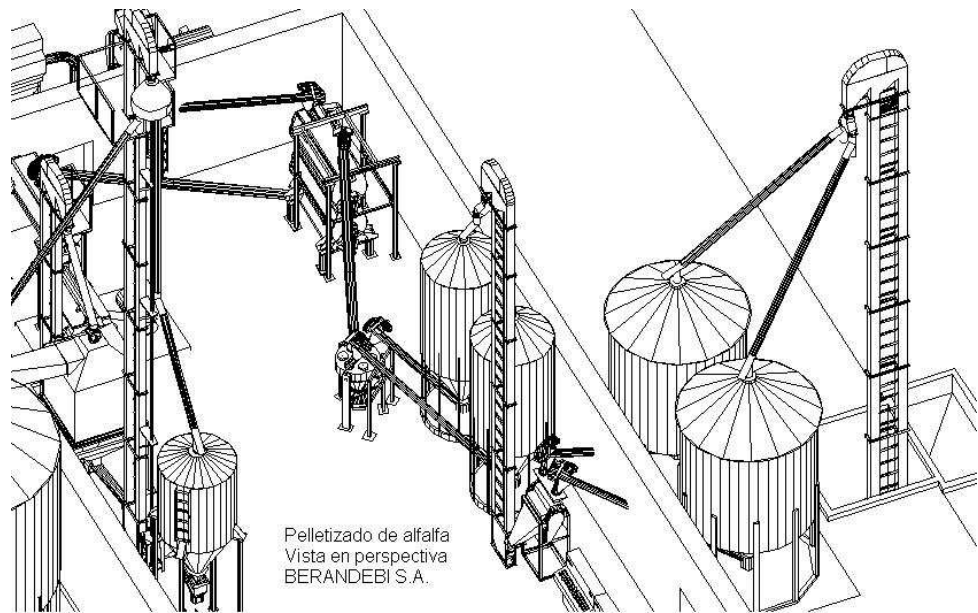


**Figura No. 43** Planta de procesamiento de alfalfa (aérea). Fuente: Barandebi (2010).

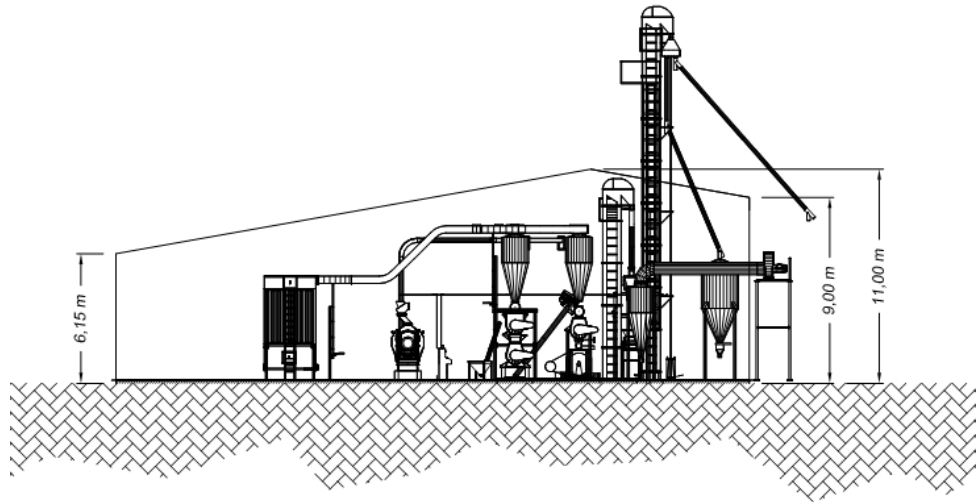


 <b>BERANDEBI S.A.</b> Ingeniería en Sistemas Industriales Antaproya ssa	
Modelo:	V. Planta
Escala: 1:100	
Fecha:	
Autores: plantas2	L. ó.: planta

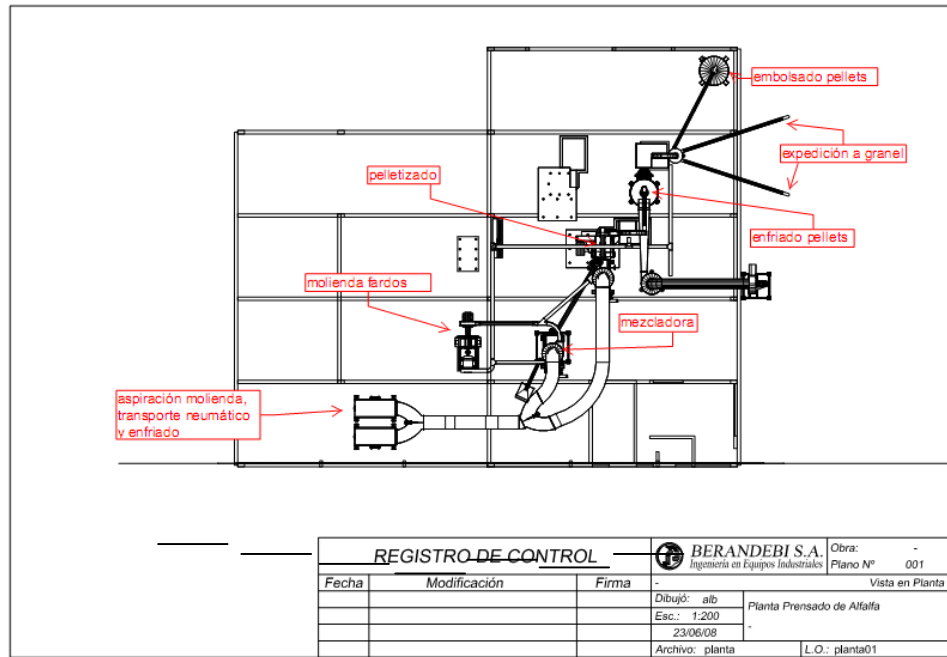
**Figura No. 44** Planta de procesamiento de alfalfa (en perspectiva). Fuente: Barandebi (2010).




**Figura No. 45** Planta de procesamiento de alfalfa (corte). Fuente: Barandebi (2010).



**Figura No. 46** Planta de procesamiento de alfalfa (aérea). Fuente: Barandebi (2010).



REGISTRO DE CONTROL			 <b>BERANDEBI S.A.</b> Ingeniería en Equipos Industriales		Obra:
Fecha	Modificación	Firma	-	-	Plano N° 001
			Dibujó: alb	Planta Frensado de Alfalfa	
			Esc.: 1:200	-	
			23/06/08	-	
			Archivo: planta	L.O.: planta01	



### 3.6. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

El presente proyecto se evaluó a 10 años, realizándose la evaluación del mismo considerando un flujo de fondos sin tomar crédito (flujo de fondos puro) y un flujo de fondos considerando un financiamiento del 70% de la inversión.

#### 3.6.1. Inversión

La inversión inicial necesaria para el emprendimiento estará constituida por inversiones activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo.

##### 3.6.1.1. Activo fijo

La inversión en activos fijos comprende los bienes tangibles que serán utilizados en el proceso de transformación de la materia prima.

##### Terreno e infraestructura

La superficie de terreno necesaria para la instalación de la planta será de una hectárea, considerando el valor de la misma USD 5000. Se tomará un costo de USD 50 por metro cuadrado de construcción para presupuestar la infraestructura comprendida por: galpones y tinglado requerido para albergar los equipos de procesamiento y el acopio de la materia prima.

##### Equipos de la Planta

La planta procesadora de Alfalfa esta constituida por tres sectores bien definidos:

- a-sector de acopio de materia prima
- b- sector de trituración y procesamiento.
- c- expedición del producto final.

Los costos totales de los equipos fijos son presentados en el Cuadro No. 21.

**Cuadro No. 21** Costo total de planta de procesado.

<b>Equipos</b>	<b>Detalles</b>	<b>No. de Items</b>	<b>Valor</b>	<b>Total (USD)</b>
Desmenuzadores		1	18000	18000
Planta Procesado		1	323433	323433
Expedición producto		1	87600	87600
Total (USD)				429033

Fuente: elaborado por el autor.

#### Rodados y otros equipos

Los rodados y otros equipos presupuestados, que se utilizarán para la cosecha, transporte, acopio y operaciones de la planta se presentan en el Cuadro No. 22.

**Cuadro No. 22** Costo de rodados y otros equipos.

<b>Equipo</b>	<b>No</b>	<b>Valor/unid</b>	<b>Total (USD)</b>
Tractor 85 Hp 4x2	5	27000	135000
Chopper	5	18000	90000
Segadora Acond BCS	5	12000	60000
Tractor cargador	1	25000	25000
Rastrillos	2	2500	5000
Embolsadora	1	12000	12000
Camioneta	1	15000	15000
Total (USD)			342000

Fuente: elaborado por el autor.

El tipo de maquinaria a utilizar se ha seleccionado en función de los costos de cosecha, siendo la combinación más eficiente encontrada la comprendida por un equipo de corte y acondicionado, picado y levantado desde la chacra y finalmente camiones para el traslado de forraje preprocesado a la planta. En planta el abastecimiento de los equipos se realizará mediante un tractor cargador con garfios para el manejo de forraje.

#### 3.6.1.2. Activos intangibles

Se consideraran como activos intangibles en este proyecto aquellos activos constituidos por servicios, o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Dentro de los mismos se encuentran: un 18% sobre costos de equipos de planta, por concepto de ingeniería y dirección de obra sobre equipos instalados, terrenos y edificios y además un 12% para contingencia y puesta en marcha sobre equipos instalados.

#### 3.6.1.3. Capital de trabajo

Se estimara el capital de trabajo como el capital que debe comprometerse al inicio de proyecto para que el mismo entre en funcionamiento. En este sentido, se tomó para el año 0 una décima parte del dinero necesario para costos en los cuales se incurrió en el año 1, bajo el supuesto que se realiza la venta de la producción al mes aproximadamente de producida la misma, momento en el cual es recuperado el capital. Los años siguientes se calculara el capital de trabajo como la resta entre los gastos del periodo siguiente menos los gastos del periodo actual. Para el caso del análisis del proyecto sin financiamiento, se supuso que este capital requerido es aportado por el inversionista, no solicitándose crédito para el mismo. En el Cuadro No. 23 se muestra el detalle de los costos componentes del capital de trabajo.

**Cuadro No. 23** Detalle del capital de trabajo necesario en el año 1.

	<b>Año 1</b>
Materia prima	157248
Agua	4600
Energía Eléctrica	45683
Flete	36923
Otros: bolsas, pallet, etc.	8490
Gastos maquinaria y equipos cosecha	62290
Mano de Obra	116556
Reparaciones y mantenimiento	25062
Impuestos locales (0,5 % inv. Fija)	2467
Seguro	8812
Estructura, Planta y Equipos	102644
Útiles de oficina	1000
Teléfono	4600
Mantenimiento contratado	6000
Limpieza	1200
Seguridad	6000
Radio	1200
Otros: volantes y folletos	1000
Saneamiento	960
Internet	600
Sitio Web	1200
Imprevistos (5% de costos totales aprox.)	35000
<b>Total (USD)</b>	<b>629534</b>

Fuente: elaborado por el autor.

Si es analizado el capital de trabajo requerido para los años 0, 1, 2 y 3, tenemos que son necesarios los siguiente montos: 62953, 28192, 6898 y 3449 dólares americanos para estos años respectivamente.

### 3.6.2. Costos

Los costos serán clasificados para su presentación en función de su comportamiento frente a variaciones de la producción, clasificándolos en fijos y variables.

### 3.6.2.1. Costos fijos

Son aquellos que permanecerán constantes ante cambios significativos de la producción. Serán divididos en erogables y distribuidos.

#### Costos erogables

Estos costos generan un desembolso en momento cercano a la incorporación del mismo.

#### Personal permanente

Para realizar el estudio se consideró un trabajo diario de 16 horas en dos turnos de 8 horas, totalizando 24 días por mes, 7 meses al año, resultando un total de 2688 horas, comenzando con una utilización para el primer año del 50% de dichas horas, logrando el segundo año el 80, el tercero un 90 y finalmente el cuarto año un 95% de la capacidad operativa (se consideró una capacidad máxima de procesamiento del 95 % en relación a la capacidad estipulada por el fabricante).

La cantidad de personal permanente será de 4 personas, más un Contador Público para tareas puntuales. El importe determinado de dinero a pagar por hora trabajo será un monto bruto, es decir que se incluirá bonificaciones, y descuentos sociales. La mano de obra permanente representa el 37 % del total de la mano de obra del proyecto.

Se supuso un trabajo de 12 meses por año, para las áreas de dirección estratégica (gerente), área técnica y área administrativa contable.

El detalle de los días por mes, meses, turnos, personas totales se presenta en el Cuadro No. 24.

**Cuadro No. 24** Costo de mano de obra permanente.

<b>Planta</b>	<b>Días</b>	<b>Meses</b>	<b>Turnos</b>	<b>Personas</b>	<b>Total</b>
Capataz de Planta	24	8	2	1	12734
Gerente	24	12	1	1	24300
Ingeniero	24	12	1	1	16200
Técnico	24	12	1	1	9720
Administrativo	24	12	2	1	16163,2
Contador		12	1	1	6000
					72383,2

Fuente: elaborado por el autor.

#### Costos erogables generales

Los costos erogables independientes del volumen de producción serán determinados en gran parte de forma indirecta, calculando un porcentaje sobre un monto invertido y/o gastado.

Al los efectos de calcular los costos para el mantenimiento de la planta procesadora y los equipos necesarios para la cosecha y traslado de materia prima, se consideró el valor total de los equipos y un coeficiente de reparación del 3% (en base a Coria y Mendoza, 2008) (si bien no corresponde al mismo tipo de industria, se tomo como supuesto este costo de mantenimiento para los equipos fijos y rodados).

En este punto se detallan los costos fijos de los servicios de energía eléctrica, teléfono y agua (ver Cuadro No. 25)

**Cuadro No. 25** Costo erogables generales.

Mantenimiento Ind. Y Eq.		<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Pellet (USD)		20049	20049
Harina de Alfalfa (USD)		5012	5012
		25062	25062
Impuestos locales (0,5 % inv. Fija)		2467	2466,9
Seguro		8812	8812
Energía Eléctrica		5959	10726
Teléfono		600	1080
Agua		600	1080
Total (USD)		68561	74287,9

Fuente: elaborado por el autor.

#### Amortización prestamos

Con respecto a los créditos necesarios para el emprendimiento, se supuso el otorgamiento de un préstamo del 70% del valor total de la inversión el cual será amortizado anualmente con pago de cuota constante, con pago de intereses sobre saldos a una tasa del 7,5% anual por un período de 10 años. El perfil de crédito se presenta en el anexo 3.

#### Costos distribuidos: depreciaciones

Se calcularán las mismas a los efectos de determinar el valor de salvamento del total de los activos. En el anexo 4 se presenta el cuadro con el detalle de los ítems de la misma.

### Prorrateso de costos fijos

El proyecto se evaluará en su conjunto, por tal motivo no se realiza el prorrateso de los costos fijos.

#### 3.6.2.2. Costos variables

Son aquellos costos que variarán con las fluctuaciones en nivel de actividad. Se dividirán en costos variables directos e indirectos.

##### Directos

Dependerán en forma directa con el volumen de producción.

##### Materia prima

Fue considerado un porcentaje de ingreso a planta solamente como forraje a granel procesado en chacra, no se considera un ingreso a planta como heno (en fardos) ya que el costo por tonelada de materia prima aumenta un 30,7%. Se considero un valor por tonelada de materia prima de 65 dólares.

Los requerimientos totales anuales de materia prima medidos en toneladas de materia seca de forraje es de 4569, el cual es el resultado del producto entre capacidad de elaboración de la planta (2 toneladas por hora), horas diarias trabajadas (16 horas), días por mes trabajados (24 días), meses por año en operación (7 meses) y considerándose finalmente un margen de seguridad (10 %). En el anexo 5 se presenta la evolución del costo de este ítem a lo largo de la vida del proyecto. La producción de materia seca de una hectárea de Alfalfa para realizar la proyección fue extraída de datos de Zanoniani<sup>11</sup>, tomando como valor promedio por hectárea producida 7,4 toneladas de materia seca (en este valor se consideró un 15% de margen de seguridad) .Esta producción se relacionó con la capacidad de procesamiento de la planta resultando un valor de 4569 toneladas totales por año al llegar al 95 % de su capacidad, y una superficie total de cultivos de 618 hectáreas, a máxima producción (95%). Como se menciona anteriormente, se supone que la alfalfa es comprada a productores vinculados al emprendimiento a través de un acuerdo formal.

---

<sup>11</sup> Zanoniani, R. 2006. Com. personal.



El flete para la materia prima se obtuvo considerando una capacidad de carga del camión de 60m<sup>3</sup> (2523 kilos) tomándose un costo por kilómetro por flete contratado de 2,56 USD y una distancia promedio desde la chacra hasta la planta de 15 kilómetros.

#### Insumos: bolsas y bolsones

Se incluye la compra de dos tipos de bolsas para realizar el almacenamiento de la producción: bolsas para grano iguales a las que se almacena grano ensilado (bolsas de 200 toneladas) y bolsones (big bag) de 1 tonelada para despachar pedidos.

Esta alternativa fue seleccionada ya que existen experiencias a nivel de la zona de la cuenta lechera sur en la que han usado este tipo de almacenaje para productos como los cubos de alfalfa con muy buenos resultados<sup>12</sup>.

Debemos mencionar además que ante imposibilidad de la venta de la producción que exceda esta capacidad de almacenamiento es posible agregar más bolsas de 200 Ton de capacidad a un bajo costo. Se tomo como supuesto que se realiza la compra de bolsas de silo para un 80% de la producción total y un 20 % de bolsones de 1 tonelada para venta minorista. En el anexo 5 se presenta la evolución del costo de este ítem a lo largo de la vida del proyecto, no es presentado en detalle el costo de embolsado en bolsas de silo, ya que se estima que el mismo será variable y dependerá de la evolución de las ventas. Se considera que este costo se incluye dentro del ítem imprevistos.

#### Pallet

Se considera la compra de 200 pallet por año para ubicar los bolsones (big bag). En el anexo 5 se presenta la evolución del costo de este ítem a lo largo de la vida del proyecto.

---

<sup>12</sup> Zorrilla, D. 2009. Com. personal.

## Servicios

### Energía eléctrica

Se consideró un costo de energía eléctrica en función de las horas trabajadas por día y el costo del kilo watt hora, proyectándose el mismo a lo largo de los 10 años de la evaluación. En el Cuadro No. 26 se presenta el consumo por equipo constituyente de la planta.

**Cuadro No. 26** Consumo de energía eléctrica por componente.

<b>PLANTA ELABORADORA DE PELLETT (2 Ton/hora)</b>		<b>KW</b>
Molino Radial (Hammer Mill)	Ton/hora 2	134,1
Cyclone		14,9
Tuberías		
Ciclon tangencial		
Valvula exclusiva		2,2
Sistema colector (con sin fin alimentador (screw feeder))		
Tolva alimentadora		5,6
Preña Peleteadora		
	Alimentador	1,5
	Acondicionador	3,0
	Sistema inyeccion agua	
	Forzador	1,5
	Motor	134,1
Elevador Cangilones		3,0
Enfriador a contraflujo		0,7
Zaranda		0,4
Ciclon		0,7
Turbina		11,2
Tablero		
<b>EXPEDICION DE PRODUCTO TERMINADO</b>		
Elevador Cangilones		7,5
Distribuidor de 4 bocas		
Caños de bajada		
Granelero para almacenar material		
Tolva embolsado		
Balanza		
		<b>320,4</b>

Fuente: elaborado por el autor.

**Nota:** en sombreado de color verde los equipos compartidos por le proceso de fabricación de harina y de pellet.

Fue considerado el mayor costo de energía eléctrica estipulado para grandes consumidores en base al Pliego Tarifario 2011 de UTE (UTE, 2011), además se consideró que el trabajo de la planta se efectuaba en horario de

menores tarifas (valle y llano, horario de 00 a 7 y de 7 a 18 horas respectivamente). Se realizará una discriminación de la energía eléctrica en función de los requerimientos de cada producto, en este sentido de acuerdo a las especificaciones del fabricante el consumo de la sección moledora del forraje es del 47 % de la energía eléctrica total de la planta (sección usada para la molienda del material, donde se extrae el producto llamado harina de alfalfa), en tanto que la sección complementaria necesaria para el peleteado del producto requiere el 53 % restante. Además se consideró el porcentaje de fabricación de cada producto (harina ó pellet) Estos coeficientes serán los que se emplearán para el prorrateo de los costos de este servicio. En el anexo 5 se presenta la evolución del costo de este ítem a lo largo de la vida del proyecto.

#### Agua

Con respecto al consumo de agua, se consideró un consumo promedio de 4000 dólares americanos anuales. En el anexo 5 se presenta la evolución del costo de este ítem a lo largo de la vida del proyecto.

#### Otros costos de servicios.

En el anexo 5 se presenta la evolución del costo de este ítem a lo largo de la vida del proyecto, se incluyó costos por servicio de limpieza, seguridad, publicidad en radio, publicidad escrita: volantes y folletos, saneamiento, Internet, contratación de mantenimiento y sitio Web.

#### Mano de obra directa: personal variable

En el Cuadro No. 27 se presenta el costo de mano de obra variable, por anual a pleno funcionamiento.

**Cuadro No. 27** Mano de obra directa.

Planta	Días	Meses	Turnos	Personas	Total
Capataz de Planta	24	8	2	1	12734
Abastecimiento	24	8	2	1	10288
Procesamiento	24	8	2	3	38880
Empacado	24	8	2	1	12960
Ayudante	24	8	2	1	12960
Operarios Tractores	24	9	1	5	39903
					<u>127725</u>

Fuente: elaborado por el autor.

Fueron considerados un operario encargado del traslado de materia prima a planta, tres personas en el área de procesado de la materia prima, un operario en la sección expedición de producto y empaçado (en base a Maroulis y Saravacos, 2008). Además cinco operarios encargados del manejo de los equipos a nivel de campo en tareas de cosecha (corte, acondicionado, picado y levantado en camión para ser trasladado a planta), el traslado de la materia prima se realizará en camión contratado como se mencionó.

#### Gastos de maquinaria

Para las tareas de uso de la maquinaria a nivel de campo se consideró una eficiencia para el equipo de corte y acondicionado de 0,7 horas por hectárea, en tanto que para el caso de levantado y picado 1,5 horas por hectárea, resultando finalmente un total de 2,2 horas trabajadas por hectárea. Se considero en los cálculos un margen de seguridad del 15 % de las horas totales trabajadas en tareas de cosecha. En el anexo 5 se presenta la evolución del costo de este ítem a lo largo de la vida del proyecto.

#### Indirectos

Son aquellos que varían muy poco con los cambios en el nivel de actividad

#### Mano de obra indirecta

A igual que la mano de directa, será requerida para las operaciones de transformación de la materia prima en producto terminado. A los efectos del presente proyecto, no se considerarán ya que correspondería a: encargado de mantenimiento (en el presente proyecto está incluido como costo de contratación de una empresa), Encargado de Compras (realizado por el área administrativa) y encargado de ventas (es considerado un 8% sobre el valor del producto vendido como comisión por ventas).

#### Otros gastos

Se consideraron gastos de oficina para efectuar las tareas diarias: papelería, insumos informáticos, etc.

Además se consideró un costo por imprevistos (5% de costos totales aproximadamente).

Fue considerado un 0,5 % sobre la inversión fija por concepto de impuestos locales.

Finalmente se consideró un valor de seguro del 1 % de costo de planta, instalaciones y equipos.

El costo de estos ítems por año se presenta en el anexo 5 para la situación con financiamiento.

### 3.6.2.3. Costo unitario

A continuación (Cuadro No. 28) se presenta el desglose de los costos finales, mostrando el costo unitario por tonelada de producto final.

**Cuadro No. 28** Desglose de costos para la planta en conjunto.

Planta en Conjunto	Año 1
Costos fijos A (US\$)	74395
Costos fijos B (US\$)	43499
Costos fijos C (US\$)	38613
Costos fijos D (US\$)	73717
Costos fijos E (US\$)	19160
Costos fijos F (US\$)	102644
Costo fijo total (US\$)	352028
Costos variables (US\$)	397995
Costo total (US\$)	750022
Unidades producidas (Ton)	2419
Costo unitario (USD/Ton)	310
Punto Equilibrio (Ton)	3363,3

Fuente: elaborado por el autor.

Referencias:

Costos fijos A: Mano de obra fija

Costos fijos B: Mantenimiento Ind. y Eq; Impuestos locales (0,5 % inv. Fija); Seguro; Energía Eléctrica; Teléfono; agua

Costos fijos C: Depreciaciones (Equipos de Planta)

Costo fijo D: Depreciaciones (Construcciones y otros equipos)

Costos fijos E: Limpieza; Seguridad; Radio; Otros: volantes y folletos; Saneamiento; Internet; Mantenimiento contratado; Útiles de oficina; Sitio Web.

Costos fijos F: Amortización de créditos

### 3.6.3. Ingreso por venta de harina y pellet

En el Cuadro No. 29 se presenta la evolución de las ventas brutas e ingreso proyectado. Se presenta hasta el año 4, año donde se llega a al 95% de la producción máxima.

**Cuadro No. 29** Evolución de las ventas brutas e ingresos proyectados.

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
Pellets				
Volumen Total (Ton)	1935	3097	3484	3677
Ventas Brutas (USD)	431585	690536	776854	820012
Harina Alfalfa				
Volumen Total (Ton)	484	774	871	919
Ventas Brutas (USD)	107896	172634	194213	205003
Ventas Brutas Totales (USD)	539482	863171	971067	1025015

Fuente: elaborado por el autor.

### 3.6.4. Precio de venta

A los efectos de realizar la proyección se consideró un precio por tonelada de pellet y harina de Alfalfa de 223 dólares americanos, siendo esto el resultado del análisis de precios históricos de este tipo de productos. Se tomo el mismo precio final para los dos productos ya que no se disponían otros datos.

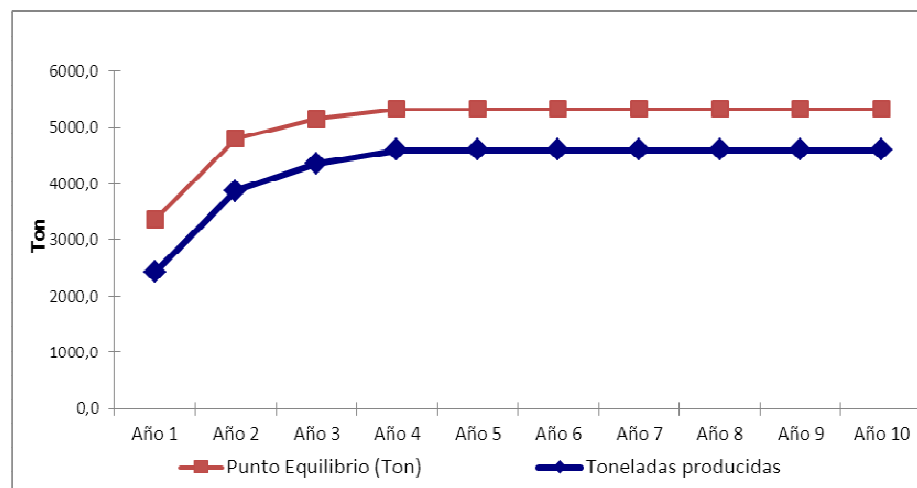
Este precio es CIF, se desprende de las importaciones realizadas por Uruguay en los últimos 5 años (en base a URUNET, 2011). No se tomó en cuenta el costo de despacho, impuestos y ganancia del intermediario.

Se consideró un porcentaje de producción de Pellet del 80% y uno de harina del 20%.

### 3.6.5. Punto de equilibrio

Existen diferentes formas de calcular el punto de equilibrio, en este trabajo se obtendrá el mismo dividiendo el costo total de la planta entre el precio de venta del producto. En la Figura No. 47 se muestra la evolución del éste a través de este procedimiento.

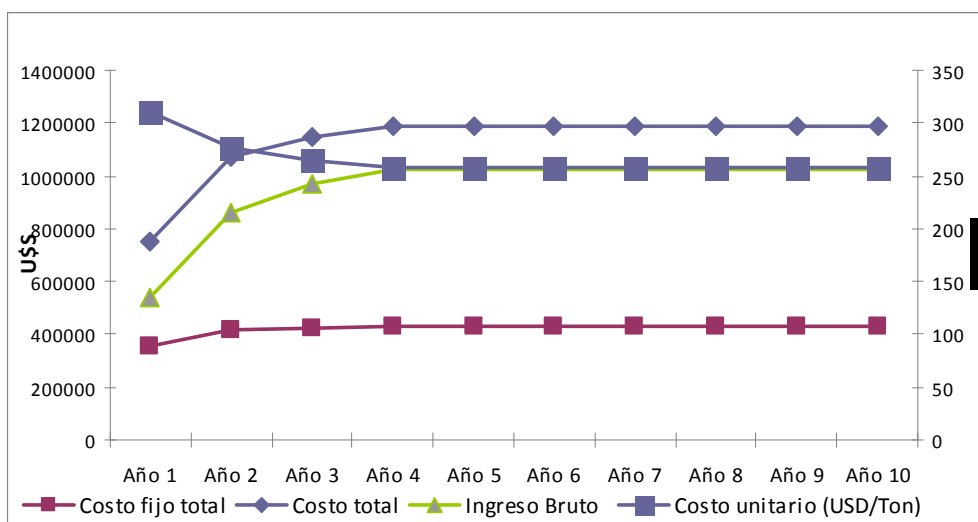
**Figura No. 47** Evolución del punto de equilibrio de la planta y la producción total (en toneladas). Fuente: elaborado por autor.



Se observa que el punto de equilibrio se incrementa hasta que la planta llega al 95 % de su capacidad y estabilizándose posteriormente, comportándose de la misma manera que la producción total de la planta. Claramente esto es consecuencia del método de cálculo (del punto de equilibrio) y también del valor estable del precio por tonelada vendida.

En la Figura No. 48 se presenta el costo total, costo fijo e ingreso bruto para el total de la planta para el período analizado.

**Figura No. 48** Evolución de costo total, costo fijo total, ingreso bruto y el costo por tonelada producida para el total de la planta a lo largo de la vida del proyecto. Fuente: elaborado por el autor.



Como se observa, el costo total unitario disminuye hasta el año 4 en el que la planta llega al 95 % de la capacidad productiva, alcanzando éste un valor más alto que el precio de venta considerado.

### 3.6.6. Flujo de fondos

A continuación se presenta el flujo de fondos del proyecto, con financiamiento (se supuso que el financiamiento solo era tomado para la inversión de la planta, no para el capital de trabajo ) y sin financiamiento (es presentado en los anexos 5 y 6 el detalle de los mismos), finalmente además se presenta para ésta última situación (sin financiamiento) el flujo de fondos con un aumento del 10 % del precio de venta de los productos finales, 246 dólares americanos por tonelada de producto final (denominado en el cuadro: Flujo Fondos s/financ. P+10%).

Después de lograr la máxima producción (95% de la capacidad) en el año 4, el tomar financiamiento genera un flujo de fondos negativo hasta el año 9 a causa de la amortización del crédito y pago del servicios de deuda, en tanto que el año 10 posee un saldo negativo por realizarse en este año el ingreso del valor de rescate de la inversión de la planta, equipos y del capital de giro, esto puede observarse en el Cuadro No. 30.



En el Cuadro No. 31 se muestra un resumen del flujo de fondos para la situación con y sin financiamiento, para éste último caso vemos que el saldo negativo se da en el año 1,2 y 3.

**Cuadro No 30** Flujo de fondos del proyecto sin financiamiento, considerando un Interés = 8%.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
Ventas	539482		863171	971067	1025015	1025015	1025015	1025015	1025015	1025015	1025015
Recuperación Capital	539482		863171	971067	1025015	1025015	1025015	1025015	1025015	1025015	275624
<b>Gastos</b>											
Materia prima	157248		251597	283046	298771	298771	298771	298771	298771	298771	298771
Insumos	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mano de Obra	116556		209800	221456	227284	227284	227284	227284	227284	227284	227284
Reparaciones	25062		25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062
Comercialización	43159		69054	77685	82001	82001	82001	82001	82001	82001	82001
Creditos	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros Gastos	35039		38719	39179	39409	39409	39409	39409	39409	39409	39409
Imprevistos	35000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital de Trabajo	25980		6969	3485	0	0	0	0	0	0	0
	438043		601201	649913	672526	672526	672526	672526	672526	672526	672526
<b>Flujo Fondos s/financ.</b>	<b>-1092674</b>	<b>101439</b>	<b>261970</b>	<b>321154</b>	<b>352489</b>	<b>352489</b>	<b>352489</b>	<b>352489</b>	<b>352489</b>	<b>352489</b>	<b>628113</b>

Fuente: elaborado por el autor.

**Cuadro No. 31** Flujo de fondos del proyecto con y sin financiamiento (resultado final) (en dólares americanos).

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo Fondos c/financ.	-403926	-159191	-102188	-69133	-50863	-50863
Flujo Fondos s/financ.	-1092674	-56548	455	33510	51780	51780

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo Fondos c/financ.	-50863	-50863	-50863	-50863	224761
Flujo Fondos s/financ.	51780	51780	51780	51780	327405

Fuente: elaborado por el autor.

En el Cuadro No. 32 se presenta un resumen del flujo de fondos sin financiamiento, considerando un aumento del 10 % del precio de venta de los productos finales, en ésta situación solamente el año 1 tiene un saldo negativo volviendo rentable el emprendimiento como se verá en la siguiente sección.

**Cuadro No 32** Detalle del flujo de fondos para la situación sin financiamiento considerando un aumento del 10% del precio de venta del producto final, Interés = 8%.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
Ventas	592704	948326	1066867	1126138	1126138	1126138	1126138	1126138	1126138	1126138	1126138
Recuperación Capital	592704	948326	1066867	1126138	1126138	1126138	1126138	1126138	1126138	1126138	275624
<b>Gastos</b>											
Materia prima	157248	251597	283046	298771	298771	298771	298771	298771	298771	298771	298771
Insumos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mano de Obra	116556	209800	221456	227284	227284	227284	227284	227284	227284	227284	227284
Reparaciones	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062
Comercialización	47416	75866	85349	90091	90091	90091	90091	90091	90091	90091	90091
Creditos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros Gastos	35039	38719	39179	39409	39409	39409	39409	39409	39409	39409	39409
Imprevistos	35000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital de Trabajo	25980	6969	3485	0	0	0	0	0	0	0	0
	442301	608013	657577	680616	680616	680616	680616	680616	680616	680616	680616
<b>Flujo Fondos s/financ.</b>	<b>-1092674</b>	<b>150403</b>	<b>340313</b>	<b>409290</b>	<b>445521</b>	<b>445521</b>	<b>445521</b>	<b>445521</b>	<b>445521</b>	<b>445521</b>	<b>721146</b>

Fuente: elaborado por el autor.

### 3.6.7. Análisis de los indicadores financieros

En este apartado se describirán los indicadores financieros más relevantes surgidos del análisis económico. Se presenta a continuación la definición de los indicadores seleccionados, así como también su valor. Finalmente es realizado un análisis general considerando el conjunto de los indicadores.

#### 3.6.7.1. Valor presente neto (VPN)

El Valor Presente Neto es la suma de los beneficios netos de un proyecto actualizados al año cero (Arbeletche, 2006). En el proyecto de referencia los valores de este indicador para la situación con y sin financiamiento se presenta en el Cuadro No. 33.

**Cuadro No. 33** Valor presente neto (en dólares americanos) del proyecto con y sin financiamiento, Interes = 8%.

	VPN
Flujo Fondos c/financ.	-776366
Flujo Fondos s/financ.	-776366
Flujo de Fondos s/financ. P+10%	-209393

Fuente: elaborado por el autor.

Como puede verse el valor del VPN es negativo en los dos casos (con y sin financiamiento), lo que indica que no se obtiene beneficios a lo largo del período analizado en el proyecto de referencia, siendo insuficientes las ganancias para recuperar el dinero invertido. Si es analizada la situación aumentando el precio final un 10% para la situación sin financiamiento, da como resultado un VPN de -209393 dólares americanos. De acuerdo con el VPN para las tres situaciones evaluadas no es conveniente realizar la inversión.

### 3.6.7.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento intertemporal a la cual los beneficios netos del proyecto apenas cubren las inversiones y sus costos de oportunidad (Arbeletche, 2006). Para el caso del proyecto en estudio el valor de la TIR para la situación con y sin financiamiento se muestra en el Cuadro No. 34:

**Cuadro No. 34** Tasa interna de retorno del proyecto con y sin financiamiento.

	TIR
Flujo Fondos c/financ.	#¡DIV/0!
Flujo Fondos s/financ.	-6,4%
Flujo de Fondos s/financ P+10%	4,6%

Fuente: elaborado por el autor.

Como puede observarse, el valor de la TIR es negativo para el caso de la situación sin financiamiento, en este caso, al igual de lo que indica el VPN, se evidencia que no es conveniente realizar la inversión. Para el caso de la situación con financiamiento, se observa que el resultado arrojado por el programa de Microsoft Office Excel® no es válido, lo que es consecuencia de las características del flujo de fondos.

La alternativa con un aumento del precio final del 10% arroja una TIR positiva del 4,6 %.

Si es realizado un análisis de los indicadores en conjunto (VPN y TIR), vemos que ninguno de las dos primeras alternativas (proyecto con y sin financiamiento) son viables económicamente. La tercera alternativa con un aumento del precio de venta del 10% da como resultante un proyecto también no rentable, así lo indica un valor negativo del VAN y una TIR del 4,6%. Se debe agregar que en este caso el resultados del proyecto no permiten compensar los costos de oportunidad impuestos al proyecto (interés del 8%)

En los dos flujos de fondos mostrados en Anexo 5 y 6, se incorpora además el valor de la relación Beneficio / Costo y el Período de recuperación de

capital. En el caso del primero vemos que, naturalmente, esta relación es mas favorable para el caso sin financiamiento (0,901 vs. 0,891, para la situación sin y con financiamiento respectivamente). El periodo de recuperación de capital no es posible calcularlo ya que el proyecto no genera ganancias para las dos situaciones consideradas.

### 3.7. ANALISIS DE RIESGO

La rentabilidad de una planta depende un número de factores técnicos y económicos. Por lo tanto, es crucial obtener el efecto de los factores más importantes sobre la rentabilidad (Maroulis y Saravacos, 2008). El procedimiento resultante para determinar este efecto se denomina análisis de sensibilidad y consiste en variar un factor a la vez y calcular el efecto sobre las medidas de la rentabilidad, en este caso se utilizara el VPN y la TIR.

En el presente estudio fueron variados los precios de la materia prima para la confección la harina y los pellet y el precio de venta del producto final, no se realizo otra variación ya que estos son los que mas impactan sobre la rentabilidad del proyecto. Debe decirse además que no fue considerado variaciones en la capacidad de procesamiento industrial ya que el modelo de planta analizado tienen una capacidad máxima de 2 toneladas / hora.

A continuación en el Cuadro No. 35 se presenta el análisis de sensibilidad de la situación con financiamiento utilizando la variable precio de venta del producto final y su efecto sobre el VPN y la TIR. Como se aprecia, se presenta solo dos valores positivos de la TIR ya que, como fue mencionado anteriormente, las características del flujo de fondos determina este tipo de resultado de este indicador.

**Cuadro No. 35** Análisis de sensibilidad para el flujo de fondos con financiamiento.

Precio Venta (harina y pellet). (dólares americanos/tonelada)	VPN (en Dólares americanos)	TIR (%)
268	383351	19%
245	-209393	1,2%
223	-776366	
201	-1343339	
178	-1936083	

Fuente: elaborado por el autor

Se observa que el presente proyecto presenta una rentabilidad positiva si el precio de venta de la producción es el mas alto que se evaluó, 268 dólares americanos por tonelada, lo que representa un 20% por encima del precio promedio pagado por las empresas importadoras de este tipo de producto en el periodo 2007-2010.

Al momento de analizar la situación sin financiamiento encontramos que la TIR presenta mejores valores con respecto a la situación con el mismo, posee mayor valor a partir de un precio 10 % superior al promedio del periodo 2007-2010 (223 dólares americanos por tonelada), es decir 245 dólares americanos por tonelada, ver Cuadro No. 36.

**Cuadro No. 36** Análisis de sensibilidad para el flujo de fondos sin financiamiento.

Precio Venta (harina y pellet). (dólares americanos/tonelada)	VPN (en Dólares americanos)	TIR (%)
268	383351	13,8%
245	-209393	4,6%
223	-776366	
201	-1343339	
178	-1936083	

Fuente: elaborado por el autor.

Una reducción del costo denominado Insumos (Agua, Energía Eléctrica - variable -, Flete, Otros: bolsas, pallet, etc., Gastos maquinaria y equipos cosecha., que representa el segundo costo de mayor importancia después de la materia prima, alcanzando un 24,4 % el año 1 y el 46% el año 4) determina el siguiente comportamiento del VPN en el flujo de fondos sin financiamiento, ver Cuadro No. 37.



**Cuadro No. 37** Análisis de sensibilidad para el flujo de fondos sin financiamiento ante reducciones del costo denominado insumos.

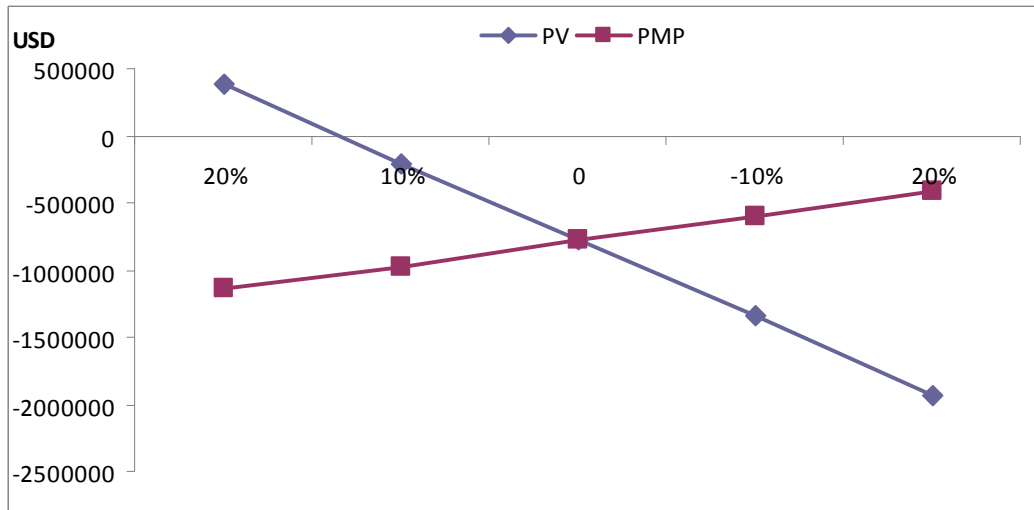
Reducción del Ítem: Insumos (en %)	VPN (en Dólares americanos)	TIR (%)
- 10 %	-592201	-2,5%
-20 %	-408035	1,0%
-30 %	-223870	4,3%
-40 %	-39704	7,4%
-50 %	144461	10,3%

Fuente: elaborado por el autor.

Como se observa, una reducción de un 50% en este ítem resulta en resultados positivos del VPN y de la TIR.

Si es graficada la variación del VPN en función de las variaciones en el precio de venta (PV) y el precio de la materia prima (PMP) vemos que el impacto de estas dos variables es diferencial, estando más comprometida la rentabilidad del proyecto ante variaciones del PV del producto final. Estos se observa en la Figura No. 47. Si bien existe un efecto del precio de compra de la materia prima (PMP) sobre el resultado económico, el margen de reducción posible es escaso, siendo también menos posible si se piensa en las características de las áreas prediales cultivadas con alfalfa en la zona donde fue analizada la instalación de la planta.

**Figura No. 49** Variación del VPN en función del precio de venta del producto (PV) y del precio de la materia prima (PMP). Fuente: elaborado por el autor.



#### 4. CONCLUSIONES

Como fue mencionado en este trabajo, la alfalfa es una leguminosa utilizada mundialmente para la confección de reservas con destino a la alimentación animal, siendo cultivada en el país desde fines del siglo XIX. Actualmente a consecuencia de condiciones de déficit hídrico en los suelos cada vez más frecuentes se ha visto incrementado su cultivo en la zona en estudio y en todo el país, lo que determinara un mayor volumen de este tipo de producto con destino a la alimentación animal.

Este estudio se centro en la instalación de una planta de procesamiento de alfalfa en el noreste de Canelones, ya que, las condiciones edáficas existentes, disponibilidad de chacras, aspectos relacionados a la competencia entre rubros y las características familiares de los productores, brindaban, a juicio del autor, elementos que justificaban este análisis.

Como fue expuesto, el procesamiento de la materia prima y su manipulación no implica procesos ni procedimientos complejos, lo cual es un aspecto destacable de este proyecto, brindando posibilidades de reducción de costos al momento de su manipulación, transporte, almacenamiento y venta. Sin embargo, el resultado económico del emprendimiento arroja resultados negativos, no siendo viable una iniciativa de esta naturaleza en las condiciones consideradas, a saber: precio de la materia prima, precio de venta del producto, tipo de planta (2 toneladas por hora), volumen de producción anual, y precio de insumos y servicios (combustible, mano de obra, energía eléctrica, etc.), principalmente. Estas condiciones locales establecen un encarecimiento de los costos de producción, determinando el aumento del costo por unidad de producto final, volviéndose el negocio menos o no competitivo a nivel nacional (considerándose el precio promedio pagado por las empresas consumidoras).

A nivel país necesariamente debe mejorar el precio de venta promedio de la producción para viabilizar el proyecto ya que ésta variable es la que mas influye sobre su resultado económico. Otros factores de influencia como lo son: la búsqueda de plantas de procesado de mayor eficiencia (relación costo operativo / volumen procesado), plantas móviles (el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina ha desarrollado plantas de este tipo recientemente), reducción del costo al momento de cosecha y transporte desde las chacras (equipos con mayor capacidad de procesamiento, logrando menores costos por materia prima procesada, etc.) pueden ser analizados con

el fin de que resulte en una ecuación económica favorable. Debe agregarse además que, en pos de mejorar las condiciones para llevar adelante la inversión, es conveniente analizar además los beneficios ofrecidos por la Ley N° 16.906, de Promoción y Protección de Inversiones, la cual puede otorgar beneficios fiscales de relevancia.

Si es encarado un proyecto de esta naturaleza con otros destinos con mercados asegurados, por ejemplo mercados internacionales con mayor poder adquisitivo (Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, etc.) puede ser posible lograr una rentabilidad adecuada en las condiciones planteadas. Sin embargo debe analizarse muy detenidamente el tipo de mercado, su distancia, forma de abastecimiento, etc. ya que el reducido margen de este tipo de materia prima hace que se deba establecer una logística muy eficiente que permita aprovechar al máximo posible dicho margen.

## 5. RESUMEN

La alfalfa es una leguminosa que ha sido sembrada en nuestro país desde en siglo XIX, su destino ha sido y sigue siendo la alimentación animal. El mercado de la alfalfa en Uruguay se caracteriza por tener una baja integración entre los diferentes actores, siendo los productos de confección nacional son rollos y fardos prismáticos de 25 kilogramos, importándose harina, pellet y cubos desde Argentina y Chile principalmente. Los pellet y cubos brindan la posibilidad de reducir el costo del flete por kilogramo de producto, además de facilitar su conservación, manipulación, y utilización por parte de los animales. Este trabajo tuvo como objetivo analizar la viabilidad de una planta procesadora de alfalfa en el departamento de Canelones, que posibilite incorporar el cultivo de la alfalfa como alternativa productiva a realizar por parte de productores hortícola ganaderos de esta región. La región de Tala, San Jacinto y Migueles surgen como las mas aptas para la localización de este tipo de emprendimiento ya que cuentan con una mayor proporción de suelos aptas para este cultivo, una menor competencia entre rubros y logran una mejor resultado a la hora de considerar un conjunto de 10 factores locacionales seleccionados. El análisis económico financiero determino que la inversión no es viable económicamente en las condiciones consideradas (precio de pellet y harina de 223 USD/ Tonelada, precio de la materia prima USD 60 / Tonelada, capacidad de procesamiento de la planta de 2 toneladas por hora) para las dos situaciones analizadas, proyecto con y sin financiamiento. Para viabilizar el proyecto es necesaria una reducción del costo de la materia prima mediante la incorporación de tecnología, mejora en la logística y reducción del costo de insumos y servicios.

Palabras clave: Alfalfa; Canelones; Harina; Pellet.

## 6. SUMMARY

Alfalfa is a legume that has been planted in our country in the XIX century, destiny has been animal feeding. The market for alfalfa in Uruguay is characterized by low integration between the different actors, with national manufacture products are rolls and bales of 25 kg prismatic, imported flour, pellets and cubes from Argentina and Chile mainly. The pellet and cubes offer the possibility of reducing the freight cost per kilogram of product, and facilitating its storage, handling, and use by animals. This work was aimed at analyzing the feasibility of an alfalfa processing plant in the province of Canelones, making it possible to incorporate the cultivation of alfalfa as a productive alternative to perform horticulture producers this region. The region of Tala, San Jacinto and Migueles emerge as the most suitable location for this type of venture because they have a higher proportion of soils suitable for this crop, less competition between areas and ensure a better result when consider a set of 10 selected locational factors. The financial and economic analysis determined that the investment is not economically viable under the conditions considered (taking a pellet and flour price of 223 USD / ton, raw material price \$ 60 / ton, processing capacity of plant of 2 tons per hour) for the two situations analyzed, with and without project funding. To make viable the project is necessary a cost reduction of raw material by incorporating technology, improved logistics and reduced cost of inputs and services.

Keywords: Alfalfa; Canelones; Flour; Pellet.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. ADAPA, G.J.; SCHOENAU, L.G.; TABIL, E.A.; ARINZE, A.K.; SINGH, A. K.; DALAI, A. K. 2007. Customized and value-added high quality alfalfa products; a new concept. (en línea). Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. 11: 1-28. Consultado 12 dic. 2012. Disponible en <http://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/870/864>.
2. ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE USINAS Y TRASMISIONES DEL ELÉCTRICAS DEL ESTADO (UTE). 2011. Pliego tarifario 2011. Montevideo. 21 p.
3. ALDABE, L.; OTERO, M. coord. 2007. Plan de desarrollo del noreste de Canelones. Sistematización de una propuesta de desarrollo rural sostenible con enfoque territorial en Uruguay. (en línea). Montevideo, Instituto Interamericano de Desarrollo Agrícola. 70 p. Consultado 12 nov. 2011. Disponible en [http://www.iica.org.uy/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=55&Itemid=](http://www.iica.org.uy/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=55&Itemid=)
4. ARBELETCHÉ, P. 2006. Apuntes del curso de formulación y evaluación de proyectos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 7 p.
5. ARGENTINA. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (INTI). 2006. Mercado interno y externo de cubos y pellets de alfalfa. (en línea). In: Jornada Técnica Proyecto Alfalfa 2010 (1a., 2006, Buenos Aires). Memorias. Buenos Aires, Bolsa de Cereales. 34 p. Consultado 24 set. 2011. Disponible en <http://www.inti.gov.ar/cerealesyoleaginosas/alfalfa2010/pdf/mercado.pps>.
6. ASI INSTRUMENT. 2011. Bulk density and specific gravity chart A. (en línea). New York, ABB Group. 7 p. Consultado 15 oct. 2011. Disponible en [http://www.asiinstruments.com/technical/Materiall/Bulk\\_Density\\_Chart\\_A.htm](http://www.asiinstruments.com/technical/Materiall/Bulk_Density_Chart_A.htm).
7. BACA URBINA, G. 2006. Evaluación de proyectos. 5ª. ed. México, McGraw Hill Interamericana. 412 p.

8. BARANDEBI. 2010. Planta procesadora de alfalfa. (en línea). Santa Rafaela. 6 p. Consultado 8 set. 2011. Disponible en <http://www.barandebi.com.ar/>
9. BETANCOURT MILÁN, J. 2001. Proyecto de inversión para instalar una planta embotelladora de refrescos en Torreón, Coahuila. Tesis Ec. México, D.F., México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Economía. 107 p.
10. BRAGACHINI, M.; CATTANI, P.; RAMÍREZ, E.; RUIZ, S.; USTARROZ, E.; POZZO, L.; GRANDA, E.; BONETTO, L. 1995. Heno de calidad. (en línea). INTA PROPEFO. Cuaderno de actualización Técnica no.1. pp.9-83. Consultado 6 set. 2011. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_henos/54-heno\\_de\\_calidad.htm](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_henos/54-heno_de_calidad.htm).
11. CORIA, G.; MENDOZA, D. 2008. Planta elaboradora de bloques y pellets de yeso. Tesis Ing. Quím. San Rafael, Argentina. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. 157 p.
12. CLASS. 2011. QUANTUM 6800, 5800, 5700, 4700. (en línea). Madrid. 32 p. Consultado 6 jul. 2010. Disponible en <http://www.class.es>
13. DÍAZ LAGO, J.; GARCÍA, J.; REBUFFO, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 17 p. (Serie Técnica no. 71).
14. FAO. 2011. Base de datos estadísticos FAOSTAT. (en línea). Roma. 22 p. Consultado 12 ago. 2011. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/630/default.aspx>.
15. HANSON, C. H. 1980. Ciencia y tecnología de la Alfalfa. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 2, 432 p.
16. HURTADO RIVERA, J. 2008. Formulación y evaluación de proyectos forestales. Huancayo, Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Departamento Académico de Tecnología de la Madera e Industrias Forestales. 139 p.
17. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS. 2011. Declaraciones juradas de empresas comercializadoras de semillas. (en línea). Montevideo. 2



p. Consultado 22 set. 2011. Disponible en <http://www.inase.org.uy/files/docs96a24f7d7bc766c7.xls>.

18. JAHN, E.; SOTO, P.; VIDAL, A. s.f. Ensilaje de alfalfa de buena calidad (en línea). Quilamapu, INIA. 3 p. Consultado 22 nov. 2011. Disponible en <http://www.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/bioleche/BOLETIN8.pdf>
19. JANNASCH, R.; QUAN, Y.; SAMSON, R. 2001. A process and energy analysis of pelletizing switchgrass. (en línea). Quebec, REAP-Canada for Natural Resources. 16 p. Consultado 9 nov. 2011. Disponible en [http://www.reap-canada.com/online\\_library/feedstock\\_biomass/11%20A%20Process.pdf](http://www.reap-canada.com/online_library/feedstock_biomass/11%20A%20Process.pdf)
20. LELY. 2011. Forage Harvest. Lely Tigo. (en línea). Weverskade, 17 p. Consultado 15 set. 2011. Disponible en <http://www.lely.com/en/forage-harvesting>
21. MACDONALD, P.; EDWAEDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. 1999. Nutrición animal. 5a. ed. Zaragoza, Acribia. 592 p.
22. MANI, S. 2005. A systems analysis of biomass densification process. Ph.D. Thesis Chem. Biol. Eng. Vancouver, Canada. University of British Columbia. 196 p.
23. MARICHAL, M. J. 1989. Subproductos agroindustriales; su potencial en la alimentación animal. Almanaque del Banco de Seguros del Estado 1989: 296-302.
24. MAROULIS, Z.; SARAVACOS, G. 2008. Food plant economics. Boca Raton, FL, CRC. 352 p.
25. MENDIETA, B. 2005. Formulación y evaluación de proyectos de inversión agropecuaria. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 244 p.
26. MOLFINO, J. 2009. Estimación del agua disponible en los grupos CONEAT; metodología empleada. Montevideo, MGAP. 15 p.
27. MORÓN, A. 2004. Alfalfa; fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay. (en línea). INPOFOS Cono Sur. 38: 1-6. Consultado 11 dic. 2011. Disponible en [133](http://ppi-</a></li></ol></div><div data-bbox=)

[ppic.org/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/519E05486C44ADE903256AE9005ECEA0/\\$file/AlfalfaUruguay.pdf](http://ppic.org/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/519E05486C44ADE903256AE9005ECEA0/$file/AlfalfaUruguay.pdf)

28. NEW, N. 1987. A manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. (en línea). Rome, FAO. 275 p. Consultado 21 set. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/S4314E/s4314e00.htm#Contents>.
29. ORLOFF, S.; CARLSON, H. eds. 1996. Alfalfa intermountain management. (en línea). Oakland, California, University of California. 138 p. Consultado 3 nov. 2011. Disponible en <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/2129/18336.pdf>
30. QUINTANS, D. 2007. Análisis económico de la actividad cunícola para producción de carne. (en línea). Anuario OPYPA 2008: 95-101. Consultado 23 ene. 2012. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario08/material/pdf/07.pdf>.
31. REBUFFO, M. 2000. Implantación. In: Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 29-36 (Boletín de Divulgación no. 69).
32. ROMERO, L.; BRUNO, P.; JUAN, L. 1995. Conservación del forraje de alfalfa. In: Instituto Nacional de Tecnología Argentina. La alfalfa en la Argentina. Cuyo, INTA. pp. 173-192.
33. SAPANG, N.; SAPANG, R. 1991. Preparación y evaluación de proyectos. 2ª. ed. México, Mac-Graw Hill Interamericana. 388 p.
34. SCHNEPF, D.; DOHLMAN, E.; BOLLING, C. 2001. Agriculture in Brazil and Argentina; developments and prospects for major field crops. (en línea). Washington, D.C., USDA. Market and Trade Economics Division. Economic Research Service. 77 p. Consultado 21 ene. 2012. Disponible en [http://www.ers.usda.gov/media/295731/wrs013\\_1\\_.pdf](http://www.ers.usda.gov/media/295731/wrs013_1_.pdf).
35. SOKHANSANJ, S.; TURHOLLOW, A.F. 2004. Biomass densification – cubing operations and costs for corn stover. Applied Engineering Agriculture. 20 (4): 495–499.
36. SOLARI, M. 2008. Babesiosis en equinos. (en línea). Montevideo, MGAP. Dirección General de Servicios Ganaderos. 4 p. Consultado ago. 2011. Disponible en

[http://www.mgap.gub.uy/DGSG/DILAVE/Parasitolog%C3%ADa/Publicaciones/2\\_Babesiosis%20en%20equino.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/DILAVE/Parasitolog%C3%ADa/Publicaciones/2_Babesiosis%20en%20equino.pdf).

37. SUTTIE, J.M. 2003. Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. (en línea). Roma, FAO. 322 p. Consultado 4 nov. 2011. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/x7660s/x7660s00.pdf>
38. TIS CONSULTING GROUP. 2009. Diseño de estrategias de mercado, logísticas y de adecuación de productos para la integración de la alfalfa mexicana en el comercio global de forrajes. (en línea). México, SAGARPA. 237 p. Consultado set. 2011. Disponible en [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_pr\\_omercado/ALFALFA.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_pr_omercado/ALFALFA.pdf).
39. TRENCHI, H. 1968. Alimentación en la práctica; Avicultura. Almanaque del Banco de Seguros del Estado 1968: 115-130.
40. TURHOLLOW, A.; DOWNING, M.; BUTLER, J. 1996. The cost of silage harvest and transport systems for herbaceous crops. (en línea). In: National Bioenergy Conference (7a., 1996, Tennessee). Proceedings. Tennessee, Oak Ridge National Laboratory. Energy Division and Environmental Sciences. p. irr. Consultado 16 ene. 2012. Disponible en <http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/449838rjiniRX/webviewable/449838.pdf>
41. UNIVERSIDAD DE CHILE (CHILE). FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS. DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA. 2011. Datos meteorológicos de Chile. (en línea). Valparaíso. 2 p. Consultado 13 set. 2011. Disponible en <http://www.atmosfera.cl>.
42. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. CÁTEDRA DE EDAFOLOGÍA. s.f. Distribución de vertisoles en el Uruguay. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado 6 jun. 2011. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/>.
43. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. CATEDRA DE FERTILIDAD DE SUELOS. 2009. Manual de prácticas del curso. Montevideo. 35 p.
44. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay a escala 1:1.000.000. Montevideo. p. irr.

45. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. COMISIÓN NACIONAL DE ESTUDIO AGROECONÓMICO DE LA TIERRA. 1979. Grupos de suelos; índices de productividad. Montevideo. 167 p.
46. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 2011. Estadística climatológica 1961-1990. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado 23 jun. 2011. Disponible en <http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>.
47. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. COMISIÓN NACIONAL DE ESTUDIO AGROECONÓMICO DE LA TIERRA. 1994. Grupos de suelos; índice de productividad. Montevideo. 182 p.
48. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2001a. Anuario estadístico agropecuario 2000. Montevideo. 240 p.
49. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2001b. Censo general agropecuario 2000; resultados definitivos. Montevideo. v.1, 44 p.
50. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2002. Encuesta ganadera 2001. Montevideo. 57 p. (Serie de Encuestas no. 211).
51. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2003a. Encuesta avícola 2002. Montevideo. 81 p. (Serie Trabajos Especiales no. 30).
52. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2003b. La producción de cerdos en Uruguay; contribución a su conocimiento. Montevideo. 22 p.
53. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2009. La producción lechera en Uruguay, año 2007. Montevideo. 79 p. (Serie de Encuestas no. 278).
54. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2011a. Encuesta a productores de pollos parrilleros a façón 2010. Montevideo. 21 p. (Serie Encuestas no. 298).
55. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2011b. Serie histórica de datos. (en línea). Montevideo. 34 p. Consultado 18 ago. 2011. Disponible en

<http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?5,60,O,S,0,MNU;E;2;16;10;6;MNU;,.>

56. \_\_\_\_\_ .DIVISION DE SUELOS Y AGUAS. 2002. Compendio de actualización Informático de suelos del Uruguay. Montevideo. 1 disco compacto.
57. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y MINERÍA. 2009. Informe a gabinete productivo, fase I - Cadena avícola, análisis de la cadena y pronóstico preliminar. (en línea). Montevideo. 26 p. Consultado 13 nov. 2011. Disponible en <http://www.miem.gub.uy/portal/agxppdwn?5,10,423,O,S,0,5014%3BS%3B1%3B258>
58. URUNET. 2011. Foreign trade statistics. (en línea). Montevideo. 22 p. Consultado 4 ago. 2011. Disponible en <http://www.urunet.com.uy/>
59. VILLA ROJAS, R. 2000. Máquinas para la cosecha y suministro de forrajes. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Publicación Docente no. 10. 79 p.
60. WIERSMA, D.; HOLMES, B. s.f. Estimating the weight of forage in a forage wagon. (en línea). s.l., University of Wisconsin. Marshfield Agricultural Research Station. 3 p. Consultado ago. 2011. Disponible en <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/ForageBox.htm>.

## 8. ANEXOS

### **Anexo 1**

#### 8.1. MACRO-LOCALIZACIÓN

Localización de la materia prima: regionalización del cultivo de alfalfa en Canelones

En esta sección se realizará una regionalización del departamento de Canelones a los efectos de delimitar una o varias regiones que permitan la producción y el crecimiento de este cultivo. A la hora de realizar esta regionalización se tendrán en cuenta características particulares de cada zona referidas a las características edáficas (profundidad, permeabilidad, excesos de alcalinidad ó de acidez de suelos, almacenaje de agua) y características referidas a participación de otros rubros en los sistemas de producción.

##### 8.1.1. Requerimientos edáficos

En el cuadro No 38 se presenta los requerimiento del suelo para el cultivo en base a Orloff y Carlson (1996).

**Cuadro No. 38** Características de los sitios ideales, marginal e indeseable para la producción de alfalfa.

CARACTERISTICAS	UNIDAD DE MEDIDA	IDEAL	MARGINAL	INDESEABLE
Textura del Suelo		Franco arenoso-arcilloso	Arena arcillosa, arcilla limosa	Arena, arcilla
Profundidad	mt	> 0,92	0,92 – 1,83	< 0,92
Química del Suelo				
pH		6.3–7.5	5.8–6.3 y 7.5–8.2	<5.8 o >8.2
Frecuencia de anegamiento o altura del nivel freático		Nunca	Solo durante el periodo de dormancia	A veces, durante periodos de crecimiento activo
Pendiente		Casi al mismo nivel	Ligeramente inclinados a 12% de pendiente	>12% de Pendiente
Suministro de agua	Lt/min/ha	>74,8	51,4–74,8	<41,4

Fuente: Orloff y Carlson (1996).

Nota: Estas categorías son aproximados y deben ser modificadas cuando se justifique por la experiencia, las prácticas locales, las condiciones especiales, o el método de riego.

Para el caso del sitio indeseable, se debe decir que estos sitios son considerados no aptos para la producción de alfalfa, podrían ser rentables si es empleado prácticas especializadas de gestión para la regeneración del perfil.

Orloff y Carlson (1996) mencionan que algunas limitaciones del sitio puede ser superado o reducido, pero el costo puede ser alto, afectando la rentabilidad futura. Si el sitio posee malas condiciones, la producción de alfalfa puede no ser rentable, incluso en una óptima gestión del cultivo. Al seleccionar un sitio para la producción de alfalfa se debe tener en cuenta las propiedades físicas y químicas del suelo, la probabilidad de inundación, la topografía, y la cantidad y calidad del agua de riego, si este está disponible (Orloff y Carlson, 1996).

A los efectos de delimitar el área para la siembra del cultivo de alfalfa se describen a continuación las propiedades edáficas más relevantes.

#### 8.1.1.1. Propiedades físicas

##### Textura del suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla que contiene éste. Esta propiedad afecta la capacidad de almacenaje de agua y la velocidad de infiltración. La arcilla absorbe mas agua mientras que la arena permite una mayor velocidad de infiltración y percolación. Si bien la alfalfa crece sin problemas en una amplia gama de texturas, es preferible una franco – arenosa a franco–arcillosa. Estos tipos de suelo proporcionan la mejor combinación de retención de agua y de infiltración del agua en el suelo para la alfalfa, siendo difícil la producción en suelos arcillosos (de textura fina). En estos suelos, la infiltración de agua y drenaje son muy lentos, teniendo una aireación pobre ya que los poros son pequeños en estos suelos, haciéndose dificultosa la difusión de oxígeno a las raíces de las plantas, perjudicando su crecimiento.

En nuestro país en el sur existe abundancia de área con suelo de tipo vertisoles como suelos dominantes, también asociados, así como con características verticas. Este tipo de suelos son uno de los más aptos para el crecimiento de este cultivo por sus características físicas y químicas<sup>13</sup>.

##### Profundidad del perfil de suelo

Cuanto mas profundo es el suelo, mas capacidad de almacenaje de agua y nutrientes posee, es importante la profundidad del perfil, que permita una adecuada exploración de las raíces. Orloff y Carlson (1996) en la región de California recomiendan como mínimo una profundidad del perfil de 0,91 metros (3 pies) para asegurar que las raíces tengan una buena exploración. También se debe asegurar, a lo largo del perfil, no tener problemas de capas endurecidas ó “suela de arada” que impida el desarrollo en profundidad del sistema radicular.

---

<sup>13</sup> Califra, A. 2011. Com. personal



## Anegamiento

Como es sabido, la alfalfa no tolera condiciones de excesiva humedad en el suelo durante los periodos de activo crecimiento, un aumento o fluctuaciones en la napa freática en la zona radicular pueden reducir severamente el rendimiento. El agotamiento del oxígeno en la zona radicular y condiciones excesivamente húmedas provoca un aumento de las enfermedades de raíz y corona (como la podredumbre de raíz *Phytophthora*).

### 8.1.1.2. Propiedades químicas

#### Fertilidad

El material original del suelo determina en gran medida su contenido mineral y la fertilidad, así como también las demás propiedades químicas, en tal sentido debe tenerse muy presente el tipo de material originador de los suelos, para de esta forma, seleccionar el mejor sitio para establecer el cultivo.

#### Acidez

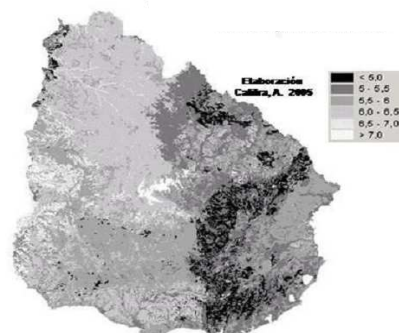
Los suelos ácidos presentan diversos problemas para el crecimiento del cultivo de la alfalfa, pudiendo mencionarse como los más importantes: a) efectos sobre la nutrición fosfatada de las plantas, b) toxicidad de aluminio y/o manganeso, c) deficiencia de algunos minerales como magnesio (Mg), potasio (K) y molibdeno (Mo), d) inhibición del proceso de fijación biológica de nitrógeno (N) , y e) restricciones y deformaciones en el crecimiento radicular (Marschner, citado por Morón, 2004). Estos efectos se traducen en dificultades de implantación, mermas de rendimiento y menor persistencia. Los suelos tienen mecanismos capaces de oponerse a los cambios de acidez (poder buffer). Los suelos arenosos y con bajo contenido de materia orgánica son los suelos que presentan la menor capacidad para amortiguar los procesos de acidificación (Morón, 2004)

La alfalfa entra dentro de la categoría de las leguminosas muy sensibles a la acidez, pudiendo decirse que el pH (agua) óptimo se encuentra entre 6.0 y 6.5 (Sinclair et al., McLean y Brown, citados por Morón, 2004). Valores de pH (agua) inferiores a 5.5 serían especialmente críticos. Valores excesivamente altos, superiores a 7.5, pueden inducir desbalances nutricionales entre las bases (relaciones K / Ca y K / Mg) así como disminuir la disponibilidad de

algunos micronutrientes. Una alternativa para superar las limitaciones que impone la acidez del suelo es su corrección por vía de aplicar calcáreo.

La clasificación de los diferentes Grupos CONEAT en base al pH de suelos principales y asociados descriptos se presenta en la Figura No.50. Se debe mencionar que ésta información es aproximada, permitiendo delimitar áreas en una primera instancia, debiendo profundizar en el estudio de esta característica al momento de seleccionar un área para implantar el cultivo ya que la información nacional existente es de carácter general <sup>13</sup>.

**Figura No.50** Clasificación de grupos Coneat en base a ph promedio.  
Fuente: UDELAR (URUGUAY). FA (2009)



### Fósforo

Sin lugar a dudas, el fósforo (P) es un macronutriente que tiene alto impacto en la productividad, calidad y persistencia de la alfalfa (Morón, 2004). Los estudios de respuesta al agregado de fertilizante fosfatado (superfosfato) realizados en INIA La Estanzuela cuantifican importantes incrementos de producción cuando se parte de niveles bajos de disponibilidad de P en el suelo (Morón, 2004). La respuesta a la refertilización es dependiente del nivel de disponibilidad de P en el suelo (Morón, 2004).

### Potasio y Azufre

El K es un macronutriente que cumple diversas funciones en las plantas. Debe mencionarse que la capacidad de suministro de este nutriente es muy heterogénea en los distintos suelos del país (Hernández et al., citados por Morón, 2004). El azufre (S) es un elemento constituyente de los aminoácidos

cisteína y metionina y por tanto de las proteínas. También es constituyente de otros compuestos orgánicos esenciales para los distintos procesos metabólicos de las plantas. Según Morón (2004), la alfalfa es una leguminosa que presenta importantes requerimientos de S. En términos generales debe prestarse atención a este nutriente cuando: a) se pretenden lograr altos rendimientos; b) los suelos son de textura liviana y con bajos contenido de materia orgánica; c) cuando en los últimos años se han utilizado fertilizantes conteniendo solamente N y/o P; y c) el suelo en cuestión ha sido utilizado frecuentemente con destino de producción de reservas forrajeras.

Salinidad y sodicidad (en base a Morón, 2004)

Puede existir problemas con la sal en exceso en el suelo (determinado suelos salinos) y también con el sodio (lo que da lugar a suelos sódicos), a alfalfa es moderadamente sensible a la sal. Un contenido de sal elevado puede ser tóxico y reducir la disponibilidad de agua para las plantas. Indicadores visuales clásicos del exceso de sal son las manchas de color blanco sobre la superficie del suelo cuando se seca y la presencia de malezas tolerantes a la sal.

#### 8.1.2. Regionalización

A los efectos del presente estudio se realizará un análisis considerando las propiedades mas relevantes para el cultivo, aquellas que influyen en mayor medida sobre su productividad, ya sea por sus efectos, su relevancia a nivel de la superficie nacional y por la disponibilidad de información. Las propiedades en las cuales será basado el estudio son: pH, drenaje y capacidad de almacenaje de agua.

A continuación se realizará un análisis mediante diferente procedimientos, considerando diferentes fuentes de información, para finalmente realizar una conclusión final. Se iniciará el análisis estimando la superficie actual de este cultivo, continuando con la estimación de la superficie potencial del mismo en cada región (como se esquematiza en el Cuadro No. 39). Se finaliza el apartado con un breve análisis de la competencia entre rubros sobre la superficie disponible para el cultivo de alfalfa.

**Cuadro No. 39** Fuentes, información utilizada y resultado.

Fuentes	INASE (Declaraciones empresas comercializadoras de semilla) y Censo General Agrop. 2000	Dirección de Suelos y Aguas – MGAP.	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca.
Información utilizada	- % de semilla de alfalfa utilizada por los productores  - Uso del suelo a nivel predial.	Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay 1976	Clasificación de suelos CONEAT
Resultado	Superficie de alfalfa sembrada actualmente (aproximación)	Superficie potencialmente utilizable para el cultivo de alfalfa	Superficie potencialmente utilizable para el cultivo de alfalfa

Fuente: elaborado por el autor.

Si a la hora de estimar la superficie ocupada por el cultivo de alfalfa en el departamento de Canelones, es usada la información del Censo General Agropecuario del año 2000 referida a uso del suelo, se observa que no es posible conocer cual es la superficie exacta de este cultivo, ya que está incluida dentro del ítem Praderas artificiales (ver Cuadro No. 40).

**Cuadro No. 40** Aprovechamiento de la tierra en el departamento de Canelones: superficie explotada según uso del suelo.

Uso del suelo	Superficie explotada	
	Hectáreas	(%)
<b>TOTAL</b>	<b>353.359</b>	<b>100,0</b>
Bosques naturales	8.406	2,4
Bosques artificiales	23.774	6,7
Frutas cítricas	824	0,2
Otros frutales	5.718	1,6
Viñedos	5.859	1,7
Cultivos de huerta.	16.212	4,6
Cultivos cerealeros e industriales	6.840	1,9
Cultivos forrajeros anuales	17.660	5,0
Tierra arada al 30/06/00.	7.219	2,0
Tierras de rastrojo	7.373	2,1
Praderas artificiales	56.204	15,9
Campo natural sembrado en cobertura	7.299	2,1
Campo natural fertilizado	5.006	1,4
Campo natural	180.767	51,2
Tierras improductivas	4.198	1,2

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001b).

Nota: Areas de Enumeración: 301001, 301002, 301003, 301004, 301005, 301006, 301007, 301999, 302001, 302002, 302003, 302004, 302005, 302006, 303001, 303002, 303003, 303004, 303005, 303006, 303007, 304001, 304002, 304003, 304004, 304005, 304006, 304007, 304008, 305001, 305002, 305003, 305004, 305005, 306001, 306002, 306003, 306004, 306005, 306006, 306007, 307001, 307002, 307003, 307004, 307005, 307006, 308001, 308002, 308003, 308004, 308005, 308006, 309001, 309002, 309003, 309004, 309005, 309006, 310001, 310002, 310003, 310004, 310005, 310006, 310007, 310008, 311001, 311002, 311003, 311004, 311005, 311006, 311007, 312001, 312002, 312003, 312004, 312005, 312006, 312007, 313001, 313002, 313003, 313004, 313005, 313006, 314001, 314002, 314003, 314004, 314005, 314006, 314007,

314008, 315001, 315002, 315003, 315004, 315005, 315006, 315007, 315008, 316001, 316002, 316003, 316004, 316005, 317001, 317002, 317003, 317004, 317005, 317006, 317007, 318001, 318002, 318003, 318004, 318005, 318006, 318007, 319001, 319002, 319003, 319004, 319005, 319006.

Ahora bien, si es analizada esta información y las Declaraciones Juradas de las Empresas Distribuidoras de Semilla (datos promedio periodo 2002-2010) del Instituto Nacional de Semilla (INASE, 2011), que muestran una demanda promedio del periodo considerado de 1,56 % de semilla de Alfalfa dentro del total de superficie sembrada del país es posible estimar la superficie sembrada con este cultivo. El porcentaje presentado anteriormente es concordante con el presentado por Rebuffo (2000) (a pesar de que este autor solo hace referencia a la semilla importada en el año 1998), determinó una superficie de 11.300 hectáreas totales en Uruguay (0,98% de la superficie de pasturas sembradas en el total del país)

Se llevo adelante un procedimiento de calculo que consistió en tomar el porcentaje de uso de semilla de alfalfa y multiplicarlo por la superficie abarcada por: a) Cultivos forrajeros anuales, b) Tierra arada al 30/06/00, c) Tierras de rastrojo y d) Praderas artificiales, resultando en 1380 hectáreas de cultivo de alfalfa en el año 2000 en el departamento de Canelones.

Analizando estos datos se debe realizar una serie de puntualizaciones ya que el resultado obtenido es consecuencia de una serie de supuestos necesario para poder lograr un valor final. Se creyó mas adecuado para estimar la superficie de alfalfa en el departamento utilizar información proporcionada por el Censo General Agropecuario del año 2000, ya que brinda una mejor calidad de información que los brindados por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto Agropecuario (OPYPA) para el año 2010. Tomar este valor permite lograr una mayor precisión a la hora de calcular la superficie ocupada por el cultivo, ya que los datos proporcionados por INASE (2011), no permiten conocer el consumo de semilla por departamento, tampoco siendo posible obtener este tipo de valor de acuerdo con técnicos del instituto<sup>14</sup>. Debe agregarse además que se partió del supuesto que el consumo de semilla en el departamento era similar al porcentaje a nivel nacional (1,6 %), además de no considerarse la cosecha propia ni la compra a otro productor de la semilla a sembrar, dos modalidades que se dan en el agro uruguayo.

---

<sup>14</sup> Rebollo, A. 2011. Com. personal.

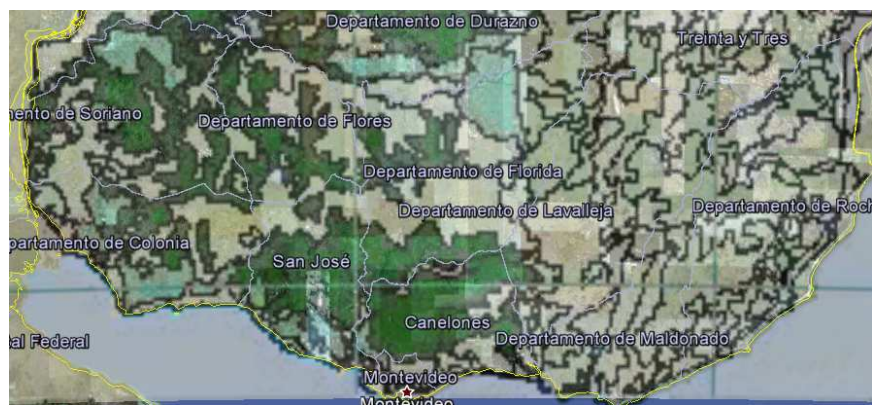
#### 8.1.2.1. Estimación de la superficie potencial

En base a la carta de suelos del Uruguay (URUGUAY. MAP, 1976)

El primer método de aproximación usado a los efectos de calcular la superficie potencial para el cultivo se realizará considerando la distribución de vertisoles en nuestro país, tomando como insumo la información disponible en el sitio Web de la UDELAR (URUGUAY). FA. CE (s.f.). En base a esta información se realizó la estimación de la superficie abarcada por este tipo de suelos en el departamento de Canelones (debe mencionarse que estos datos presentan limitantes ya que el mapa muestra el área donde los vertisoles son dominantes, coexistiendo otro tipo de suelos asociados a ellos distribuidos por toda la región).

El calculo del área se realizó por medio del software GE Path (versión 1.4.5) sobre Carta de Distribución de Vertisoles en Uruguay de la División de Suelos y Aguas /Ministerio de Agricultura y Pesca, 1976, Escala 1:1.000.000. Este mapa se presenta en la Figura No.51.

**Figura No.51** Distribución de vertisoles en Uruguay. Fuente: URUGUAY. MAP (1976).



Nota: La superficie de color verde representa el área donde este tipo de suelos son dominantes

El procedimiento antes mencionado permitió llegar a una superficie potencial estimada en el departamento de Canelones) de 315.866 hectáreas (presentada en blanco en la Figura No.52).

Como fue mencionado anteriormente, la superficie considerada incluye diferentes tipos de suelos dominantes y asociados a los vertisoles antes mencionados, todos ellos ubicados dentro de las unidades de suelo que caracterizan el departamento. Muchos de estos suelos (perfiles) presentan una acidez tal que no permite la viabilidad del cultivo de alfalfa, por este motivo es importante considerar a estos datos solamente como información complementaria a la demás presentada en este trabajo.

**Figura No.52** Distribución de vertisoles en Canelones. Fuente: URUGUAY. MAP (1976).



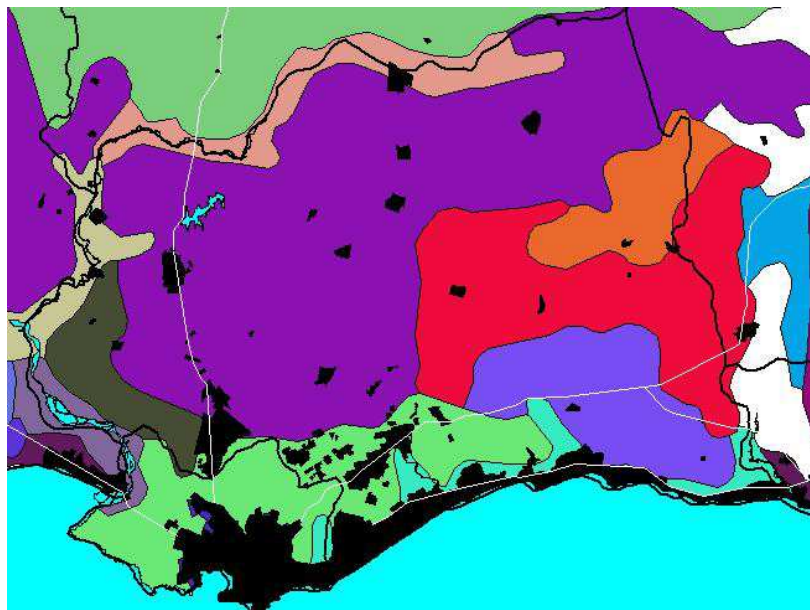
Nota: Las líneas blancas corresponden a los límites departamentales.

Estimación en base a la información proporcionada por las unidades de suelo CONEAT

En base a las unidades de suelo CONEAT es posible seleccionar la unidad más apta a nivel general para la implantación del cultivo de alfalfa. A continuación se analiza cada una de las encontradas en el departamento, considerando los suelos dominantes, asociados y su distribución. En la Figura No.53 se muestra su distribución a nivel del departamento de Canelones.



**Figura No. 53** Distribución de las unidades de suelo en el departamento de Canelones (los límites departamentales son representados por la línea negra; las rutas nacionales con la línea blanca; las ciudades están representadas por las figuras irregulares en negro). Fuente: elaborado por el autor en base URUGUAY. MGAP. DSA (2002).



Referencias: Violeta: Tala-Rodríguez; Naranja: Chapicuy; Rojo: San Jacinto; Blanco: Valle Aiguá; Verde (parte superior): Isla Mala; Verde oscuro (parte inferior izquierda): Ecilda Paullier –Las Brujas; Verde Claro (parte inferior): Toledo; Azul: San Carlos; Rosado: San Ramón; Gris (parte superior izquierda): Cebollatí.

Las unidades mas representativas caracterizas por los grupos de suelos CONEAT que la integran, superficie y propiedades como drenaje y almacenamiento de agua se muestran en el Cuadro No. 41. No fueron consideradas en el cálculo de superficie final las unidades que presentaban drenaje insuficiente, ya que se considera que es una propiedad excluyente.

**Cuadro No. 41** Caracterización de las unidades de suelo CONEAT del departamento de Canelones.

Unidad de Suelo	Grupo CONEAT	Superficie (has)	Drenaje	Almacenaje Agua (mm)	Superficie (hás)
Tala - Rodríguez	9.4;10.8b	222218		Hasta 104	222218
San Jacinto	10.8a	64689	Insuficiente		
Chapicuy	9.42;9.41;9.8;	21666		Hasta 104	21666
San Carlos	4.2	42296		Hasta 42	42296
Toledo	10.6b;10.6a	34538	Insuficiente		
Ecilda Paulier - Las Brujas	11.10;11.9;9.4	19929		Hasta 145	19929
Cebollati	3.2;3.31	24286	Insuficiente		
San Ramón	3.41	28654	Insuficiente		
		458276			306109

Fuente: elaborado por el autor en base a URUGUAY. MAP. CONEAT (1979).

Nota: a pesar de que el grupo de suelos 10.8b presenta drenaje Algo Pobre, fue incluido en el estudio ya que no fue posible saber la superficie que abarca en el departamento.

Si es tomado como insumo para el cálculo de la superficie potencial del cultivo de alfalfa los grupos de suelos CONEAT (considerando parte de la información presentada en el Cuadro No. 40), realizando para esto un análisis de los suelos dominantes y asociados de acuerdo con su pH, es posible hacer una nueva selección de grupos en función de ésta característica, ver Cuadro No. 54. Posteriormente fue considerado para ubicar el tipo de suelo en cada categoría la información presentada por Orloff y Carlson (1996), presentado en el Cuadro No. 38.

**Cuadro No. 54** Caracterización de las unidades de suelo CONEAT (en base a los suelos dominantes y asociados) del departamento de Canelones en función del ph

Unidad de Suelo	Grupo CONEAT	Sitio Ideal		Sitio Marginal	
		Suelos dominantes aptos / Suelos dominantes totales	Suelos asociados aptos / Suelos asociados totales	Suelos dominantes aptos / Suelos dominantes totales	Suelos asociados aptos / Suelos asociados totales
Tala - Rodríguez	9.4;10.8b	2/3	0/4	1/3	0/4
San Jacinto	10.8a	2/2	0/1	0/2	0/1
Chapicuy	9.42;9.41;9.8;9.2;9.6	1/3	2/2	3/3	0/2
San Carlos	4.2	0/1	1/2	0/1	1/2
Toledo	10.6b;10.6a	1/1	1/3	0/1	2/3
Ecilda Paulier - Las Brujas	11.10;11.9;9.4; <b>10.8b</b>	1/2	0/3	1/2	2/3
Cebollati	3.2;3.31	0/2	0/1	0/2	0/1
San Ramón	3.41	0/1	0/1	1/1	0/1

Fuente: elaborado por el autor en base a URUGUAY. MAP. CONEAT (1979).

Se tomó como supuesto que los suelos dominantes ocupan un área del 60% y los asociados un 40% en la superficie de cada unidad, multiplicándose este porcentaje por estos valores y a la vez clasificándolos por la calidad del sitio, se obtiene el Cuadro No. 42.

**Cuadro No. 42** Porcentaje de suelos con condiciones ideales, marginales y el porcentaje total (IxM) para el cultivo de la alfalfa, según unidad de suelo

Unidad de Suelo	Grupo CONEAT	Ideales (I) (%)	Marginales (M) (%)	Porcentaje Total
Tala - Rodríguez	9.4;10.8b	40	20	32
San Jacinto	10.8a	60	0	
Chapicuy	9.42;9.41;9.8;9.2;9.6	60	60	60
San Carlos	4.2	20	20	20
Toledo	10.6b;10.6a	73	27	
Ecilda Paulier - Las Brujas	11.10;11.9;9.4;10.8b	30	57	41
Cebollati	3.2;3.31	0	0	
San Ramón	3.41	0	60	

Fuente: elaborado por el autor en base a URUGUAY. MAP. CONEAT (1979).

Nota: para el caso del Porcentaje Total se considero para el cálculo una participación de suelos dominantes del 60% y de asociados del 40 %.

La columna llamada % Total corresponde al producto entre el área ideal y la marginal, es un dato complementario que muestra que las unidades de suelo mas aptas para el cultivo son, en orden de importancia: Chapicuy, Ecilda Paulier- Las Brujas, Tala-Rodríguez y finalmente San Carlos. Las restantes que se encuentran en letra cursiva, no serán tenidas en cuenta por problemas a nivel general (de acuerdo al grupo de suelos CONEAT) de pH o drenaje que impiden el desarrollo adecuado de la alfalfa.

A los efectos de conocer la superficie potencial para el cultivo, se calcularon las superficies abarcadas por estos grupos en el departamento de

Canelones. Solo fueron considerados aquellos grupos de suelo que cumplieran con las necesidades del cultivo de alfalfa (en base a los criterios antes mencionados). El Cuadro No. 43 muestra las hectáreas totales a las cuales se llevo.

**Cuadro No. 43** Coeficientes utilizados y superficie Ideal y marginal calculadas (en hectáreas)

Unidad de Suelo	Ideal (%)	Marginal (%)	Superficie (has)*	Drenaje	Almacenaje Agua (mm)**	Ideal (hás)	Marginal (hás)
Tala - Rodríguez	40	20	222218		Hasta 104	88887,2	44443,6
San Jacinto	60	0	64689	No adecuado			
Chapicuy	60	60	21666		Hasta 104	12999,6	12999,6
San Carlos	20	20	42296		Hasta 42	8459,2	8459,2
Toledo	73	27	34538	No adecuado			
Ecilda Paulier - Las Brujas	30	57	19929		Hasta 145	5978,7	11293,1
Cebollati	0	0	24286	No adecuado			
San Ramón	0	60	28654	No adecuado			
			458276			116324,7	77195,5

Fuente: elaborado por el autor en base URUGUAY. MAP (1976), URUGUAY. MAP. CONEAT (1979), URUGUAY. MGAP. CONEAT (1994).

\* URUGUAY. MAP (1976).

\*\* En base a Molfino (2009)

Para lograr estos valores se utilizó el total de suelos dominantes de las unidades abarcadas (Tala – Rodríguez 3 suelos dominantes, San Jacinto 2 suelos dominantes, Chapicuy 3 suelos dominantes), los cuales como se dijo, poseían una participación del 60%.

Avanzando en el análisis y profundizando la estimación de la superficie a nivel predial total, se realizo el cálculo considerando la proporción del área pastoril dentro del establecimiento, así como también la participación del cultivo en las rotaciones y el tiempo ocupado por el cultivo en la rotación. Se tomaron los valores de 60 por ciento de la superficie ocupada por el área forrajera a nivel predial, un 30 por ciento de uso por parte de productores de una rotación con alfalfa y un 80 por ciento del tiempo del cultivo de alfalfa en la rotación (4 años de alfalfa / 5 total de la rotación), dando como resultado los siguientes datos (Cuadro No. 44).

**Cuadro No. 44** Estimación de la superficie total por unidad de suelo apta para el cultivo de la alfalfa.

Unidad de Suelo	Grupo CONEAT	Ideal (hás)	Marginal (hás)	Sup Predial (%)	Uso de Alfalfa en Rotación (%)	Rotación (%)	Total (has)
Tala - Rodríguez	9.4;10.8b	88887	44444	50%	30%	80%	16000
San Jacinto	10.8a	0	0				0
Chapicuy	9.42;9.41;9.8;	13000	13000	50%	30%	80%	3120
San Carlos	4.2	8459	8459	50%	30%	80%	2030
Toledo	10.6b;10.6a	0	0				0
Ecilda Paulier - Las Brujas	11.10;11.9;9.4	5979	11293	50%	30%	80%	2073
Cebollati	3.2;3.31	0	0				0
San Ramón	3.41	0	0				0
		116325	77196				23222

Fuente: elaborado por el autor.

Nota: para realizar los cálculos fueron mantenidos constantes el % de Sup. Predial, el Uso de Alfalfa en la Rotación y el tiempo del cultivo de alfalfa en la rotación (Rotación %)

Considerando estos datos es posible afirmar que la unidad Tala-Rodríguez es la que cuenta con mayor proporción de suelos aptos para el cultivo de la alfalfa en el departamento de Canelones, le sigue la unidad de suelo Chapicuy, San Carlos y Ecilda Paulier – Las Brujas.

Es importante remarcar que aunque éste estudio es basado en las particularidades de cada grupo de suelo, basado en información de la División de Suelos y Aguas del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, existen unidades de suelo no consideradas por no tener a nivel general características adecuadas para el cultivo (pH y drenaje), que no fueron finalmente consideradas (ver Cuadro No. 43) y que seguramente cuenten con algunas áreas con condiciones adecuadas para el cultivo.

Finalmente debemos agregar que para poder conocer la superficie en forma precisa en todas las unidades de suelo, es necesario un estudio de más profundidad, a nivel de chacra, ya que a los efectos de este estudio solo fueron consideradas características generales que permitieran elaborar una aproximación de la situación existente en el departamento, referida a las necesidades edáficas del cultivo de la alfalfa.

En base a los cálculos anteriormente presentados, se define que el mejor lugar para la instalación de una planta es sobre la unidad de suelo Tala-

Rodríguez, ya que este sitio le brindará una mayor cantidad potencial de productores y toneladas de alfalfa.

### 8.1.3. Análisis de competencia entre rubros

A los efectos de complementar la información presentada en puntos anteriores, se analizó el uso del suelo en las áreas de influencia de la mayoría de las organizaciones de productores del departamento, tomando para realizar el estudio los datos que brinda el Censo General Agropecuario del año 2000. En el Cuadro No. 45 se presenta parte de la información de uso del suelo en estas regiones. En él fueron seleccionados los ítems dados por el Censo General Agropecuario en el año 2000 que a juicio del autor aportaban mayor información a la hora de determinar el potencial de cada área.

**Cuadro No. 45** Uso del suelo en área de influencia de algunas organizaciones de productores

	Campo natural (%)	Horticultura (%)	Praderas Artificiales (%)	Total Anuales (%)	Superficie Explotada (hás)
San Antonio	31,6	10,1	21,5	13,1	14772
San Bautista	49	8,5	26,2	10	21 565
Santa Rosa	48,3	9,3	17,8	16,2	7910
Resto dpto Canelones Surco	43,2	4,9	17,3	12,6	81 535
Tapia	60,7	2,3	12,4	6,4	17 496
San Jacinto	64,5	4,4	15,2	6,1	22 277
<b>Tala</b>	<b>59,7</b>	<b>1,9</b>	<b>17,7</b>	<b>14,2</b>	<b>53 092</b>
Migues	61,4	0,8	11,3	10,1	42 820
<b>Villa del Rosario (Lavallaj</b>	<b>63</b>	<b>0,3</b>	<b>15,8</b>	<b>9,1</b>	<b>57 319</b>
Los Arenales	41,3	2,2	8	6,3	7 178
Total Anuales = Tierras de rastrojo; Cultivos cerealeros e industriales; Cultivos forrajeros anuales; Tierra arada al 30/06/00.					

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001b).

Como puede verse en el cuadro anterior, el porcentaje de campo natural a nivel de las áreas seleccionadas se ubica en un rango que va desde el 30 por ciento aproximadamente (31,6 %) a un valor máximo de poco más de 64 por ciento (64,5 %). Existen regiones como lo son: Tapia, San Jacinto, Tala, Migues y Villa del Rosario que presentan porcentajes similares cercanos al 60 por ciento. En tanto regiones ubicadas hacia el suroeste y sur del departamento, rondan entre el 50 por ciento promedio, estas regiones son: San Bautista y Santa Rosa. Finalmente, otras regiones con porcentajes menores

son: San Antonio, resto del departamento de Canelones (hacia el suroeste y sur) y Los Arenales.

Se puede afirmar en base a esta información, que el porcentaje de campo natural está relacionado fuertemente y en forma negativa con el porcentaje de horticultura (-0,67), es decir, estos dos valores se comportan de manera inversa, en la medida que aumenta el área de horticultura disminuye en área de campo natural. La asociación con las praderas artificiales y el total de anuales sigue el mismo comportamiento, sugiriendo una competencia entre los rubros, aunque con una asociación menor. Lo mencionado en el párrafo anterior se muestra en el Cuadro No. 46.

**Cuadro No. 46** Correlación entre categorías de uso del suelo

Variables Relacionadas	r <sup>2</sup> (Coef. Correlación de Person)
Correlación: Campo Natural – Horticultura	-0,67
Correlación: Campo Natural - Praderas Artificiales	-0,29
Correlación: Campo Natural - Total Anuales	-0,36

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001b).

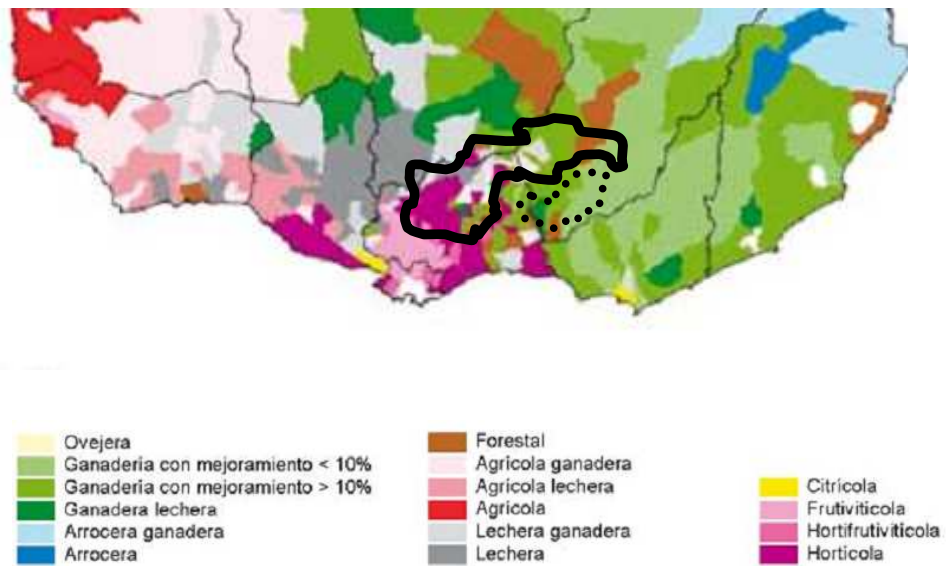
Cabe afirmar que el área potencialmente disponible para el cultivo de la alfalfa está relacionada con la participación de otros rubros que compiten por el recurso suelo, así mismo, en el sur del departamento de Canelones zonas con mayor cercanía a las capitales departamentales o centros poblados determinan una mayor intensificación de la producción, relacionado principalmente con un mayor peso del rubro hortícola en el porcentaje de uso del suelo a nivel predial, determinando generalmente una disminución del campo natural. Una mayor superficie de área de campo natural posible de ser incorporada en rotaciones con pasturas perennes (praderas artificiales con o sin alfalfa) se encuentran ubicadas hacia zonas con menor intensificación, es decir menor peso del rubro



hortícola y otros intensivos, con mayor presencia de ganadería bovina y ovina extensiva (principalmente para carne), principalmente hacia el centro y noreste del departamento Canelones.

La distribución de los rubros en el departamento, sobre la unidad Tala – Rodríguez, se muestra la Figura No.55. En ésta puede apreciarse la ubicación de esta unidad (línea negra continua), siendo los rubros principales: Horticultura, Frutivicultura, producción Agrícola Ganadera, producción Lechera y ganadera con mejoramiento más del 10%.

**Figura No.55** Ubicación de las unidades de suelo Tala – Rodríguez y Chapicuy sobre las regiones agropecuarias de acuerdo al Censo General Agropecuario de 2000. Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA (2001b).



Como puede apreciarse, existen producciones puras y un conjunto de producciones asociadas (mixtas), siendo la distribución dependiente principalmente de la ubicación dentro del departamento.

#### 8.1.4. Consideraciones finales

Para terminar este análisis, tomando como base la información precedente, se puede afirmar que:

- La unidad de mayor extensión, Tala – Rodríguez presenta una gran diversidad de rubros, siendo de carácter mas intensivos a medida que se avanza hacia el suroeste. En esta zona se ubican producciones como la producción Hortifrutivíticola, la Hortícola y la Frutícola.

- La unidad Tala – Rodríguez hacia el noreste se caracteriza por poseer producciones más extensivas, ganadería, agricultura y lechería, pudiendo estar solas o en combinación.

- La Unidad de Suelo Chapicuy (línea negra punteada) se ubica hacia el sureste, en la parte inferior, presenta una superficie menor a la unidad Tala – Rodríguez, siendo sus rubros principales la ganadería con mejoramientos. Un hecho destacable de esta unidad es que posee suelos profundos, con buen almacenamiento de agua, al igual que la unidad anterior. En existen un grado de erosión importante de acuerdo con la Dirección de Recursos Naturales Renovables del MGAP.

- Las unidad San Carlos se encuentra un poco mas hacia el sur, si bien presenta condiciones favorables de acuerdo al estudio realizado anteriormente, la limitante que presenta es su baja capacidad de almacenaje de agua, limitando el crecimiento del cultivo en épocas de alta demanda atmosférica y poca recarga de agua en el suelo proveniente de precipitaciones, aunque este aspecto podría solucionarse con un adecuado sistema de riego, no sin antes incurrir en una importante inversión por unidad de superficie.

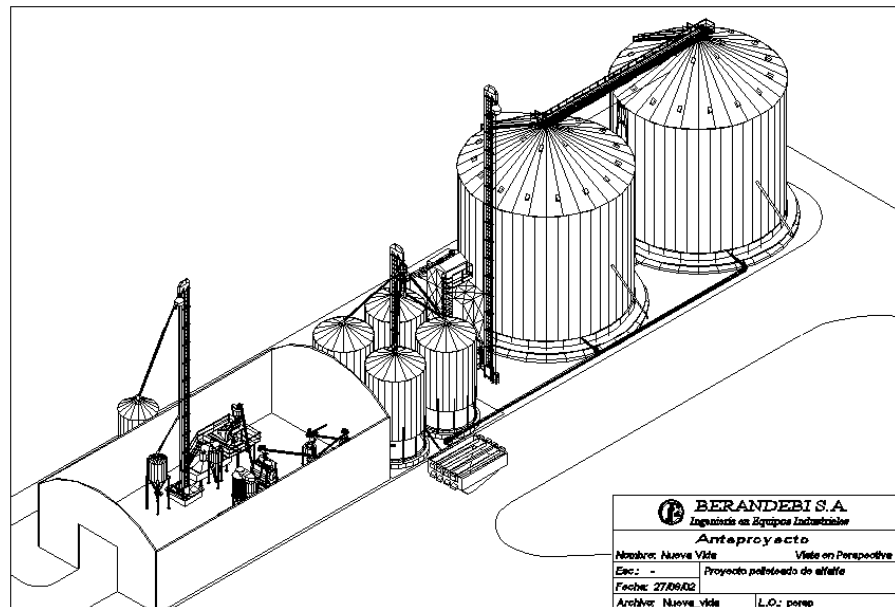
- La unidad Ecilda Paullier – Las Brujas presenta muy buenas condiciones para el cultivo, aunque la limitante principal es su alejamiento de la zona de mayor área disponible (áreas con mayores cultivos extensivos) y la gran proporción de cultivos perennes como lo son la vid y los frutales de hoja caduca.

Por todo lo expuesto anteriormente se puede afirmar que la región con mayor potencialidad para desarrollar un proyecto de este tipo es el Noreste de Canelones y Suroeste del departamento de Lavalleja.

## Anexo 2

Ilustraciones de la planta de peletizado de alfalfa. Fuente: Barandebi (2010).

**Figura No. 56** Vista Lateral de planta peletizadora



**Figura No. 57** Vista aérea de planta peletizadora.

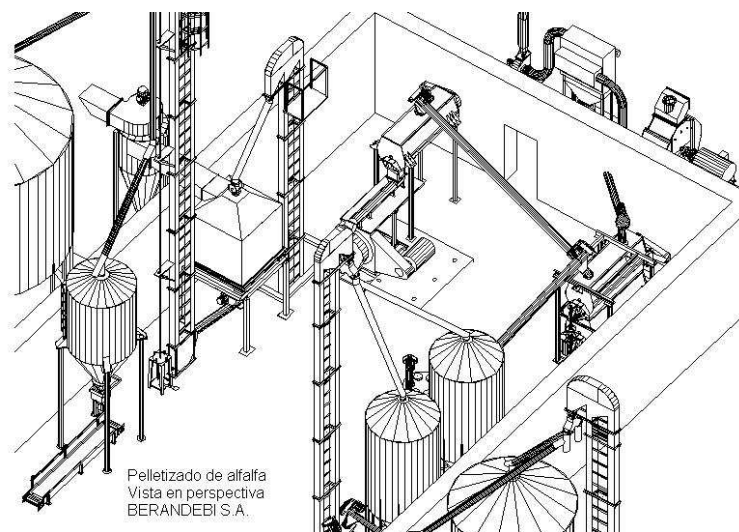


Figura No. 58 Vista aérea de planta peletizadora

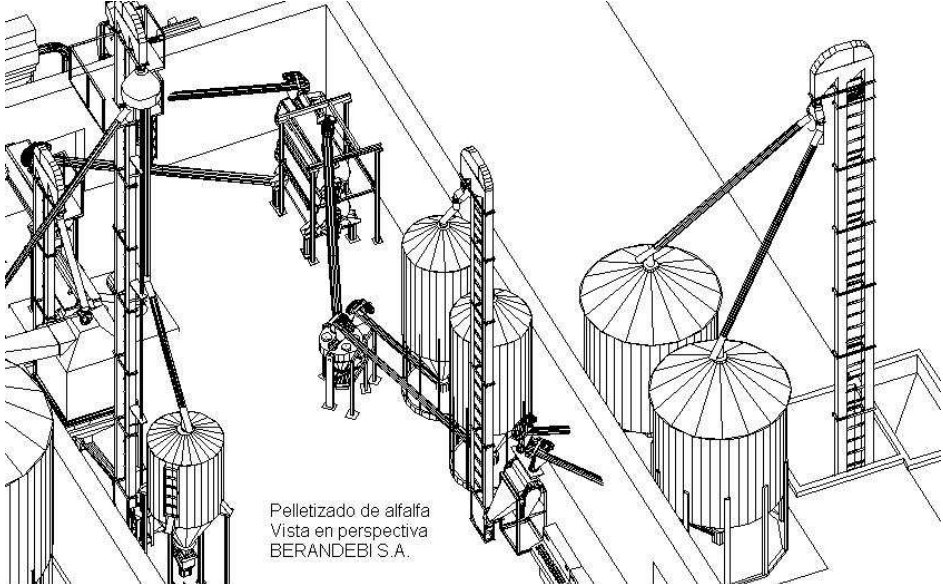
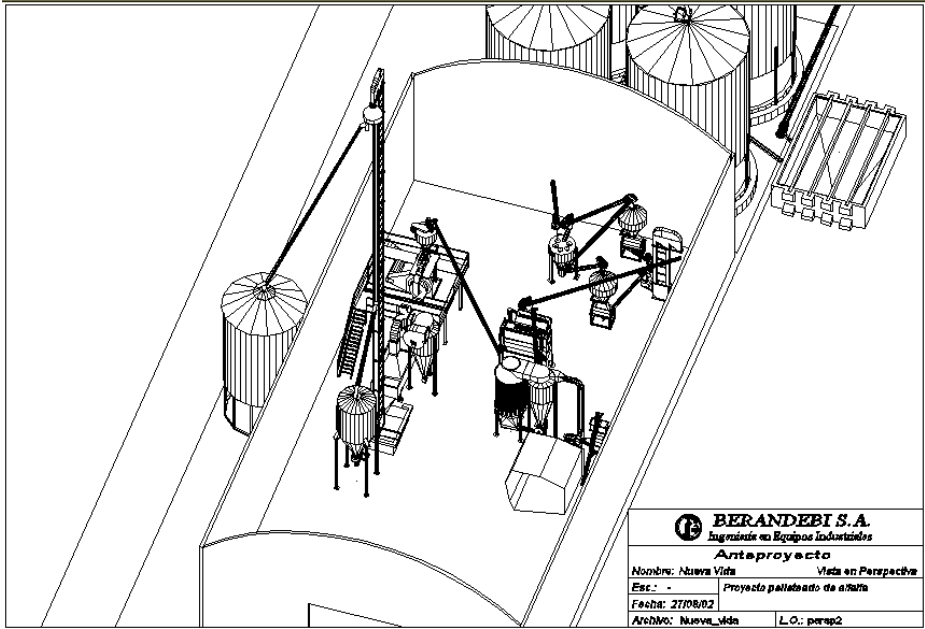


Figura No. 59 Vista aérea de planta peletizadora



### Anexo 3

**Cuadro No. 47** Perfil de crédito del préstamo para la compra de equipos fijos y rodados.

	<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>
Saldo	688748	640063	587727	531465	470985	405968	336074	260939	180169	93340
Interes (%)	7,5 %	7,5 %	7,5 %	7,5 %	7,5 %	7,5 %	7,5 %	7,5 %	7,5 %	7,5 %
Interes (U\$S)	51656	48005	44080	39860	35324	30448	25206	19570	13513	7001
Amortización (U\$S)	48685	52336	56261	60481	65017	69893	75135	80770	86828	93340
Cuota (U\$S)	100341	100341	100341	100341	100341	100341	100341	100341	100341	100341

Fuente: elaborado por el autor

**Anexo 4**  
**Cuadro No. 48 Depreciaciones**

	Año 1
Construcciones	4957
Equipos planta	38613
Otros Equipos	
Tractor 85 Hp 4x2	15188
Chopper	27000
Segadora	
Acondicionadora BCS	18000
Tractor cargador	2813
Rastrillos	900
Embolsadora	2160
Camioneta	2700
Depreciación	112330

Fuente: elaborado por el autor

## Anexo 5

### Cuadro No. 49a. Flujo ende fondos del proyecto con financiamiento.

Flujo de Fondos	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>	<u>Año 4</u>	<u>Año 5</u>	<u>Año 6</u>	<u>Año 7</u>	<u>Año 8</u>	<u>Año 9</u>	<u>Año 10</u>
<b>INGRESOS</b>											
Prestamo 70 % de la inversión total de la planta	688748										
<b>Ventas</b>											
Pellet	431585	690536	776854	820012	820012	820012	820012	820012	820012	820012	820012
Harina	107896	172634	194213	205003	205003	205003	205003	205003	205003	205003	205003
Valor residual de la inversión (VR) (20% del valor inicial)											176237
VR del Capital de trabajo											99388
<b>COSTOS</b>											
<b><u>Costos operativos</u></b>											
<b>Costos de producción</b>											
Materia prima		157248	251597	283046	298771	298771	298771	298771	298771	298771	298771
Insumos											
Agua		4600	8280	8740	8970	8970	8970	8970	8970	8970	8970
Energía Eléctrica		45683	82229	86798	89082	89082	89082	89082	89082	89082	89082
Flete		36923	59077	66462	70154	70154	70154	70154	70154	70154	70154
Otros: bolsas, pallet, etc.		8490	12264	13522	14151	14151	14151	14151	14151	14151	14151
Gastos maquinaria y equipos cosecha		62290	99665	112123	118352	118352	118352	118352	118352	118352	118352
Mano de Obra		116556	209800	221456	227284	227284	227284	227284	227284	227284	227284
Reparaciones y mantenimiento		25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062
Gastos comercialización 8 % sobre el valor de las mismas		43159	69054	77685	82001	82001	82001	82001	82001	82001	82001
Impuestos locales (0,5 % inv. Fija)		2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467
Seguro		8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812
<b><u>Créditos Financieros</u></b>											
Amortización de préstamos Estructura, Planta y Equipos		102644	102644	102644	102644	102644	102644	102644	102644	102644	102644

Fuente: elaborado por el autor

## Anexo 5

### Cuadro No. 49b. Flujo de fondos del proyecto con financiamiento (cont.)

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>	<u>Año 4</u>	<u>Año 5</u>	<u>Año 6</u>	<u>Año 7</u>	<u>Año 8</u>	<u>Año 9</u>	<u>Año 10</u>
<b>Costo de</b>											
<b>Administración</b>											
Útiles de oficina		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Telefono		4600	8280	8740	8970	8970	8970	8970	8970	8970	8970
<b>Otros Gastos</b>											
Licencia y permisos											
Mantenimiento											
Mantenimiento contratado		6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Otros Servicios											
Limpieza		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Seguridad		6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Publicidad											
Radio		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Otros: volantes y folletos		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Saneamiento		960	960	960	960	960	960	960	960	960	960
Internet		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Sitio Web		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Impuestos											
Municipales											
Nacionales											
Imprevistos (5% de costos totales aprox.)		35000									
<b>INVERSIÓN</b>											
<b>Activo Fijo y otros</b>											
Construcción											
Planta											
Maquinaria											
Subestación Eléctrica											
Dirección de obra e instalaciones (18 % sobre valor de planta y galpones)											
Puesta en marcha y contingencia (12 % Equipos instalados)											
<b>En Capital de Trabajo</b>	62953	25980	6969	3485	0	0	0	0	0	0	0
INGRESOS	688748	539482	863171	971067	1025015	1025015	1025015	1025015	1025015	1025015	1300639
GASTOS	1092674	698673	965359	1040200	1075878	1075878	1075878	1075878	1075878	1075878	1075878
<b>FLUJO NETO</b>	-403926	-159191	-102188	-69133	-50863	-50863	-50863	-50863	-50863	-50863	224761
VAN Ingresos 7063200											
VAN Costos 7839566											
VAN -776366											
TIR #¡DIV/0!											
B/C 0,901											

Fuente: elaborado por el autor



## Anexo 6

### Cuadro No. 50a. Flujo de fondos del proyecto sin financiamiento

Flujo de Fondos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>INGRESOS</b>											
Prestamo 70 % de la inversión total de la planta											
<b>Ventas</b>											
Pellet	431585	690536	776854	820012	820012	820012	820012	820012	820012	820012	820012
Harina	107896	172634	194213	205003	205003	205003	205003	205003	205003	205003	205003
Valor residual de la inversión (VR) (20% del valor inicial)											176237
VR del Capital de trabajo											99388
<b>COSTOS</b>											
<b><u>Costos operativos</u></b>											
Costos de producción											
Materia prima	<b>157248</b>	251597	283046	298771	298771	298771	298771	298771	298771	298771	298771
Insumos											
Agua	<b>4600</b>	8280	8740	8970	8970	8970	8970	8970	8970	8970	8970
Energía Eléctrica	<b>45683</b>	82229	86798	89082	89082	89082	89082	89082	89082	89082	89082
Flete	<b>36923</b>	59077	66462	70154	70154	70154	70154	70154	70154	70154	70154
Otros: bolsas, pallet, etc.	<b>8490</b>	12264	13522	14151	14151	14151	14151	14151	14151	14151	14151
Gastos maquinaria y equipos cosecha	<b>62290</b>	99665	112123	118352	118352	118352	118352	118352	118352	118352	118352
Mano de Obra	<b>116556</b>	209800	221456	227284	227284	227284	227284	227284	227284	227284	227284
Reparaciones y mantenimiento	<b>25062</b>	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062	25062
Gastos comercialización 8 % sobre el valor de las mismas	43159	69054	77685	82001	82001	82001	82001	82001	82001	82001	82001
Impuestos locales (0,5 % inv. Fija)	<b>2467</b>	2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467	2467
Seguro	<b>8812</b>	8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812	8812

Fuente: elaborado por el autor

