



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS**

**TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN**

**MEJORA DE PROCESOS EN LA PRODUCCIÓN DE ROLLOS DE  
ALFALFA EN LOS SISTEMAS LECHEROS ARGENTINOS**

Autor: Gastón Urrets Zavalía

Tutor: Walter Abrigo

Córdoba - 2014



MEJORA DE PROCESOS EN LA PRODUCCIÓN DE ROLLOS DE ALFALFA EN LOS SISTEMAS LECHEROS ARGENTINOS por Gastón Urrets Zavalía se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposa Lourdes, quien ha sido parte de este esfuerzo; por su alegría y por elegirme cada día haciéndome más completo,..

A mi hija María Sofía, por ser motivo de felicidad con su dulzura e inocencia generándome el desafío de lograr la mejor versión de mi persona como padre, esposo, amigo, profesional, ciudadano,..

A mis padres, por su ejemplo y cariño y por enseñarme lo que no se aprende en la educación formal ni en la calle,..

A mis hermanos y amigos, por estar siempre cerca siendo fuente de alegría que se constituye en soporte para llevar adelante las tareas de cada día,..

A Walter Abrigo por su acompañamiento técnico, su aliento y simplificación de las cosas, en su rol de tutor, con entrega gratuita y generosa, y a los profesores de esta maestría que han brindado sus conocimientos y experiencias profesionales y de vida en pos de nuestra formación,..

A los Ingenieros Agrónomos Mario Bragachini y Federico Sánchez, por sus aportes técnicos y su apoyo incondicional,..

Al INTA por brindarme la oportunidad de realizar esta maestría a quien espero poder devolverle con mi trabajo arduo de cada día, el esfuerzo realizado y que reporte finalmente en mayor provecho para los productores a quienes está dirigida nuestra actividad,..

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	- 6 -
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	- 9 -
1.1. Motivación .....	- 9 -
1.2. Introducción a la problemática .....	- 10 -
1.3. Objetivos .....	- 11 -
1.4. Marco Teórico .....	- 12 -
1.5. Alcance .....	- 12 -
1.6. Metodología .....	- 13 -
<b>CAPITULO 2: MARCO TEORICO</b> .....	- 15 -
2.1. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES .....	- 15 -
2.1.1. Diferencia entre Bienes y Servicios.....	- 17 -
2.1.2. Evolución histórica de la Administración de Operaciones .....	- 18 -
2.2. GESTIÓN POR PROCESOS.....	- 23 -
2.2.1. Concepto de proceso .....	- 24 -
2.2.2. Elementos de un Proceso .....	- 25 -
2.2.3. Gestión por Procesos vs Enfoque Funcional .....	- 26 -
2.3. MEJORA DE PROCESOS.....	- 29 -
2.3.1. Introducción a la Metodología BPI .....	- 29 -
2.3.2. Fases de la Metodología BPI .....	- 29 -
<b>CAPITULO 3: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA BPI A LA PRODUCCION DE ROLLOS DE ALFALFA EN LOS SISTEMAS LECHEROS ARGENTINOS</b> .....	- 33 -
3.1. ESTADO DE SITUACIÓN: REALIDAD ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE HENO DE ALFALFA EN EL PAÍS.....	- 33 -
3.2. INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE HENO DE ALFALFA ...	- 36 -
3.3. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MODELO BPI: .....	- 38 -
3.3.1. Fase I: Organización para el mejoramiento .....	- 38 -
3.3.1.a) Determinación de los procesos críticos.....	- 39 -
3.3.1.b) Selección del proceso a mejorar .....	- 40 -
3.3.2. Fase II: Comprensión del Proceso Actual .....	- 40 -
3.3.2.a) Limites del Proceso .....	- 40 -
3.3.2.b) Medidas y objetivos de efectividad, eficiencia y adaptabilidad del proceso.....	- 43 -
3.3.2.c) Diagrama de flujo del proceso actual .....	- 47 -
3.3.2.d) Caracterización del proceso actual .....	- 47 -
3.3.3. Fase III: Organización para el mejoramiento .....	- 59 -
3.3.3.a) Identificación de oportunidades para la mejora del proceso: .....	- 59 -

3.3.3.b) Aplicación de técnicas de mejora del proceso .....	- 63 -
3.3.3.c) Propuesta de un Proceso Mejorado y discusión con el EEM.....	- 63 -
3.3.3.d) Presentación del Proceso Mejorado.....	- 63 -
3.3.4. Fase IV: Mediciones y controles .....	- 76 -
3.3.4.a) Desarrollo de mediciones y objetivos del proceso .....	- 76 -
3.3.4.b) Establecimiento de un sistema de retroalimentación con ajustes sobre el sistema y la maquinaria en función de las mediciones.....	- 77 -
<b>CONCLUSIONES</b> .....	- 79 -

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de la superficie agrícola y ganadera en el país. ....	- 7 -
Figura 2: El Sistema de Operaciones en la estructura de la organización.....	- 15 -
Figura 3: Intervención del Sistema de Operaciones en la transformación de insumos en productos para la satisfacción de necesidades de los clientes .....	- 16 -
Figura 4: Elementos de un proceso.....	- 26 -
Figura 5: Áreas alfalfadas en Argentina .....	- 34 -
Figura 6: Efecto del secado en la respiración después del corte. ....	- 38 -
Figura 7: Simbología para Diagramas de Flujo desarrollada por ANSI.....	- 45 -
Figura 8: Proceso de henificación actual en los sistemas lecheros argentinos .....	- 46 -
Figura 9: Tecnologías de corte utilizadas por los productores en el país .....	- 48 -
Figura 10: Cortadora tipo hélice. Efecto de repicado y voladura de hojas.....	- 50 -
Figura 11: Marcas en el suelo ocasionadas por el rastrillo con pérdidas de plantas .....	- 52 -
Figura 12: Diagrama de Espina de Pescado: causas de las pérdidas de cantidad y calidad de heno.....	- 60 -
Figura 13: Proceso de henificación mejorado. ....	- 64 -
Figura 14: Momento recomendado de corte.....	- 66 -

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 a y b: Enfoque Funcional vs Enfoque por Procesos .....	- 26 -
Tabla 2: Cuadro de de límites del Proceso de Henificación .....	- 41 -
Tabla 3: Caracterización de cada actividad del proceso de henificación actual.....	- 55 -
Tabla 4: Pérdidas durante el proceso de henificación actual.....	- 55 -
Tabla 5: Calidad del heno obtenido en el proceso actual.....	- 57 -
Tabla 6: Clasificación de las causas de 1 a 4 .....	- 59 -
Tabla 7: Caracterización de cada actividad en el nuevo proceso de henificación.....	- 71 -
Tabla 8: Caracterización de cada actividad del proceso de henificación mejorado.....	- 72 -

**RESUMEN**

La producción de heno de alfalfa, es una estrategia tradicionalmente empleada en los sistemas ganaderos del mundo con el objetivo de aprovechar los excedentes de producción de buen pasto de ciertas épocas del año con buenas condiciones de precipitaciones, temperatura y radiación, para ser almacenados y luego entregados a los animales en períodos del año con pobre oferta forrajera. El proceso de producción de heno en forma de rollos, se inicia con el corte de la pastura para su secado al aire libre exponiéndola a la acción del sol y la temperatura, la cual luego de ser removida para acelerar su secado mediante rastrillado, es recogida confeccionándose los rollos. Finalmente estos son almacenados hasta el momento de su consumo o venta. Actualmente la henificación es empleada no solo para cubrir “baches” forrajeros sino también en busca de aumentar la eficiencia de los sistemas ganaderos. Este proceso permite mejorar la eficiencia de cosecha de la pastura por métodos mecánicos logrando valores cercanos al 80% frente a la cosecha realizada por los animales cuya eficiencia ronda el 50%, permitiendo de este modo, aumentar la cantidad de vacas por unidad de superficie, al contar con mayor cantidad de pastura aprovechable. Esto cobra importancia en la actualidad debido a la fuerte competencia que ejerce la actividad agrícola en general y el cultivo de la soja en particular respecto a la actividad ganadera, conduciendo a la misma a un proceso de intensificación de los sistemas productivos.

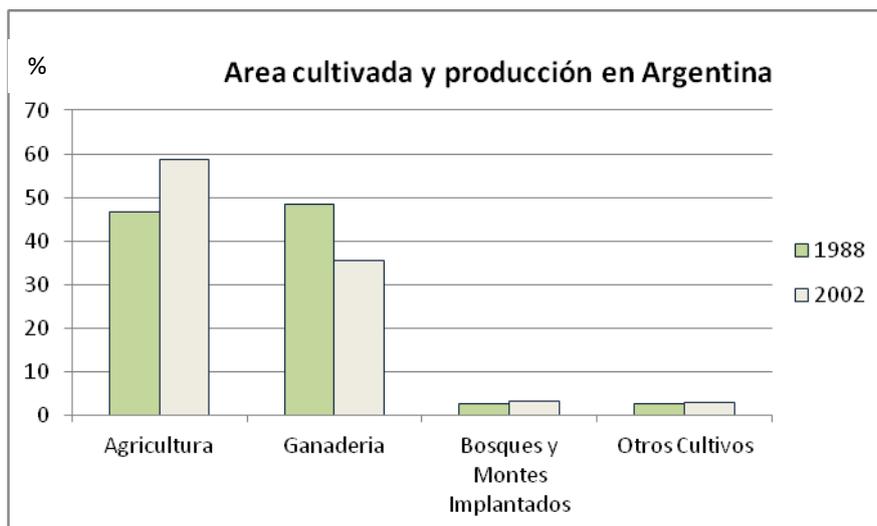


Figura 1: Evolución de la superficie agrícola y ganadera en el país.  
(Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación).

El productor de carne o leche argentino se ve forzado a trabajar en pos de lograr mayor eficiencia para ser más competitivo frente a sus pares agrícolas por el recurso tierra.

La actividad pecuaria de leche, tal como ocurre también con la de carne, enfrenta actualmente en nuestro país grandes ineficiencias. La producción de heno como insumo estratégico no es una excepción a esta realidad. El proceso de producción de rollos de heno de alfalfa es realizado con total discrecionalidad de manejo, carencia absoluta de mediciones, y con un fuerte desconocimiento de la calidad final del producto obtenido. No existe hasta el momento guías simplificadas de trabajo que ayuden a los productores a lograr mayor eficiencia y calidad final en la producción de rollos de alfalfa, y que aporte a la mejora de sus tambos permitiéndoles permanecer en la actividad lechera y evitar ser desplazados por la agricultura.

Es por eso que se plantea como objetivo de este trabajo, ofrecer al productor lechero, y a los productores y contratista forrajero en general, una guía a seguir al llevar a cabo el proceso de producción de rollos de alfalfa. Este incluye el paso a paso, mediciones a realizar y los ajustes necesarios a efectuar en la maquinaria y en el proceso en virtud de los valores obtenidos en las mediciones. El propósito final es contribuir a mejorar la calidad de los rollos obtenidos como producto final del proceso y así lograr reducir la demanda de suplementos proteicos y energéticos con la consiguiente disminución en los costos de las raciones que consume diariamente el rodeo de los tambos del país que apliquen este modelo mejorador del proceso. De esta forma se pretende contribuir a la mayor competitividad de cada establecimiento, sin implicar inversión alguna, sino justificándose la mejora en la eficientización de los procesos productivos.

El trabajo abarca una breve revisión bibliográfica sobre la administración de operaciones, la gestión por procesos y la mejora de procesos, y aplica la metodología BPI de la Mejora de Procesos de la Empresa propuesta por Harrington como así también otras herramientas de mejora de procesos.



## **CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Motivación**

La producción de heno como forraje de calidad para la alimentación de bovinos de carne y leche y otras especies animales es una actividad que sigue siendo materia pendiente de mejora en nuestro país. La actividad es realizada con múltiples ineficiencias que conducen a pérdidas en cantidad de material y fundamentalmente en la calidad del producto final, volviéndose poco competitiva frente a otras actividades económicas que compiten por el factor tierra como lo son las agrícolas en general y la de producción de soja en particular.

El INTA, Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias, enfrenta el desafío de aportar además de nuevas tecnologías para el sector, herramientas concretas que simplifiquen la aplicación de las tecnologías existentes para de este modo contribuir al aumento de la eficiencia productiva de los sistemas agropecuarios argentinos, aportando a su vez a la sustentabilidad económica, ambiental y social de la ruralidad argentina a lo largo del tiempo.

Esta institución del estado nacional a través del Modulo de Eficiencia de Cosecha de Granos y Forrajes perteneciente al Programa de Agroindustria y Agregado de Valor, busca reducir la brecha entre tecnologías disponibles y las aplicadas en el sector.

No obstante sus esfuerzos junto al de la actividad privada del sector pecuario, los índices de productividad medios entre los productores de leche argentinos demuestran que se sigue trabajando con bajos niveles de eficiencia y con alta discrecionalidad en el manejo de los procesos productivos. El productor recibe múltiples “consejos” técnicos referidos a distintas etapas aisladas del proceso que difícilmente son aplicados por no tener un hilo de conducción que simplifique su ejecución y que responden a un abordaje de tipo analítico y no al de un enfoque sistémico al analizar la actividad. Es allí que surge la necesidad en el interior de este Proyecto de INTA de lograr que el productor comience a realizar los cambios en el proceso productivo que sean necesarios para revertir esta

situación y por tanto la necesidad de ofrecer herramientas que simplifiquen la adopción de las tecnologías de proceso existentes en actividades como la de la producción de heno, cuya mejora de proceso es la que motiva el presente trabajo.

## **1.2. Introducción a la problemática**

Las carencias de mediciones sumado a la discrecionalidad de manejo mencionados, que se presentan en los sistemas productivos argentinos, son algunas de las causas más importantes de la baja eficiencia lograda en esta actividad y la mala calidad de los productos finales obtenidos en la producción de heno en nuestro país.

Es común observar en sistemas agrícolas mixtos, es decir donde se realiza agricultura y ganadería a la vez, que los mismos productores que logran altos niveles de eficiencia en las actividades agrícolas presentan grandes ineficiencias en las actividades pecuarias que realizan en sus mismos predios y que abarcan las tareas de producción de forrajes en forma de heno.

Mientras que la actividad agrícola actualmente se encuentra relativamente simplificada para el productor primario quien dispone de recetas y un paquete tecnológico de aplicación sencilla, la actividad pecuaria, aparece como más compleja y demandante de la atención del productor en sus procesos productivos observándose en este sector mayor discrecionalidad en el manejo de los mismos.

El proceso de producción de heno no es la excepción y con este trabajo se plantea su abordaje adoptándolo como objeto de aplicación de la teoría incorporada durante esta maestría referida a la Administración de Procesos.

Otra problemática del proceso de producción de heno es la valoración del producto final que en la producción de rollos, en la mayoría de los casos, son valorados por unidad y no por la calidad nutricional que ofrecen. Luego estos son vendidos sin alcanzar precios diferenciales o son consumidos demandando la erogación de costos en

aportes de proteína y energía extra que bien podrían ser cubiertos por los mismos rollos si se evitara la pérdida de calidad que observan durante el proceso.

Cabe destacar que los costos de producción de un rollo de buena calidad respecto a los de uno de mala calidad, son los mismos, por lo que la aplicación de tecnologías de procesos cobra importancia relevante en la estrategia global de estos sistemas productivos.

Mediante el presente trabajo final se pretende obtener un modelo de proceso productivo de heno que mejore la eficiencia productiva y la calidad de producto final en la confección de rollos de alfalfa, para de este modo contribuir a revertir la problemática planteada en el sector, buscando que se convierta en herramienta de gran utilidad para el productor y el contratista forrajero argentino.

Se alcanzará una guía detallada del proceso a seguir para una eficiente producción de rollos con reducción de costos e incremento en la calidad del producto final. Esta herramienta indicará los puntos críticos del proceso y ayudará a la toma de decisiones en virtud de parámetros objetivos a medir. Finalmente, ayudará a determinar las capacidades del proceso productivo total y de las etapas que lo componen permitiendo el análisis de los flujos del sistema, cuellos de botella y niveles de calidad alcanzados en el producto final.

### **1.3. Objetivos**

Los objetivos de este trabajo final de aplicación son:

- Obtención de una propuesta superadora para la mejora del proceso de producción de rollos de alfalfa que permita obtener productos de calidad diferencial con reducción de pérdidas.
- Ofrecer una herramienta de simple uso que incremente la eficiencia del proceso productivo, permita la reducción de costos y mejore las ganancias de los sistemas productivos de heno, convirtiéndose en la guía a seguir por los establecimientos

productores de alfalfa, en pos de la mejora de sus procesos productivos de henificación.

- Contribuir a la valoración del heno de alfalfa como fuente de proteína de calidad y energía metabolizable, y la consecuente reducción de costos a partir del menor consumo de sustitutos proteicos y energéticos en los establecimientos bovinos de lecheros.
- Contribuir a la mayor competitividad de los sistemas forrajeros y pecuarios del país frente a la actividad agrícola (soja).

Como parámetro de cumplimiento de estos objetivos se plantea el aumento de la concentración proteica del heno en un 5% de la Materia Seca y de 900 calorías de energía metabolizable (medido en Mcal de EM) por cada kilogramo de rollo de alfalfa con la consiguiente reducción de costos en las raciones en los sistemas lecheros significando un ahorro por encima de los 90.000 pesos anuales en la unidad productiva media del país de 157 vacas en lactancia.

#### **1.4. Marco Teórico**

El presente trabajo posee como marco teórico amplio el área de conocimiento de las Operaciones en general, y en forma específica el de la Administración de la Producción, y la Mejora de Procesos a partir de la Gestión por Procesos de acuerdo con lo desarrollado por H. James Harrington (1991) en su libro “Mejoramiento de los procesos de la empresa”.

#### **1.5. Alcance**

Los límites de este trabajo se circunscriben a la obtención de una guía para la mejora del proceso de producción de heno de alfalfa de alta calidad bajo la forma de rollos a ser aplicado por los productores y contratistas del sector.

Se pondrá foco en la producción de rollos de alfalfa en los sistemas lecheros argentinos, tomando como caso de estudio el tambo medio de nuestro país de 157 vacas en lactancia, a los fines de medir la relevancia económica de la mejora.

Quedarán fuera del alcance los tambos categorizados como de escala micro o de agricultura familiar que poseen otras características y tecnología específica como así también los tambos de mayor escala y alta tecnificación por representar un porcentaje bajo de la realidad del sector.

Se dejará de lado los aspectos diferenciales que surgen al producir heno bajo el formato de megafardos, fardos prismáticos, heno embolsado u otros, como así también el de henos generados a partir de otras pasturas meso térmicas o mega térmicas.

Asimismo, quedará fuera del límite de este trabajo los aspectos referidos a la producción de la pastura que será el insumo fundamental del proceso de henificación que se analizará y mejorará, como así también el suministro del heno a los animales identificado como tercer proceso importante en los sistemas pecuarios de carne y leche.

## **1.6. Metodología**

La metodología a aplicar en el presente trabajo es la siguiente:

- Revisión bibliográfica: Teoría de las Operaciones, Administración de la producción, Gestión por procesos y la Mejora de Procesos productivos.
- Estado de situación. Análisis de realidad del sector.
- Aplicación Práctica de la metodología BPI de la Mejora de Procesos de la Empresa propuesta por Harrington.
  - Determinación de los procesos críticos en la producción de alfalfa.
  - Selección del proceso objeto de mejora
  - Establecimiento del alcance y los límites del proceso seleccionado
  - Definición de las medidas y objetivos de efectividad, eficiencia y adaptabilidad
  - Diagramación del Proceso actual: Diagrama de Flujo
  - Comprensión de las características del proceso

- Identificación de las oportunidades para mejorar el proceso
- Aplicación de técnicas de mejora del proceso
  - Aplicación de herramientas como el diagrama espina de pescado, ensayos a campo y la lluvia de ideas para detectar la causa de los problemas presentes.
  - Simplificación
  - Reducción el tiempo del proceso
  - Eliminación de errores
  - Estandarización
  - Documentación del proceso
- Creación de controles internos, herramientas y métricas
- Generación de una propuesta de proceso mejorada sirviéndose del producto obtenido en los pasos anteriores como proceso piloto, para ser presentada al Equipo Ejecutivo de Mejoramiento que incluya:
  - El Paso a paso
  - Parámetros ambientales y agronómicos a medir e instrumental a emplearse.
  - Momentos de toma de decisiones, responsables de cada actividad del proceso y registros a llevar adelante
  - Ajustes en el modus operandi a llevar a cabo, en función a los valores encontrados en los puntos de decisión.
- Presentación de la herramienta final, Proceso Mejorado, priorizando su fácil comprensión y seguimiento a los fines del logro de su efectiva aplicación por parte de los operarios de campo, productores y contratistas quienes son los destinatarios del producto de este trabajo.

## CAPITULO 2: MARCO TEORICO

### 2.1. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

La Administración de Operaciones o administración de la producción, es el área de la administración de empresas que se ocupa tanto de investigar como así también de llevar a cabo, las acciones que conduzcan a agregar valor durante el proceso de transformación alcanzando a toda la organización.

Participación de la Administración de Operaciones en la empresa:



Figura 2: El Sistema de Operaciones en la estructura de la organización  
(Fuente: elaboración propia)

Las decisiones que se toman en torno a las operaciones afectan al resto de las áreas de una organización como las de recursos humanos, finanzas o marketing. Dentro de una organización, las operaciones son todas aquellas funciones afectadas a la producción de bienes y/o servicios (salidas o “ouputs”) que son el resultado de la transformación de recursos (entradas o “inputs”) dentro de un sistema determinado. La importancia de su administración radica en que todos los aspectos de un negocio se

encuentran influenciados por las operaciones. Las decisiones de operaciones por tanto deben ser consistentes con las de las demás áreas de la organización.

El objetivo final de esta rama de la administración es el de mejorar la calidad, productividad, y la satisfacción de los clientes, disminuyendo los costos y aportando así a la mayor competitividad de la empresa. Involucra las tareas de diseño, planificación, dirección, control y mejora de los sistemas que producen bienes y servicios y es responsable de administrar los recursos productivos de la organización como lo son:

Personas: mano de obra y conocimientos

Partes: materiales e insumos

Plantas: edificios, fábricas, equipos e instalaciones

Planeación: sistemas de planificación, información y control

Procesos: fases de la producción

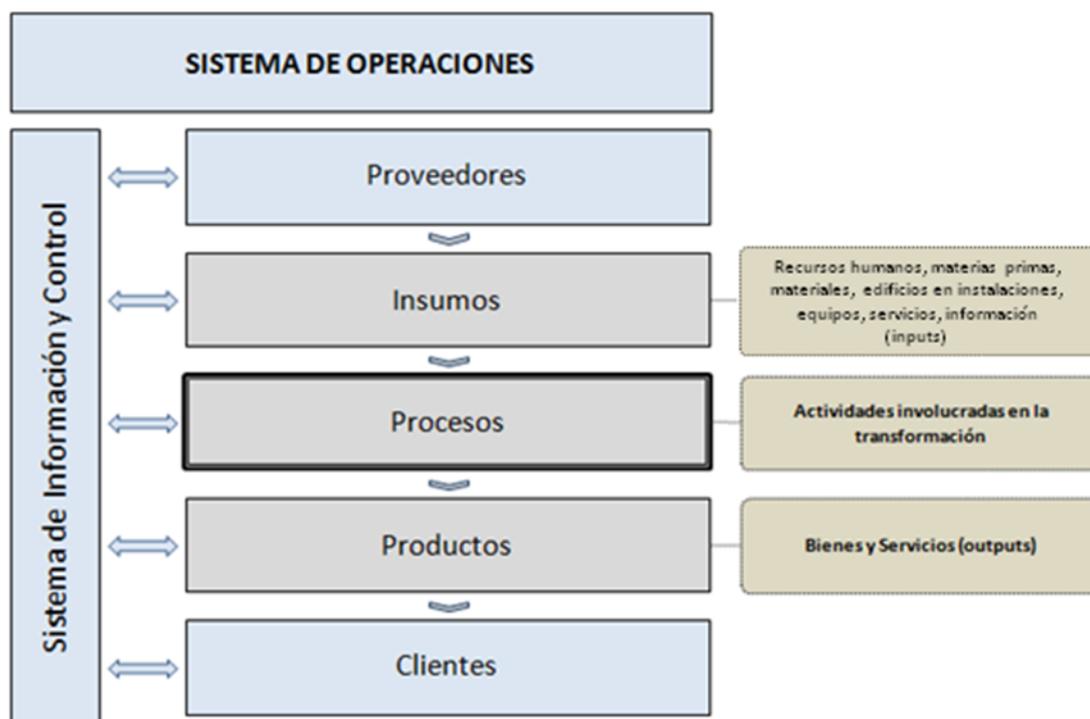


Figura 3: Intervención del Sistema de Operaciones en la transformación de insumos en productos para la satisfacción de necesidades de los clientes. (Fuente: elaboración propia)

La administración de operaciones abarca el diseño en si mismo del sistema de producción, desde el planeamiento de productos o servicios, el diseño de las instalaciones, tipo de procesamiento, la ubicación geográfica de la planta, la administración de la mano de obra y demás recursos productivos, la cadena de suministro, administración de inventarios y el control de calidad.

A nivel estratégico el objetivo de la Administración de Operaciones es participar en la búsqueda de una ventaja competitiva sustentable para la empresa.

### **2.1.1. Diferencia entre Bienes y Servicios**

Las diferencias respecto al producto final ofrecido por el sistema sea que se trate de un bien o un servicio como producto principal (asumiendo que siempre existe una combinación variable de ambos), determina el tipo de operaciones y afecta a la administración de las mismas:

- En el caso de los bienes, que son productos físicos durables, el cliente posee poco o nulo contacto con el proceso de producción del mismo. La producción y el consumo se dan generalmente en momentos y lugares distintos. Esto determina que comúnmente los bienes deban ser almacenados e inventariados generando necesidades de manejos para reducir costos en esta operaciones. Los servicios, no tiene una larga vida ni pueden ser almacenados para uso repetido.
- Los servicios al poseer mayor contacto entre cliente y proceso de generación de los mismos, ven afectada su posibilidad de corrección de errores o defectos y la evaluación del servicio final es más compleja.
- Los bienes se caracterizan por ser demandantes de insumos de capital frente a los servicios que son más demandantes del capital humano.
- Los servicios a diferencia de los bienes, no pueden ser separados del proveedor del servicio y son heterogéneos, porque cada vez que el servicio es ofrecido puede variar en calidad, rendimiento y entrega. En los bienes la variabilidad observada es menor.

## 2.1.2. Evolución histórica de la Administración de Operaciones

### La Revolución Industrial (1770-1850)

La Revolución Industrial comenzó en 1770 en Inglaterra y se expandió hacia Europa y Estados Unidos en el siglo XIX. De una producción artesanal en la cual una persona o un pequeño grupo de personas con grandes habilidades y usando herramientas muy simples producía pequeñas cantidades de productos a medida, se pasó a una producción industrial caracterizada por la utilización de maquinarias operadas por obreros con baja capacitación que producían una gran cantidad de bienes. Las maquinarias fueron construidas principalmente en base a los principios de la máquina de vapor que James Watt patentara a su nombre en 1769. Este paso permitió la producción de mayor cantidad de productos generalizados (ya no a medida) en menos tiempo, con mano de obra no tan calificada y con la consecuente reducción significativa de los costos de producción. (Aballay, 2013)

### Organización científica del trabajo (1911)

En 1911, Frederick Winslow Taylor (conocido como el padre de la Organización Científica del Trabajo) publicó un libro de su autoría llamado *The principles of Scientific Management*. Taylor se dedicó a estudiar, observar, medir y analizar, los métodos de trabajo para identificar la mejor forma de llevarlos a cabo, todo ello utilizando el método científico. Los principios básicos consistían en dividir sistemáticamente el trabajo en actividades simples y repetitivas, ordenadas en sus secuencias y organizadas por departamentos o áreas funcionales con el objetivo de aumentar la eficiencia, mejorar la calidad y reducir costos. Entre los pioneros que contribuyeron a este movimiento se pueden destacar:

- Frank Gilbreth, que desarrolló la técnica del estudio de movimientos (básicamente es el estudio de los movimientos del cuerpo humano para ejecutar una operación).
- Henry Gantt, quien con un enfoque más humanista, reconoció el valor de los incentivos no monetarios para los trabajadores y desarrolló la herramienta de

programación conocida como Gráfica de Gantt que permite mostrar el tiempo estipulado para cada tarea programada en períodos de tiempo especificados.

- Harrington Emerson, que aplicó la Teoría de Taylor a la estructura organizativa para mejorar su eficiencia.
- Henry Ford, que fue quien implementó las técnicas de Taylor en sus fábricas.

### Línea de Montaje (1913)

Ford adoptó los principios de Taylor y entre sus aportes se destacan la introducción de la producción en masa en la industria automotriz, el concepto de línea de montaje y el concepto de la división del trabajo. La producción en masa fue un sistema en el que el equipamiento altamente especializado y costoso era manejado por trabajadores sin demasiada capacitación para producir grandes volúmenes de bienes estandarizados, generando altos beneficios en materia de productividad, bienes a precios más accesibles y permitiendo el mejoramiento de la calidad de vida de la gente de aquella época a nivel social. Ford logró hacer esto a través del concepto conocido como líneas de montaje y/o piezas intercambiables que requiere que todas las piezas sean uniformes y preparadas con tal precisión que cualquiera de ellas sirva al momento de ser utilizada en la línea de montaje (estandarización de las partes). El segundo concepto utilizado por Ford fue el de División del trabajo que consistía en dividir un proceso de producción en una serie de pequeñas tareas en el que cada trabajador tiene asignada solo una de ellas en contraposición al modelo de asignar muchas tareas a un mismo trabajador.

### Teoría de las relaciones humanas (1930 -1970)

Fue desarrollada por Elton Mayo y surge de la necesidad de humanizar la teoría de administración científica de Taylor. Taylor se enfocó en la importancia del elemento humano y las relaciones sociales en el diseño del trabajo, en lugar de los aspectos estrictamente técnicos y metodológicos. Mayo logró demostrar a través del experimento de Hawthorne (realizado en Western Electric durante diez años) que el nivel de productividad dependía no solo de los aspectos técnicos del trabajo sino también de la

integración social del trabajador, de las motivaciones no-económicas (como reconocimiento, respeto y aprobación social) y las relaciones humanas en general.

Alrededor de 1940, Abraham Maslow desarrolló la teoría conocida como la “jerarquía de las necesidades”, según la cual las necesidades humanas están ordenadas por niveles. Esta teoría es perfeccionada por Frederick Herzberg quien separó los factores motivacionales en dos categorías: los de higiene, relacionados con las necesidades básicas de las personas (salario, condiciones físicas y ambientales, leyes sociales) y los relacionados con las necesidades sociales e intelectuales (reconocimiento, realización, progreso profesional, responsabilidad).

En 1960, Douglas Mc Gregor en su libro “*El lado humano de las organizaciones*” describe dos teorías, Teoría X y Teoría Y, en ellas se puede observar, el modo en que los trabajadores asumen el trabajo y cómo esto deviene en distintas modalidades de supervisión y dirección. La teoría X asume que al trabajador no le gusta trabajar y por ende necesita de supervisión (motivación o castigo). La teoría Y asume que el trabajador encuentra una fuente de satisfacción en el empleo y por ende la administración debe apuntar a facilitar la cooperación e integración entre los trabajadores.

En 1970, William Ouchi agrega la teoría Z basada en conceptos de la industria japonesa tales como el trabajo de por vida, la capacidad resolutoria de problemas y el logro de acuerdos. (Aballay, 2013)

### Administración cuantitativa y Modelos de toma de decisiones

El desarrollo industrial fue acompañado del desarrollo de técnicas cuantitativas y modelos de toma de decisiones para representar un sistema productivo en términos matemáticos. En 1915, FW Harris desarrolla el primer modelo matemático para la administración de inventarios basado en la cantidad económica del pedido. HF Dodge, HG Roming y W Shewart elaboraron tablas de muestreo estadístico para el control de la calidad del producto final que permitían determinar las acciones correctivas a implementar (Control estadístico de procesos o SPC). Este método fue posteriormente perfeccionado por LHC Tippet. En 1947, George Dantzig desarrolló el método simplex

(algoritmo matemático) para la programación lineal. Estos modelos fueron perfeccionados y se generalizó su uso después de la Segunda Guerra Mundial, aumentando considerablemente el empleo de los mismos y su popularidad a partir de 1980 con las computadoras personales y el desarrollo de software (programas) fáciles de usar. (Aballay, 2013)

### Movimiento de Calidad

A partir de la Segunda Guerra Mundial se puede observar una mayor preocupación por el control de calidad. En 1950 el movimiento se enfocó en la fabricación del producto incluyendo su diseño y la calidad de las materias primas. En 1960, adquirió importancia el concepto de “cero defecto” de Philip Crosby. En 1970, los métodos de control de calidad se expandieron al sector de servicios. A fines de los 70, el movimiento cambia de estrategia, pasa de ser un movimiento de “respuesta” para encontrar y corregir los productos defectuosos a un movimiento de “estrategia” enfocado a prevenir los defectos.

Las principales figuras de este movimiento según Ned Kock (Kock, 1999) fueron William Deming y Joseph Juran (ambos trabajaron como consultores en Japón). Deming fue el primero en enfocarse en los procesos como aspecto clave para el desarrollo organizacional. Sus conceptos más importantes son:

- Uso del ciclo o método científico para mejorar las operaciones conocido como la Rueda de Deming o Ciclo Planear, Hacer, Verificar y Actuar.
- Análisis de que todos los procesos están sujetos a cierta variabilidad que reduce la calidad del producto final de dichos procesos. Por ende, la calidad de los productos finales de los procesos puede ser mejorada simplemente disminuyendo y/o eliminando las causas de variación de sus procesos.
- Observación de que la causa principal de los problemas de fabricación está en el diseño y administración de los procesos (que son responsabilidad de la gerencia) y no exclusivamente en la ejecución de dichos procesos por parte de los trabajadores. (Principio de Pareto)

Jurán, al igual que Deming, se enfocó principalmente en las prácticas de administración, filosofía y responsabilidad de los directivos de más alto nivel para lograr un mejoramiento de la calidad.

Asimismo, cabe mencionar dentro de este movimiento las contribuciones hechas por Kaoru Ishikawa, Genichi Taguchi, Taiichi Ohno y Shigeo Shingo (Stevenson, 2008). Ishikawa desarrolló el diagrama causa efecto (o Diagrama de Espina de Pescado) para la resolución de problemas y la implementación de círculos de calidad abarcando a los trabajadores en el proceso de mejoramiento de calidad de una organización. Taguchi estableció la “función de pérdida” de la sociedad como consecuencia de la mala calidad. La variabilidad en la calidad del producto o servicio resulta en pérdidas del valor del producto o servicio al no cumplir con las expectativas de los clientes. Ohno y Shingo desarrollaron la filosofía y métodos “kaizen”, término japonés para mejora continua. Esta técnica consiste en un proceso que busca mejorar todos los factores de los procesos de manufactura y/o servicios involucrando a todas las estructuras de la empresa. Este concepto está inserto dentro de la gestión diaria de operaciones. (Aballay, 2013)

El objetivo fundamental de esta herramienta es involucrar a toda la plantilla en esa cultura de Mejora Continua, pero especialmente a los dueños de los procesos por ser los verdaderos concededores del puesto de trabajo. Desde el punto de vista estratégico, la Mejora Continua es la acción sistemática y a largo plazo destinada a la acumulación de mejoras y ahorros, con el objeto de superar a la competencia en niveles de calidad, productividad, costos y plazos de entrega (Ludueña, 2010).

Dentro del concepto de Mejora Continua además de la técnica “Kaizen”, cabe incluir Six Sigma y Total Cycle Time.

### Tendencias actuales

Las empresas de negocios enfrentan nuevos desafíos; los más destacados son los avances tecnológicos y la globalización económica. La administración de operaciones está mayormente interesada en el uso de nuevas tecnologías para el desarrollo de

nuevos productos o servicios, para el diseño de los procesos y el procesamiento de información. La administración de operaciones también se ocupa de responder a las nuevas formas de hacer negocios derivadas del uso de Internet (e-business, e-commerce) y principalmente de las derivadas del proceso de “globalización económica”.

Entendiendo por globalización económica el hecho de que en los últimos años una parte de la actividad económica del mundo, que aumenta en forma vertiginosa, pareciera estar teniendo lugar entre personas que viven en países diferentes. La globalización adopta distintas formas: comercio internacional (importaciones y exportaciones), inversión extranjera directa (inversiones que empresas radicadas en un país hacen para establecerse y operar negocios en otros países) y flujo del mercado de capitales (ahorristas invirtiendo en activos extranjeros y prestatarios que buscan fuentes de financiamiento foráneas (Banco Mundial, 2013).

Actualmente, la administración de operaciones debe tener en cuenta otros aspectos, a saber: adopción de conductas éticas, protección ambiental (uso de menos recursos y generación de menos desperdicios), mejoramiento de la calidad y los procesos, y aumento de las regulaciones en general.

Los objetivos de la administración de operaciones siguen siendo en la actualidad aumentar la satisfacción del cliente, reducir los costos y los tiempos de fabricación, respetar ciertos niveles de calidad del producto final (control y mejora de calidad) y acrecentar las ganancias de la organización. Pero ahora estos objetivos deben alcanzarse en un nuevo contexto de mercado global, de grandes y constantes cambios, especialmente tecnológicos y con responsabilidad social en lo concerniente a la ecología. (Aballay, 2013)

## **2.2. GESTIÓN POR PROCESOS**

Esta disciplina puede parecer nueva, pero no lo es. Una de las personas más importantes en describir procesos fue Adam Smith (1776) en su famoso ejemplo de una fábrica de alfileres: *Un hombre extrae el alambre, otro lo endereza, un tercero lo corta,*

*un cuarto le da una punta, un quinto le coloca la cabeza. Para hacer la cabeza se requieren otras dos o tres operaciones distintas (...)*

Adam Smith también reconoció en su trabajo que la salida de dicho proceso podía incrementarse a través de la división del trabajo. En una sociedad donde la producción estaba dominada por lo artesanal (un hombre realizando todas las actividades), Smith describió como el trabajo podía ser dividido en una serie de actividades más simples, que podían ser realizadas por varias personas especializadas. Si bien Smith no fue el principal impulsor de la división del trabajo y sus ideas sobre este tema pueden relacionarse a la gestión por procesos, no fue hasta mucho después que estos conceptos evolucionaron a lo que conocemos hoy<sup>1</sup>.

El análisis y estudio de los procesos se extendió, a partir del movimiento de calidad, a otros campos superando el enfoque anterior que lo restringía exclusivamente a los procesos de producción. Para mejorar la calidad de las operaciones, los consultores o quienes estaban a cargo comenzaron a enfocarse más en los procesos en general que en los problemas particulares de una actividad o función. Deming fue uno de los primeros en sugerir este cambio de enfoque. A partir de 1990, los procesos pasan a ser el foco de estudio de investigadores, consultores de negocios y gerentes debido principalmente al movimiento de Mejora de Procesos. Distintas estrategias han sido desarrolladas para la Mejora de Procesos (Calidad Total, Rediseño de Procesos, Reingeniería de Procesos), todas ellas tienen en común como elemento central de análisis a los procesos. (Aballay, 2013)

### **2.2.1. Concepto de proceso**

Es importante antes de tratar de entender que es la administración de procesos, indicar a que llamamos procesos: un proceso es un conjunto de actividades que toman una o más entradas y la transforman en una salida la cual tiene un valor para el cliente (Hammer & Champy, 1993).

---

<sup>1</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Business\\_process#Adam\\_Smith](http://en.wikipedia.org/wiki/Business_process#Adam_Smith)

### 2.2.2. Elementos de un Proceso

La identificación de los elementos de un proceso resulta importantísima si lo que se quiere es gestionarlo y mejorarlo. Los elementos que componen un proceso son:

- Entradas (inputs): son los elementos que sufren transformaciones o las permiten.
- Recursos: son todos bienes materiales o de información que el proceso necesita utilizar para generar las salidas. Algunos pueden ser recursos claves para el proceso y por ende requieren especial atención y otros pueden ser recursos de menor importancia.
- Salidas (outputs): son el resultado de la ejecución del proceso. Es lo que el proceso genera.
- Proveedores: son las personas u organizaciones que proveen las entradas.
- Cliente: Es la persona o conjunto de personas a quienes están destinadas las salidas del proceso.
- Propietario o responsable del proceso es quien asume la responsabilidad global del desarrollo, control y mejora del proceso.
- Sistema de control: son los indicadores de funcionamiento y medidas de resultados de los procesos. Entre los indicadores más comunes se pueden nombrar los de eficacia, de eficiencia, de productividad, de competitividad y los de calidad.
- Acciones: es la secuencia de actividades que deben ser realizadas para conseguir generar las salidas del proceso. (Ludueña, 2010)

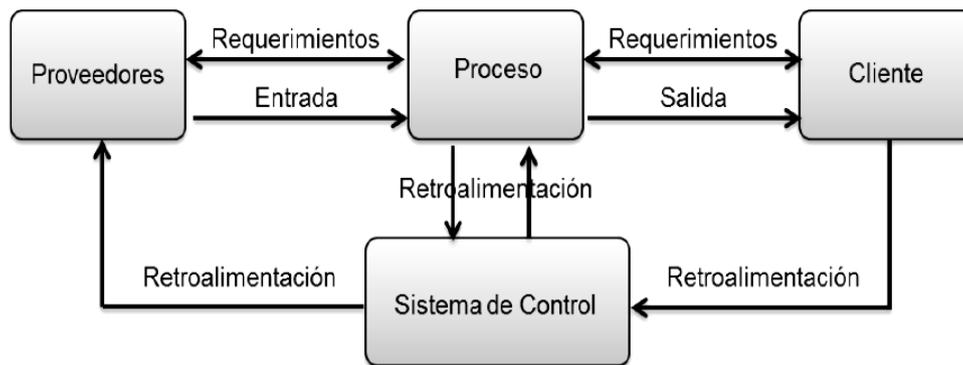


Figura 4: Elementos de un proceso. (Fuente: Harrington 2006)

### 2.2.3. Gestión por Procesos vs Enfoque Funcional

Las organizaciones están estructuradas a menudo como una jerarquía de unidades funcionales. Habitualmente se gestionan verticalmente, con una responsabilidad por los resultados obtenidos dividida entre unidades funcionales. Esto es: **“Enfoque Funcional”**. El cliente final u otra parte interesada no siempre ven todo lo que está involucrado. En consecuencia, a menudo se da menos prioridad a los problemas que ocurren en los límites de las interfaces que a las metas a corto plazo de las unidades. Esto conlleva a la escasa o nula mejora para las partes interesadas, ya que las acciones están frecuentemente enfocadas a las funciones más que en el beneficio global de la organización.

Un enfoque basado en procesos es una excelente vía para organizar y gestionar la forma en que las actividades de trabajo crean valor para el cliente y otras partes interesadas. El **“Enfoque basado en Procesos”**, introduce la gestión horizontal, cruzando las barreras entre diferentes unidades funcionales y unificando sus enfoques hacia las metas principales de la organización. También mejora la gestión de las interfaces del proceso. (Farías, 2013)

La gestión por procesos implica un cambio en la manera que se dirigen las empresas, en parte, por la forma en que se ve a la empresa y a todo lo que sucede en

ella. Se debe desistir de pensar en la estructura de la organización y comenzar a pensar en aquellos procesos que afectan el valor entregado al cliente. (Harrington, 1991)

A continuación, se reflejan las diferencias que se observan entre el enfoque funcional y el enfoque de procesos:

#### Comparación por elementos estratégicos

Elementos de comparación	Enfoque Funcional	Enfoque por procesos
Estructura organizacional	Jerárquica	Sistémica/interconectada
Actuación	Interna y cerrada	Externa y abierta
Recurso principal	Capital	Conocimiento
Proyección de RRHH	Directivos	Profesionales
Dirección	Ordenes gerenciales	Auto-gerencia
Compensación	Ascensos	Realización propia
Actitud de RRHH	Cumplir	Generar valor
Actitud dominante	Jefatura	Liderazgo
Control ejercido	Control externo	Autocontrol

#### Comparación por actuación

Elementos de comparación	Enfoque Funcional	Enfoque por procesos
Orientación de resultados	Orientado a la tarea	Orientado al cliente
¿Qué se debe comprender?	El trabajo	El proceso
Orientación colaborativa	Hacer mi trabajo	Trabajar en equipo
Pregunta frente a un problema	¿Quién cometió el error?	¿Qué permitió el error?
¿Qué se evalúa?	El individuo	El proceso
¿Donde se ve el problema?	Los empleados son el problema	El proceso tiene problemas
Solución al problema	Cambiar el empleado	Mejorar el proceso
¿Qué son las personas?	Empleados	Talento humano

Tablas 1 a y b: Enfoque Funcional vs Enfoque por Procesos  
(Fuente: [www.cio.com.co/2008/articulos/Organizacion%20enfoco%20funcional%20Vs.pdf](http://www.cio.com.co/2008/articulos/Organizacion%20enfoco%20funcional%20Vs.pdf))

Debilidades estructurales comunes en las organizaciones funcionales:

- Desconocimiento de la estructura de procesos y la interrelación entre los mismos.
- Dificultad de llevar la Estrategia a la Operación.
- Falta de integridad de los diferentes sistemas de gestión.
- Gestión ineficiente de recursos y servicios: Personas, materiales, etc., según las necesidades de cada área; no según las necesidades de cada proceso.

- Baja confiabilidad en el Costeo de Productos: Recursos (T. H., Tecnología, Información, etc.) asignados y utilizados por dependencias, no congruentes con los procesos.
- Dificultades para la evaluación corporativa sistémica e integral.
- Impacto negativo en la Productividad, Competitividad y Rentabilidad: No logro de objetivos estratégicos

Debilidades operativas comunes en las organizaciones funcionales:

- Exceso de procedimientos y actividades manuales.
- Numerosos formatos y papeles en cada dependencia.
- Poco conocimiento de lo que hace cada quien.
- Sin estándares.
- Carencia de controles o controles inadecuados.
- Información aislada en cada área.<sup>2</sup>

El cambio de enfoque mental es de cierta consideración. No se trata sólo de seguir pensando en cómo hacemos mejor lo que estamos haciendo (enfoque funcional propio de la división de tareas), sino por qué y para quién lo hacemos.

Estas dos reflexiones son la esencia de la Gestión por Procesos, y requiere capacidad para ver la empresa como un conjunto de procesos y no como una serie de departamentos con funciones especializadas. Si definimos claramente la misión y objetivo de los procesos en términos de valor añadido percibido por los clientes, automáticamente se pondrán de manifiesto aquellas actividades consideradas como ineficaces y por tanto prescindibles (Ludueña, 2010).

---

<sup>2</sup> <http://www.cio.com.co/2008/articulos/Organizacion%20enfocoque%20funcional%20Vs.pdf>

## **2.3. MEJORA DE PROCESOS**

### **2.3.1. Introducción a la Metodología BPI**

La Mejora de Procesos de Negocios o BPI, por sus siglas en inglés (Business Process Improvement) es un conjunto de enfoques y herramientas que la dirección de empresas utiliza para mejorar el rendimiento de una empresa.

Esta metodología, propuesta por H. James Harrington en su libro Business Process Improvement, publicado en 1991 por la editorial McGraw-Hill, busca cambiar los procesos para mejorar su efectividad en la organización. Para el éxito de la misma, es necesario que la empresa tenga una orientación de proceso, es decir, un determinado patrón de pensamiento.

Por la misma se busca garantizar que la organización tenga procesos que:

- Eliminen los errores
- Minimicen las demoras
- Maximicen el uso de los activos
- Promuevan el entendimiento
- Sean fáciles de emplear
- Sean amistosos con el cliente
- Sean adaptables a las necesidades cambiantes de los clientes
- Proporcionen a la organización una ventaja competitiva
- Reduzcan el exceso de personal

### **2.3.2. Fases de la Metodología BPI**

La metodología propuesta por Harrington para la mejora de procesos de la empresa consta de cinco fases, cada una de las cuales está determinada por actividades específicas:

- Fase I: Organización para el mejoramiento
- Fase II: Conocimiento del proceso

- Fase III: Modernización del proceso
- Fase IV: Mediciones y Controles
- Fase V: Mejoramiento continuo

En el presente trabajo se aplica una adaptación de esta metodología con cuatro fases a seguir que abarcan las siguientes etapas:

### Fase I: Organización para el mejoramiento

El objetivo de esta primera fase asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo, comprensión y compromiso e involucra la selección del proceso crítico a mejorar comprendiendo las siguientes actividades:

- Establecer el Equipo Ejecutivo de Mejoramiento (EEM)
- Nombrar responsables del Proceso
- Determinar los procesos críticos de la organización
- Seleccionar el o los proceso a mejorar

### Fase II: Comprensión del proceso

En esta segunda fase se persigue la descripción del proceso actual a mejorar comprendiendo las siguientes actividades:

- Determinar los límites del proceso objeto de mejora
- Definición de las medidas y objetivos de efectividad, eficiencia y adaptabilidad
- Elaborar el diagrama de flujo del proceso actual
- Caracterización del proceso actual y sus etapas

### Fase III: Modernización

Esta fase tiene por objetivo mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad del proceso de la empresa comprendiendo la identificación de las oportunidades de mejora y la propuesta de un proceso mejorado. Sus actividades son las siguientes:

- Identificación de oportunidades para la mejora del proceso: errores y repetición del trabajo, alto costo, mala calidad, demoras prolongadas, acumulación, falta de registros.
- Propuesta de proceso mejorado:
  - . Reducir el tiempo del proceso
  - . Eliminar los errores del proceso
  - . Eficiencia en el uso de los equipos
  - . Estandarización
  - . Documentar el proceso

#### Fase IV: Mediciones y controles

En la cuarta fase el objetivo es poner en práctica un sistema para controlar el proceso para el mejoramiento progresivo que involucre mediciones con retroalimentación y auditorías periódicas:

- Desarrollar mediciones y objetivos del proceso
- Establecer un sistema de retroalimentación con ajustes sobre el sistema y la maquinaria en función de las mediciones

La metodología propuesta por Harrington ofrece una quinta fase denominada Fase de Mejoramiento Continuo, tal como se indicó anteriormente. Este trabajo está limitado a la obtención de un producto final que es una guía o Proceso Mejorado, con la prueba a campo de la efectividad del mismo pero no avanza sobre el seguimiento del mejoramiento continuo del proceso.

Se plantea como último paso metodológico la obtención de una herramienta de simple aplicación por el productor o contratista:

- Presentación del Proceso Mejorado y discusión con el EEM: paso a paso, parámetros a medir, instrumental apropiado y ajustes de acuerdo a las mediciones observadas, registros a llevar adelante, y responsables de la gestión y la ejecución del proceso.

- Presentación del Proceso Mejorado Final, herramienta de simple ejecución por parte del productor o contratista

## **CAPITULO 3: APLICACIÓN PRÁCTICA** **DE LA METODOLOGÍA BPI A LA PRODUCCION DE ROLLOS DE ALFALFA EN LOS** **SISTEMAS LECHEROS ARGENTINOS**

### **3.1. ESTADO DE SITUACIÓN: REALIDAD ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE HENO** **DE ALFALFA EN EL PAÍS**

Argentina posee en la actualidad una superficie de 3,5 Mill/has de alfalfa, reducida notablemente en los últimos años por la competencia de la tierra que se destina a la agricultura, sin embargo esta merma está siendo compensada con un aumento del potencial productivo. Del total de alfalfa producida en el país, el 50% de la producción es destinado a pastoreo directo y el resto como forraje conservado (rollos o fardos de alfalfa puros o consociados) y en menor proporción para otros sistemas de conservación como son los silos y henolaje. Las principales áreas de producción de alfalfa en nuestro país son Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires y La Pampa, consideradas éstas como zonas de cultivo en seco, y Mendoza, San Juan, sur de Buenos Aires, Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja, Salta y Rio Negro, como zonas de cultivo bajo riego.



Figura 5: Áreas alfalfadas en Argentina. Las estrellas corresponden a las localidades de evaluación de cultivares de alfalfa de la Red INTA de Evaluación de Cultivares (Fuente: Daniel Basigaloup INTA).

La producción de alfalfa en forma de heno, está creciendo a un ritmo sostenido desde hace varios años en nuestro país, lo que se atribuye a factores de mercado tanto interno como externo. En lo interno se destaca la adopción de sistemas de producción pecuaria con grados variables de suplementación y el uso creciente destinado a otros animales (equinos, aves, chinchillas, etc.). En lo externo sobresale la creciente demanda de megafardos de alfalfa compactados en el Cercano y Lejano Oriente y de pellets/cubos de alfalfa en Latinoamérica, que ha impulsado la instalación de empresas productoras en distintas regiones del país.<sup>3</sup>

La gran materia pendiente sigue siendo, que estas pasturas de gran potencial, se logren henificar con menor cantidad de pérdidas y que lleguen a la boca de los animales con la mayor calidad posible.

En el país la producción de heno de alfalfa presenta en general serias deficiencias de calidad, reflejadas en los parámetros que surgen de los análisis químicos. En este contexto, de todas las muestras analizadas por los laboratorios del INTA en Rafaela y Manfredi durante los últimos cinco años, se obtuvieron cifras que dan cuenta de la problemática, con promedios generales de 16% Proteína Bruta (rango 13% a 24%), 56% de FDN, 44% de FDA y 58% de DIVMS, cuando los valores deseables para estos parámetros serían 18-22%, 40-47%, 32-36% y >62%, respectivamente.<sup>3</sup>

En cuanto a las tecnologías de proceso (know how o saber cómo), existe en una importante proporción de los sistemas pecuarios argentinos, una brecha difícil de subsanar entre las tecnologías disponibles para su aplicación y la que realmente son empleadas aun en sistemas productivos que cuentan con maquinaria de alto valor económico.

En cuanto a la realidad del sector lechero, el cual es responsable en un alto porcentaje, de la producción y consumo de heno de alfalfa del país, se viene observando un proceso de reducción en el número de tambos, que pasaron de 30.141 unidades en el año 1988

a 11.805 en 2008, con una proyección que indica que para 2018 quedarían 9.165, según datos el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).

---

<sup>3</sup>Basigaloup, Sanchez, Odorizzi; Revista Tecnoforrajés nº1 Marzo 2014, Ediciones INTA

El tamaño medio de los tambos argentinos es de 157 vacas en ordeño con alrededor de 2800 litros de leche diarios y una productividad individual de 20 litros por vaca en ordeño por día y 1,4 vacas en ordeño por ha. Más del 40% de la actividad es desarrollada en tierra arrendada. La disminución en el número de tambos en el país avanza a un ritmo de 250 establecimientos por año, debido a su falta de competitividad frente a otras actividades como lo son las agrícolas en disputa por el recurso escaso que es la tierra. Esta falta de competitividad es producto muchas veces de marcadas ineficiencias en el manejo de los sistemas productivos y de los procesos que los mismos abarcan. El proceso de henificación es un ejemplo de ello, llevado a cabo en forma ineficiente y con importantes pérdidas en la calidad del producto final obtenido.

Por otro lado, la adopción de tecnologías de henificación en Argentina siempre estuvo limitada por la escasa “cultura” del heno de calidad que se tiene en nuestro país.

La llegada de las rotoenfardadoras (máquinas que confeccionan los rollos) en el año 1984 revolucionó la forma de hacer reservas de forrajes, facilitando la mecanización de todo el sistema de confección, almacenaje y suministro de heno, sin embargo hubo múltiples factores de manejo que condicionaron la calidad. La historia tuvo otro hecho relevante en el año 1996, cuando desembarcaron las megaenfardadoras en nuestro país, que a pesar del gran avance que demostraron en la elaboración de heno de calidad, no llegaron a instalarse fuertemente en el mercado. Si bien no estuvieron en dudas sus beneficios, la explicación es la crisis económica de fines de los 90 que interrumpió la oferta de estos productos. A partir del año 2008 se volvió a importar este tipo de máquinas, fundamentalmente por la instalación de empresas exportadoras de megafardos, y desde entonces fue incrementando la participación en el mercado a medida que encontró como principales usuarios a contratistas que brindan servicios y a productores de alfalfa que elaboran megafardos para comercializarlos, tanto en el mercado interno como de exportación (el 95% de su uso es destinado a fines comerciales: prestadores de servicios o venta de megafardos). El segmento al que

apuntan los productores de megafardos, es una pequeña porción del mercado dispuesta a pagar un precio diferencial con tal de obtener un heno de alta calidad.

---

No obstante, en términos generales, el heno en el país es comercializado por unidad, es decir sin consideración de su calidad, siendo el formato de rollo de 500Kg de materia seca el más difundido entre los productores tanto en la producción para consumo propio como para su comercialización. El heno en formato de rollo puede ser realizado con diferentes pasturas, pero la alfalfa se constituye en la fuente de fibra “clave” de los sistemas ganaderos, dado que permite equilibrar las dietas basadas a pastos frescos, dietas húmedas en base a ensilajes o raciones con elevados niveles de concentrados. Este ingrediente posibilita lograr mejores texturas y palatabilidad en las dietas, a la vez que proveer la fibra efectiva necesaria para un correcto funcionamiento ruminal. Si se cosecha el forraje con abundantes hojas, será además un insumo de alto valor proteico, disminuyendo la necesidad de proteína y energía extra.

La importancia de la mejora de los procesos productivos de los rollos de alfalfa tendientes a lograr una mejor calidad nutricional de los mismos, cobra gran importancia en los sistemas lecheros ya que en ellos se observa una alta participación del heno en las raciones que consumen diariamente las vacas, más aún considerando que el costo de la alimentación es responsable de entre el 30 y el 40% de los costos del tambo tal como lo afirma la Dra. Miriam Gallardo, ex colaboradora del INTA Castelar.

A continuación se analiza el proceso productivo de rollos de alfalfa imperante en el país.

### **3.2. INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE HENO DE ALFALFA**

La henificación o actividad de producir heno es una forma de conservación de las pasturas que, de dejarlas en el lote sin ser cosechadas pierden su calidad como alimento en la producción animal. Se busca mediante este principio mantener la mayor

calidad posible de la pastura durante el período de almacenaje hasta el momento de ser requeridas para ofrecérselas como alimentos a bovinos de carne y leche. El principio de conservación es físico y consiste en el rápido secado del material para evitar que las células continúen respirando y consuman así los mejores nutrientes almacenados en su follaje dejando de quedar estos disponibles para el animal. Mediante este proceso se busca una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta, a partir del momento de corte de la pastura, debiéndose reducir la concentración de agua de los tejidos, hasta niveles inferiores al 20% de humedad, la cual durante el almacenado de los rollos tiende a estabilizarse alrededor del 15%, siempre y cuando no vuelva a tomar contacto con la humedad.

El forraje baja la tasa de respiración en forma abrupta una vez que su contenido de humedad cae por debajo del 50%, por lo que es de vital importancia alcanzar rápidamente este porcentaje de humedad y llegar luego al 20% para poder confeccionar los rollos y almacenarlos en forma segura.

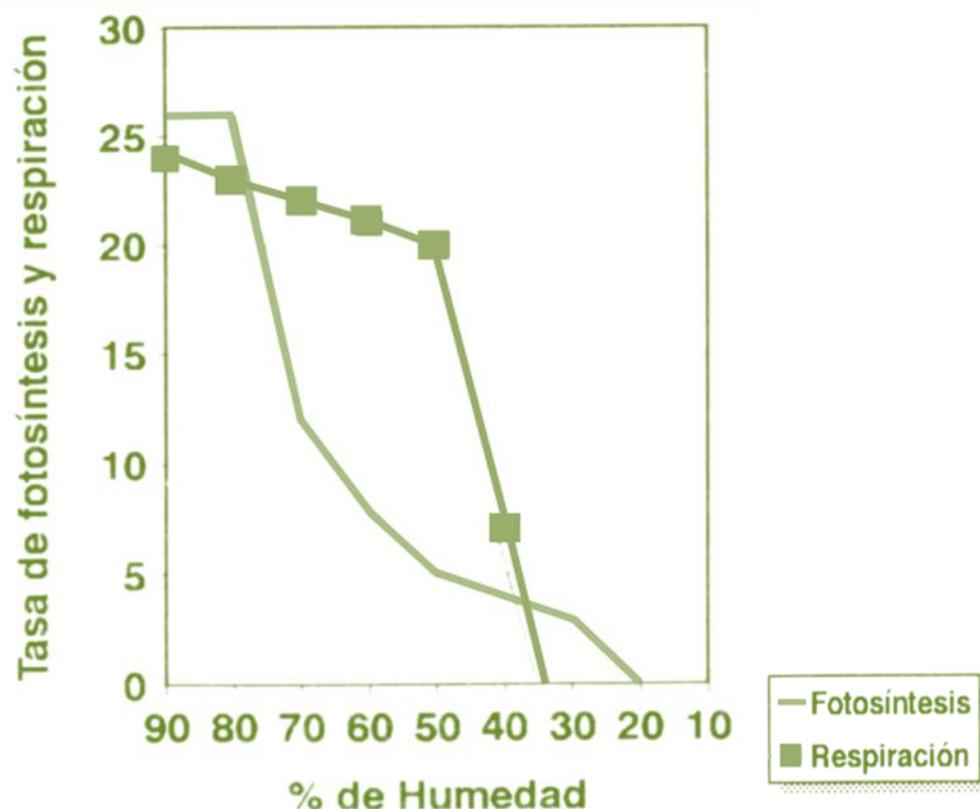


Figura 6: Efecto del secado en la respiración después del corte. Adaptado de Greenhill.

Para lograr un buen heno es clave partir de una materia prima de calidad. El objetivo es llegar al momento de iniciar la henificación con una pastura de alfalfa con alto volumen de producción y elevada calidad nutricional es decir, con alto porcentaje de proteína y energía metabolizable y bajo contenido de tejidos de baja digestibilidad como son la celulosa y hemicelulosa y la lignina. Para lograr este objetivo, debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos de relevancia al momento de tomar decisiones y llevar a cabo el cultivo de la pradera: selección de la variedad de alfalfa a sembrar y del lote donde realizar el cultivo, elección de la fecha y densidad de siembra óptimas, y finalmente, selección del esquema de fertilización y de protección vegetal a realizar (malezas, insectos y enfermedades).

Llegado el momento de la necesidad de consumo del heno, este debe ser suministrado a los animales evitando pérdidas en cantidad y calidad. El proceso de intensificación ganadera está generando una creciente participación de las conocidas como TMR o raciones totalmente mezcladas que involucran la práctica de preparar las raciones dentro de una maquina mezcladora o mixer donde el heno es introducido y fraccionado hasta el tamaño final deseado mezclándose con los demás componentes de la ración que es servida a los animales en los comederos.

### **3.3. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MODELO BPI:**

#### **3.3.1. Fase I: Organización para el mejoramiento**

En esta primera fase se creó el Equipo Ejecutivo de Mejoramiento (EEM) y se nombró al Empresario-Productor como responsable máximo de la mejora del proceso de henificación. Otros integrantes de este equipo fueron el empleado a cargo del tambo (tambero) y el empleado responsable operativo de la alimentación diaria del rodeo. Desde INTA se cubrió el rol de especialista del BPI.

El objetivo de organizar este equipo de trabajo y asignar responsabilidades es asegurar el éxito del trabajo de mejora de procesos de confección de rollos, apoyándose en el liderazgo, comprensión y compromiso de todos los empleados de la empresa. La primera tarea llevada a cabo por el EEM fue determinar cuáles son los procesos críticos desarrollados por la empresa en el ejercicio de su actividad económica de acuerdo a los objetivos y estrategia de la misma y en qué manera responden dichos procesos a los requerimientos de los clientes internos y externos.

Se determinó como uno de los procesos críticos de la organización la *Producción y Suministro de Alfalfa a los Animales* y dentro de este, tres subprocesos que lo componen seleccionándose uno de ellos para trabajar en su mejora.

#### 3.3.1.a) Determinación de los procesos críticos

En el proceso de *Producción y Suministro de Alfalfa a los Animales* se detectan tres subprocesos fundamentales:

- *Producción de la Pastura de Alfalfa*: este es el subproceso inicial y comprende desde la selección del lote a sembrarse, las operaciones de fertilización, siembra, protección vegetal frente a malezas e insectos y finalizando con la cosecha.
- *El segundo es el Subproceso de Henificación*: se extiende desde el corte de la pastura, involucrando la confección de los rollos y finalizando con el almacenamiento de los mismos en su lugar de guarda hasta el momento previo a su entrega al animal.
- *El tercer y último subproceso fundamental es el de Suministro del Heno*: se inicia con la extracción de los rollos almacenados en los depósitos finalizando en la boca de los animales del propio establecimiento tras el preparado de la ración.

### 3.3.1.b) Selección del proceso a mejorar

De los tres subprocesos críticos que comprenden la Producción y Suministro de Alfalfa a los Animales se seleccionó el segundo que en adelante será mencionado como *Proceso de Henificación*, para su abordaje, descripción y aplicación de las herramientas de mejora.

### **3.3.2. Fase II: Comprensión del Proceso Actual**

En esta segunda etapa el EEM llevó a cabo la descripción del actual Proceso de Henificación el cual es objeto de mejora. En primer lugar se establecen los límites del mismo.

#### 3.3.2.a) Límites del Proceso

Es importante tener en claro cuando comienza y cuando termina el subproceso que acordamos llamar *Proceso de Henificación*, para poder tener en claro qué estará y qué no estará incluido en el análisis de mejora que se encara.

De esta forma se evitará el riesgo de lo que en inglés se conoce como Scope Creep, y que se refiere a un crecimiento continuo e incontrolado del alcance de un proyecto, cuya causa principal es no definir correctamente el alcance del mismo. Se evitará caer en la tentación de expandir continuamente el alcance del proceso a analizar.

Para delimitar el proceso, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- *Nombre del Proceso*: nombre con el que se identifica el proceso.
- *Dueño del proceso*: persona responsable del proceso en cuestión. Es importante que exista un solo responsable final del proceso aún si este atravesara diferentes áreas de la organización. La persona designada debe tener la autoridad suficiente para revisar y acordar la definición del alcance.

- *Descripción/Objetivo*: es la definición sintética del proceso indicando que hace y cuál es su objetivo debiendo ser comprensible para cualquier persona que esté o no en el rubro.
- *Alcance*: límites dentro de los cuales se realiza el trabajo de mejora comprendiendo los puntos de inicio y final.
- *Inputs/Outputs*: debe indicarse cuáles son los insumos más importantes que ingresan al proceso y los productos y si hubiera otras salidas del mismo.
- *Responsabilidades del proceso*: comprende un listado de las actividades que deben realizarse indicándose los responsables de cada una de ellas.
- *Cliente y necesidades del Cliente*: debe estar en claro quiénes son los destinatarios del producto final del proceso y cuáles son los atributos realmente importantes para cubrir adecuadamente las necesidades de los mismos.
- *Stakeholders relevantes y sus necesidades*: se debe indicar también cuales son los otros grupos de interés o stakeholders y cuáles son sus intereses o como se ven afectados por el proceso.
- *Medidas de éxito*: Aquí se debe determinar qué parámetros deben medirse en el proceso de manera que contribuya a atender aquellos aspectos que los clientes han definido como importante.

A continuación se presenta el cuadro de límites del Proceso de Henificación donde se encuentran contemplados los aspectos detallados:

Límites del Proceso			
<b>Nombre del Proceso</b>		<b>Dueño del Proceso</b>	
Proceso de Henificación		Productor Lechero	
<b>Descripción del proceso – Objetivo</b>		<b>Alcance</b>	
<p>Consiste en la henificación de la alfalfa en formato de rollos. Es un método físico de conservación de la calidad de la alfalfa mediante el rápido secado de la pastura evitando que esta siga respirando y se consuman los nutrientes almacenados en ella de modo que queden disponibles en la mayor medida posible para el animal cuando el forraje le sea entregado con la ración. El proceso de secado inicia cuando la alfalfa es cortada en el lote y se enrolla una vez que la humedad del material desciende a 20%. De esta forma se logra cosechar eficientemente el forraje y almacenarlo compactado en forma de rollos.</p>		<b>Inicio</b>	<b>Final</b>
		Comienza con el corte de la pastura en pie	Termina cuando los rollos son utilizados para alimentar al rodeo siendo retirados de su lugar de almacenaje
		<b>Ingresos y Salidas</b>	
		<b>Inputs</b>	<b>Outputs</b>
		Cultivo de Alfalfa en pie, combustible, red o hilo de atado	Rollos de alfalfa, información
<b>Clientes</b>		<b>Stakeholders</b>	
<b>Quién</b>	<b>Necesidad</b>	<b>Quién</b>	<b>Necesidad</b>
El Rodeo de vacas del establecimiento	Fibra de alta calidad nutricional	Productor Lechero	Reducción de costos en alimentación
		Nutricionista	Fibra de alta calidad
		INTA	Información
<b>Responsabilidades del proceso</b>		<b>Medidas de éxito</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Volumen producido y tiempo</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Decisión de momento y superficie de corte</li> <li>. <b>Etapa 1: Corte y andanado de la pastura</b></li> <li>. Decisión Momento de rastrillado</li> <li>. <b>Etapa 2: rastrillado</b></li> <li>. Decisión de momento de confección de los rollos</li> <li>. <b>Etapa 3: Confección de los rollos</b></li> <li>. Medición de calidad del producto final</li> </ul>	Productor Lechero	Pérdidas en cada etapa en kgMS/ha Tiempo de duración del proceso % de pérdidas totales a lo largo del proceso	
	<b>Servicio contratado</b>	Calidad de forraje almacenado y reducción de costos	
	Productor Lechero	Parámetros objetivos de proteína bruta (%PB) y energía metabolizable (Mcal EM/KgMS)	
	<b>Empleado resp. de la alimentación</b>	Reducción de costos en suplementos (\$/año)	
	Productor Lechero		
	<b>Empleado resp. de la alimentación</b>		
	Productor Lechero		
	Lechero		

. Etapa 4: Retiro de los Rollos del campo y acopio.	Empleado resp. de la alimentación	
---	-----------------------------------	--

Tabla 2: cuadro de de límites del Proceso de Henificación

### 3.3.2.b) Medidas y objetivos de efectividad, eficiencia y adaptabilidad del proceso

Medidas de Eficacia: son aquellas medidas que hacen referencia a la capacidad del proceso de alcanzar su objetivo que es el de satisfacer con sus salidas las necesidades o expectativas de sus clientes finales. Para lograr la efectividad en el proceso de henificación se debe analizar desde la entrada hasta la salida del proceso a fin de verificar en qué manera se va viendo afectada la calidad del material en las distintas etapas de confección del heno.

Se tomarán como medida de efectividad:

- la concentración proteica del material en su situación inicial como pastura, en la andana, en la gavilla y finalmente en el rollo ya confeccionado antes de su acopio.
- Al final del proceso la medida de efectividad será tanto la concentración proteica como y la energía metabolizable.

Medidas de Eficiencia: es una característica que indica cuán acertadamente se utilizan los recursos durante el proceso de producción de rollos de alfalfa. Se considera que mayor es la eficiencia cuanto menores son los recursos demandados para alcanzar el cumplimiento de un mismos objetivo del proceso de henificación.

Cada actividad debe ser medida observando la cantidad de insumos empleados para el cumplimiento de su cometido, o bien cuánto producto ofrece dicha actividad a partir de una misma cantidad de insumos.

Se tomarán como medidas de eficiencia:

- tiempos perdidos en espera necesaria entre las actividades afectada por el ritmo de secado,

- costos ocasionados por la pérdida de material producto de una mala ejecución de las actividades aun en condiciones de igual dotación de recursos o insumos involucrados en la misma.

Medidas de Adaptabilidad: representa la flexibilidad del proceso para responder a las expectativas futuras y cambiantes del cliente. Representa la capacidad de adaptación a nuevas situaciones normalmente diferentes o inesperadas. No se emplearán medidas de adaptabilidad.

Las medidas de eficacia y eficiencia empleadas, permitirán detectar los puntos o actividades donde se observan los problemas y en consecuencia poder tomar decisiones sobre los aspectos a mejorar y fijar los objetivos de mejora.

### 3.3.2.c) Diagrama de Flujo del Proceso Actual

Una vez delimitado el subproceso a mejorar, y las medidas de eficacia y eficiencia del Proceso de Henificación, el Equipo Ejecutivo de Mejoramiento (EEM) procedió a elaborar un Diagrama de Flujo del Proceso de Henificación Actual. En él, se observa gráficamente el proceso de principio a fin con sus actividades, sus responsables, y las interacciones entre las mismas, los insumos principales, las instancias de decisión y los tiempos del proceso. Se busca con este diagrama ofrecer una mirada simplificada del proceso completo que permita detectar como se está llevando a cabo el mismo en la actualidad, determinar los puntos críticos del sistema y los cuellos de botella por donde iniciar la mejora del proceso en cuestión.

Para la elaboración del flujograma se empleó la simbología desarrollada por el American National Standards Institute ANSI y que se describe a continuación.

Simbolo	Significado	Descripción
	Operación	Se utiliza para representar la ejecución de una operación o actividad. Dentro del rectángulo se puede incluir una breve descripción de la actividad.
	Transporte	Se utiliza para indicar cada vez que un "output" se mueve o traslada a otra persona, sección o departamento.
	Decisión	Se utiliza para indicar los puntos dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos y por ende se debe tomar una decisión. Las actividades que le siguen varían en función del camino que se tome.
	Inspección	Este círculo grande se utiliza para indicar que el proceso ha sido detenido para evaluar la calidad del "output" o para indicar que es requerida la firma de una persona autorizada.
	Documentación	Se utiliza para representar cualquier tipo de documento (informes, cartas, etc.) que se utilice, se genere o salga del proceso.
	Demora	Se utiliza cuando es necesario esperar antes de continuar con las próximas actividades.
	Almacenamiento	Se utiliza para representar el depósito permanente de un documento, ítem o información.
	Comentarios	Se utiliza para anotar información adicional acerca del símbolo al que está conectado.
	Dirección de flujo	utiliza para conectar los símbolos entre sí señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	Línea de Comunicación remota	Se utiliza para indicar cuándo ocurre la transmisión de información de un lugar a otro y cómo ocurre.
	Conector	Se utiliza el círculo pequeño para indicar la salida desde un diagrama de flujo y que será la entrada de otro diagrama de flujo.
	Limites	Se utiliza para indicar el inicio y el final del diagrama. Generalmente dentro del círculo alargado se escribe inicio o fin.

Figura 7: Simbología para Diagramas de Flujo desarrollada por ANSI (Fuente: Harrington 1993).

Se obtuvo el siguiente diagrama de flujo del proceso actual de Henificación:

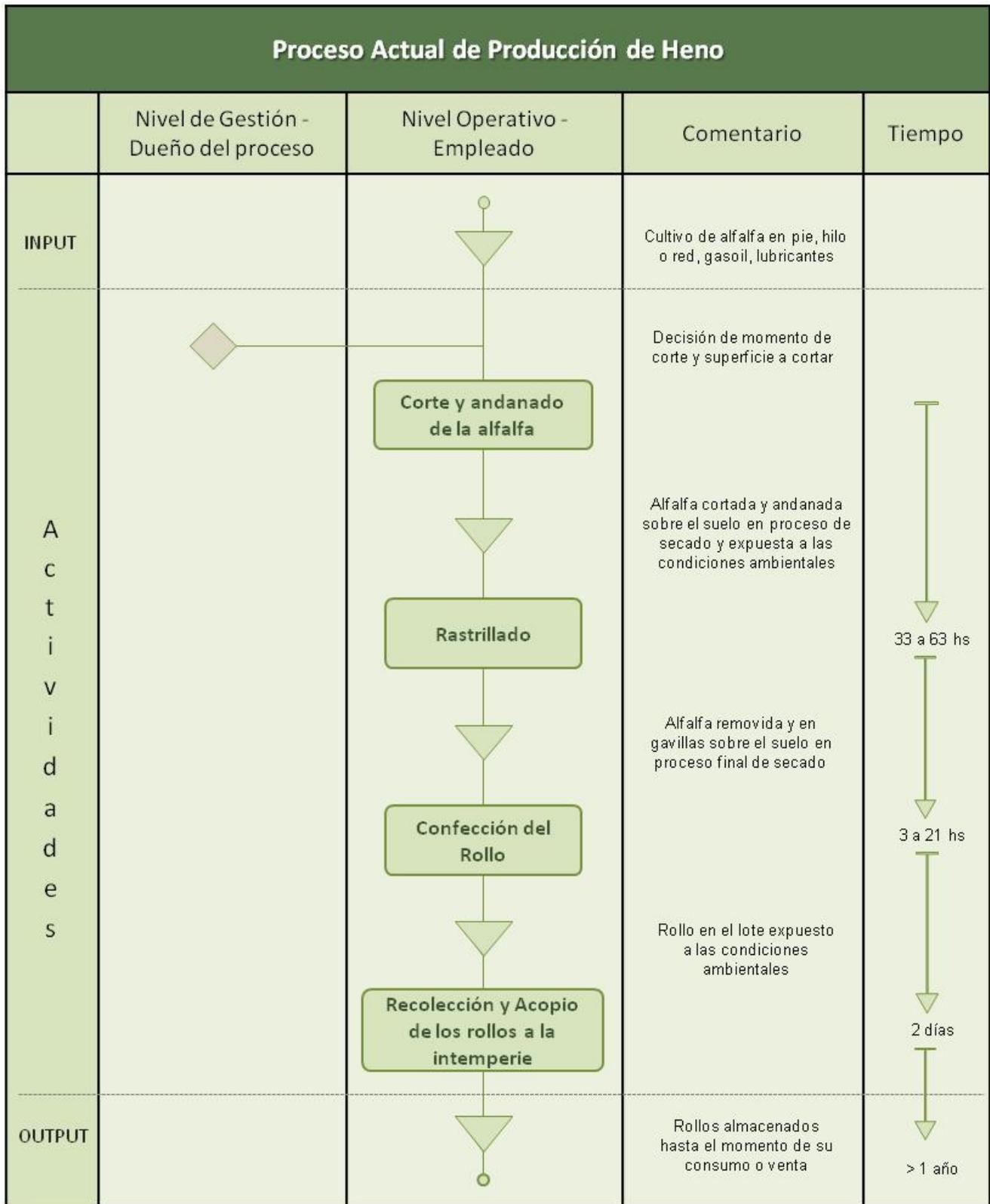


Figura 8: Proceso de henificación actual en los sistemas lecheros argentinos. (Fuente: elaboración propia)

### 3.3.2.d) Caracterización del proceso actual

En el establecimiento lechero medio argentino de 157 vacas en ordeño, el proceso de henificación es llevado a cabo de 5 a 7 veces al año de acuerdo al rendimiento de la pastura afectada por las condiciones ambientales de cada año y el manejo que se haga de la misma. En total estos cortes suman un rendimiento anual promedio de 3000 kg de materia seca por hectárea, el cual puede ofrecer mayor volumen si se aumenta la distancia temporal entre cortes, pero esto va en desmedro de la calidad obtenida. Esto es lo que suele hacer el productor. El proceso de henificación involucra cuatro etapas fundamentales: corte de la pastura e hilerado de la alfalfa en andanas, rastrillado, confección del rollo y, finalmente, recolección y almacenado de los rollos en lugar elegido para su acopio hasta el momento de su consumo o venta.

Para caracterizar el proceso actual es necesario contar con información precisa de cada actividad por lo que deben llevarse a cabo las mediciones y controles necesarias en cada una de las actividades realizadas, sobre las condiciones de trabajo del cultivo y las maquinas intervinientes, niveles de pérdidas en cantidad, niveles de perdidas en calidad y tiempos operativos.

A continuación se detalla cada una de las actividades involucradas en el proceso actual analizado:

#### Primera Actividad: Corte y Andanado

- *Maquinaria interviniente:* tal como puede observarse en la figura 9, el 75% de los productores lecheros en el país emplea corta hileradoras rotativas tipo hélice.
- *Momento de iniciar el corte y superficie a cortar:* Comúnmente quien toma esta decisión es el productor. El momento oportuno de corte debe estar correctamente programado para que la alfalfa sea cortada en su estado fenológico óptimo (compromiso entre la máxima cantidad y calidad de forraje) y debe contemplar el pronóstico del tiempo. En cuanto a la superficie a cortar, es una decisión que debe

responder a la capacidad operativa de la actividad de enrollado durante un día de trabajo.

Actualmente esta decisión es tomada en forma discrecional. Si bien, muchas veces se tiene en cuenta el pronóstico del tiempo de manera de evitar el riesgo de que el material cortado se vea expuesto a las lluvias cayendo drásticamente su calidad, el momento de corte actual no es realizado en el momento fenológico óptimo de corte, concretándose el mismo entre un 15 y un 25% de floración con importantes pérdidas en la calidad del forraje. En este estado la pastura esta “pasada” habiendo enviado parte de sus azúcares a las estructuras florales y a tejidos de sostén, bajando por tanto la calidad nutricional para los animales. Respecto a la superficie a cortar, no siempre ésta se encuentra ajustada a la capacidad operativa de la enrolladora.

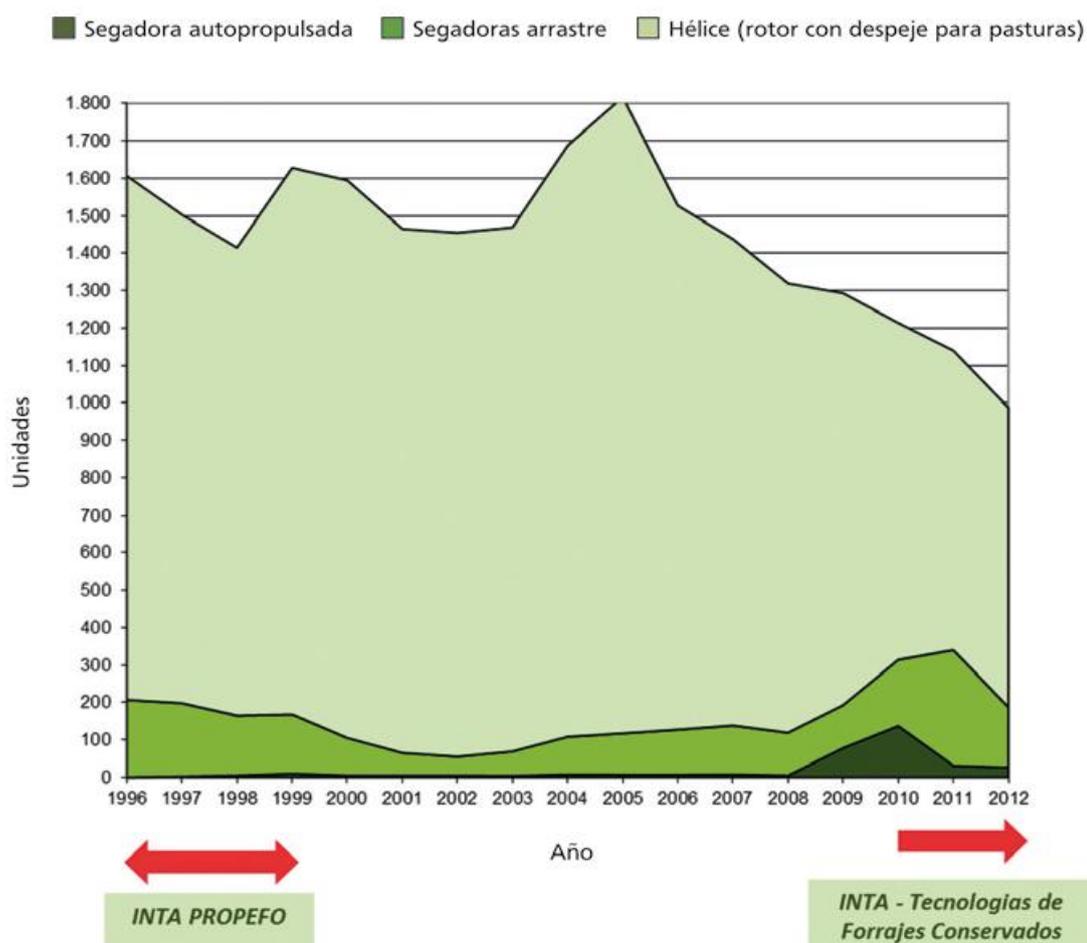


Figura 9: Tecnologías de corte utilizadas por los productores en el país. Cortadoras tipo hélice, segadoras de arrastre y segadoras autopropulsadas (Fuente: INTA Manfredi).

- *Horario de corte:* es realizado a la mañana tras el levantamiento del rocío exponiéndose el material a la acción del sol y la temperatura, con lo que se persigue la rápida disminución del porcentaje de humedad del forraje durante el transcurso del primer día de secado y una rápida reducción de las pérdidas por respiración, la cual continua a un elevado ritmo hasta tanto, esta humedad, no caiga por debajo del 50%.
- *Calidad de corte:* la calidad de corte lograda en la actualidad es responsable de importantes pérdidas en el proceso de henificación tanto en la calidad del heno obtenido, como en la sobrevida de la pastura implantada (lo que afecta al rendimiento de la pastura en los siguientes cortes). Esto se debe a que la calidad de corte depende en forma directa de la velocidad de giro de las cuchillas y del filo de las mismas. Al ser baja dicha velocidad y al encontrarse comúnmente descuidado el filo que suelen presentar sus hojas se logra un corte desprolijo con deshilachado del material.
- *Efecto del repicado:* También provoca importantes pérdidas el efecto de repicado del material ya cortado que presentan los sistemas de corte tipo hélice, y que ocasionan un alto porcentaje de pérdidas de hojas (donde se alojan los nutrientes más ricos de la pastura); Otra problemática que presenta esta tecnología es la carencia de un sistema acondicionador que uniformice y acelere el secado del material. Se retrasa por tanto el secado de los tallos, los cuales al ser más voluminosos, alcanzan su humedad óptima cuando las hojas se encuentran ya excesivamente secas. Este secado desparejo de hojas respecto a tallos que incrementa las pérdidas por mayor tiempo de secado con mayor respiración del material y por mayor caída de hojas quedando este con condiciones poco adecuadas para la próxima operación, el rastrillado.



Figura 10: Cortadora tipo hélice. Efecto de repicado y voladura de hojas (Fuente: INTA Manfredi).

- *Mantenimiento de la maquina:* es permanente el problema de la falta del mantenimiento del filo de las cuchillas que afecta a la calidad de corte ya mencionada.
- *Altura de corte:* comúnmente no se observan problemas realizándose el mismo a la altura recomendada de 7 cm. No obstante, la altura de corte con esta maquinaria puede presentar ciertas irregularidades con daños a plantas y al filo de la cuchilla por impactos en el suelo debido a la falta de sensibilidad que presenta en el copiado de los micro relieves del terreno.
- *Ancho de corte:* el ancho de trabajo mas común es el de 3,2 m
- *Velocidad de corte:* la operación se lleva a cabo a 12km/h.
- *Capacidad de Trabajo:* a partir de los indicadores anteriores se establece la capacidad de trabajo en 3,8 ha/h.
- *Pérdidas de material:* esta actividad ocasiona una caída en proteína bruta de 4 puntos como efecto de retraso del corte respecto al momento fenológico óptimo, lo que representa una pérdida de 128kg PB/ha. Además por efecto del repicado mencionado y por carecer esta máquina del acondicionador que sí se encuentran presentes en las

segadoras acelerando el secado y dándole uniformidad, ocurren en esta operación otros 1,14 puntos de pérdida de proteína que representan 36,5kg PB. Es decir que partiendo de un 24% de PB se llega a un 18,8% al momento previo de comenzar con la operación de rastrillado. En cuanto a las pérdidas en cantidad de material, si bien el productor logra ganar 200 kg/ha de materia seca por atrasar el momento de corte respecto del botón floral – 10% de floración, las pérdidas ocurridas durante la operación, 5,7% (182 kg/ha) eliminan gran parte de esa ganancia. De esta forma se compensan las ganancias y pérdidas en kg de materia seca pero no así la calidad perdida. Se pierden en esta operación en total 164,5 kg/ha de proteína bruta y 1349 Mcal de energía metabolizable.

### Segunda Actividad: Rastrillado

El rastrillado es llevado a cabo para ayudar al secado del material. Con esta actividad se busca acelerar el proceso de pérdida de humedad de la alfalfa que en las andanas puede estar estabilizada entre 30 y 40% debiendo caer hasta el 20% para poder iniciar la confección de los rollos. Otra función del rastrillado es confeccionar gavillas de alto volumen uniendo varias andanas en una sola, para eficientizar el trabajo de las roto enfardadoras, las cuales cada día logran mayor capacidad de trabajo.

- *Maquina empleada:* se utilizan rastrillos de tipo estelares. Estos poseen un número variable de estrellas que giran al rozar el material trasladando el mismo hasta una línea conformando la gavilla.
- *Altura de trabajo:* debe ser suficientemente baja como para lograr rastrillar la mayor cantidad de forraje posible pero sin excesos que generen incorporación de tierra a la gavilla y daños al cultivo en pie. En el proceso actual, se realiza a 5 cm como es debido pero, muchas veces con falta de regulación correcta de la altura que ocasionan el daño del cultivo o dejando material sin levantar.



Figura 11: Marcas en el suelo ocasionadas por el rastrillo con pérdidas de plantas  
(Fuente: INTA Manfredi).

- *Momento y horario de trabajo:* este es realizado en rangos de humedad de 25 a 35% con carencia de uso de medios objetivos para determinar el momento adecuado de inicio de la operación como lo son los humedímetros, tomándose la decisión en forma subjetiva. El material es rastrillado demasiado seco con altísimas pérdidas de materia seca, principalmente hojas.
- *Velocidad de trabajo:* es llevado a cabo a 12 km/h, lo que genera numerosas pérdidas. Esta velocidad resulta excesiva generando pérdidas de material de calidad sin ofrecer beneficio alguno ya que no es una actividad que ofrezca limitaciones desde el punto de vista de su capacidad operativa si es realizada a la velocidad óptima de trabajo. No obstante es un problema habitual observado al momento de realizarse esta operación.
- *Ancho de trabajo:* también conocido como ancho de labor, es de 6,2 m.
- *Capacidad de trabajo:* la capacidad operativa a esta velocidad y ancho de trabajo es de 7,4 ha/h.
- *Pérdidas de material:* Esta actividad genera entre 15 y 20% de pérdidas del material recolectado. Las pérdidas ocurren fundamentalmente por incorrectas humedades de trabajo y por el exceso en la velocidad. Por cada km/h que la velocidad excede por encima de los 7Km/h se pierde 2% de material a lo que se suma la fuerte pérdida de

hojas ocasionada por ejecutar la tarea en condiciones de escasa humedad (material excesivamente seco). Se pierden en total entre 480 y 640 kg de materia seca por hectárea, con pérdidas de entre 3 y 4 puntos en la Proteína Bruta que representan una caída de 96 a 128 kg de proteína bruta por hectárea y entre 1109 y 1478 Mcal de energía metabolizable por hectárea.

### Tercera Actividad: Confección de los rollos

Esta actividad tiene por objetivo recoger y compactar el material bajo la forma de rollos de 600 kg de materia verde (cerca de 500 Kg de materia seca) con un diámetro de 1,6 m para luego ser trasladados y almacenados como tales en su lugar de depósito.

- *Maquina interviniente:* se utilizan rotoenfardadoras predominando en el país las conocidas como de cámara variable que logra una compactación homogénea en todo el volumen del rollo.
- *Momento de inicio y final de confección:* este debe contemplar el nivel de humedad de la gavilla, lo que actualmente se hace bajo la subjetividad del operario y el productor sin realizarse mediciones de la humedad de la gavilla para corroborar que tenga las condiciones optimas para su inicio. Algo similar ocurre en cuanto a la decisión de hasta qué momento continuar trabajando. Actualmente se está trabajando en una ventana demasiado amplia de humedad es decir, por momentos, demasiado seco y en ocasiones menos frecuentes, con algún excedente en humedad. La mencionada ventana actualmente se encuentra entre 10 y 20% de humedad de la gavilla. Estas condiciones atentan fuertemente contra la calidad final del rollo debido a la pérdida de hojas. La humedad de la gavilla va modificándose durante el transcurso del día y en los distintos puntos del lote y puede presentarse excesivamente seca en momentos de baja humedad relativa y altas temperaturas lo que comúnmente no es tenido en cuenta por el productor.

- *Altura de trabajo:* la máquina desarrolla su trabajo a 5 cm de altura respecto al suelo, lo cual es adecuado para una correcta recolección de la gavilla sin dañar la maquinaria.
- *Ancho de trabajo:* su ancho de trabajo es de 2 m que es el ancho del recolector.
- *Velocidad de trabajo:* es llevado a cabo a 12 km/h pero la velocidad promedio se encuentra muy por debajo de este valor dado los tiempos muertos que observa la operación debido a la necesidad de encontrarse frenada la máquina al momento de atar cada rollo y descargar los mismos en el campo. De esta forma la velocidad promedio es de 4km/h.
- *Capacidad de trabajo:* la capacidad operativa es la que limita el sistema a 2,48 ha/h. La capacidad de trabajo está reducida a este valor debido a los tiempos de espera de la maquina al atar y expulsar el rollo momento durante el cual la maquina debe dejar de avanzar en el lote. Muchas veces al no ser tenido en cuenta este cuello de botella se observa el mal dimensionamiento de la superficie a cortar permaneciendo el material cortado en el suelo un excesivo tiempo con pérdidas en cantidad y de calidad del material.
- *Pérdidas de material:* Esta actividad genera actualmente el 6% de pérdidas del material recolectado debido a incorrecto momento de ejecución con el material excesivamente seco. Estas pérdidas ascienden a 192 kg/ha, 38,4 kg de los cuales corresponden a proteína bruta perdiéndose así 1,2 % de proteína bruta y 443,5 Mcal de energía metabolizable por hectárea en esta labor.

#### *Cuarta Actividad: Recolección y Acopio de los Rollos*

Los rollos son almacenados a la intemperie comúnmente en los extremos de un lote.

- *Máquina Interviniente:* tractor moderno con pinche para recolección de rollos.

- *Momento de inicio de la actividad:* los rollos muchas veces quedan en el lote durante un tiempo medio de 2 días quedando expuestos a las condiciones ambientales con su consecuente pérdida de calidad y afectando al mismo tiempo al rebrote de la pastura implantada.
- *Modo de ejecución:* comúnmente los rollos son almacenados a la intemperie con criterios discrecionales de manejo, careciendo de cobertura plástica, aislación de la humedad del suelo y con inadecuada ventilación y escasa exposición al sol. La disposición espacial de los rollos (forma de colocación) también presenta problemas.
- *Capacidad de trabajo:* la capacidad operativa incluyendo tiempos de carga de los rollos en chatón o camión, traslado, descarga y acomodado de los mismos en su lugar de depósito es de 5 ha/h.
- *Pérdidas de material:* Las pérdidas ocurren durante el tiempo de almacenaje que comúnmente excede el año con pérdidas en cantidad y calidad. Se pierde el 11% de la materia seca cosechada, es decir 352 Kg con 70,4 kg de proteína perdidas por hectárea lo que significa una merma en la calidad del material inicial de 2,2 puntos en la proteína. Al mismo tiempo ocurre una pérdida de 813 Mcal de energía metabolizable por hectárea.

A continuación cuadro resumen de las parámetros del proceso actual que se acaban de detallar:

PROCESO ACTUAL				
Actividad	Corte	Rastrillado	Enrollado	Recolección y Acopio
Altura de trabajo (m)	0,07	0,05	0,05	-
Ancho de trabajo (m)	3,2	6,2	2	-
Velocidad de trabajo (km/h)	12	12	4	-
Capacidad de trabajo (ha/h)	3,8	7,4	2,48	5,1
Momento de inicio	15 - 25 % flor	35 - 25 % hum	20 - 10 % hum	2 días desde confección

Tabla3: caracterización de cada actividad del proceso de henificación actual  
(Fuente elaboración propia en base a datos de ensayos del Modulo de Forrajes de INTA)

PERDIDAS DURANTE EL PROCESO DE HENIFICACIÓN										
	Materia Seca				Proteína Bruta				Energía Metabolizable	
	%		Kg		%		Kg		Mcal EM	
Perdida por retraso en corte	0		+ 200		4		128		928	
Perdidas en el corte	5,7		183		1,14		36,5		421	
Perdidas de rastrillado	15	20	480	640	3	4	96	128	1108	1478
Confección de rollo	6		192		1,2		38		443	
Recolección y almacenaje	11		352		2,2		70,4		813	
Total Pérdidas	38 a 43		1006 a 1166		11,5 a 12,5		365 a 397		3715	4084

Tabla 4: pérdidas durante el proceso de henificación actual  
(Fuente elaboración propia en base a datos de ensayos del Modulo de Forrajes de INTA)

### Tiempos del proceso actual:

La duración total del proceso posee dos componentes primarias: el tiempo de producción de cada royo por un lado y el tiempo de depósito o guarda por otro. El primer componente se extiende desde el corte de la pastura hasta el momento de su recolección en el lote para ser estivado.. Tal como se mencionó anteriormente, el proceso de confección de rollos se destaca por su carácter estacional siendo discontinuo ocurriendo 6 ciclos al año. Debido a esta característica y a las particularidades de los sistemas productivos sobre los que se trabaja, la relevancia del estudio de los tiempos del proceso no se fundamenta tanto en el costo dinero del tiempo tomando al tiempo como recurso limitante, sino que se explica en la reducción de pérdidas en cantidad y calidad del producto final obtenido, al reducirse el tiempo de exposición de la pastura a las condiciones climáticas-ambientales.

En cuanto a esta primera componente, su duración en el proceso actual oscila entre 36 horas en condiciones de días soleados y de baja humedad relativa y 84 horas en situaciones de días nublados con alta humedad relativa. Este tiempo en que el material se encuentra respirando y expuesto a las condiciones climáticas, es la suma de los tiempos de espera entre las operaciones realizadas:

Tiempo cero: es el momento de iniciación de este primer componente que comienza en el momento que la maquina cortadora ejecuta la acción sobre la pastura.

Tiempo 1: tiempo transcurrido entre el corte y el rastrillado:

- en condiciones de baja insolación y alta humedad relativa, 63 hs.
- en condiciones de alta insolación y baja humedad relativa, 33 hs.

Tiempo 2: ocurre entre el rastrillado y la confección del rollo:

- en condiciones de baja insolación y alta humedad relativa, 21 hs.
- en condiciones de alta insolación y baja humedad relativa, 3 hs.

El segundo componente, tiempo de depósito, se extiende desde que el royo es retirado del lote para ser trasladado a su lugar de depósito, hasta que el mismo es utilizado para ser consumido por los animales. El tiempo total de esta segunda componente, no debería exceder el año y se compone de la siguiente manera:

Tiempo 1: tiempo transcurrido entre que el rollo ha sido confeccionado y su retiro del lote para su traslado a lugar de depósito. Actualmente este tiempo es de 2 días.

Tiempo 2: Una vez depositado en su lugar de guarda y hasta su consumo. En la actualidad este tiempo excede ampliamente el año.

*Producto final obtenido a partir del proceso actual:*

Al final del proceso se obtuvo un heno con los siguientes parámetros de calidad:

CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	
%MS	85
%PB	12
EM (Mcal/kg MS)	1,32

Tabla 5: Calidad del heno obtenido en el proceso actual. Elaboración propia.

Las pérdidas del proceso durante los 6 cortes ascendieron a 6516 Kg de Materia seca totales. La pérdida de calidad inicial por retraso en la fecha de corte sumado a los nutrientes perdidos a lo largo del proceso, determinó una caída en la calidad en torno a los 2310 kg de Proteína Bruta y de 20958 Mcal EM.

### **3.3.3. Fase III: Organización para el mejoramiento**

#### **3.3.3.a) Identificación de oportunidades para la mejora del proceso:**

Una vez caracterizado el proceso actual se buscó identificar sus puntos críticos, es decir aquellos donde los parámetros de eficiencia y eficacia reflejan la necesidad de encontrar mejoras. Con este objetivo el Equipo de Mejoramiento, tras analizar el proceso actual, identificó las oportunidades de mejora del proceso indicando en un primer momento todos los aspectos a mejorar en el proceso, y en una segunda instancia seleccionando aquellos que por su simplicidad o debido a la importancia de sus efectos, debían ser priorizados.

A partir de la Técnica Espina de Pescado se determinó las causas al problema principal que es la pérdida de calidad en el producto final obtenido. Esta técnica creada en el año 1943 por el profesor Kauro Ishikawa en Tokio, denominada espina de pescado por su parecido a un esqueleto de pescado, consiste en la representación gráfica de las causas principales y causas secundarias del problema fundamental del proceso. Estas fueron determinadas por el Equipo de Mejoramiento a partir de un brainstorming o lluvia de ideas y de la técnica de los 5 por qué y aplicando el sistema de agrupamiento de causas conocido como de las 6M que las agrupa en las siguientes categorías: Maquinaria, Mano de Obra, Método, Materiales, Mediciones y Medio Ambiente.

El diagrama permitió visualizar con claridad la jerarquía de las causas del problema principal, donde las causas más importantes son las espinas, las cuales a su vez poseen causas secundarias que se constituyen en espinas secundarias y donde el problema es la cabeza del pescado, unidas a esta mediante una columna vertebral.

Se obtuvo el siguiente diagrama:

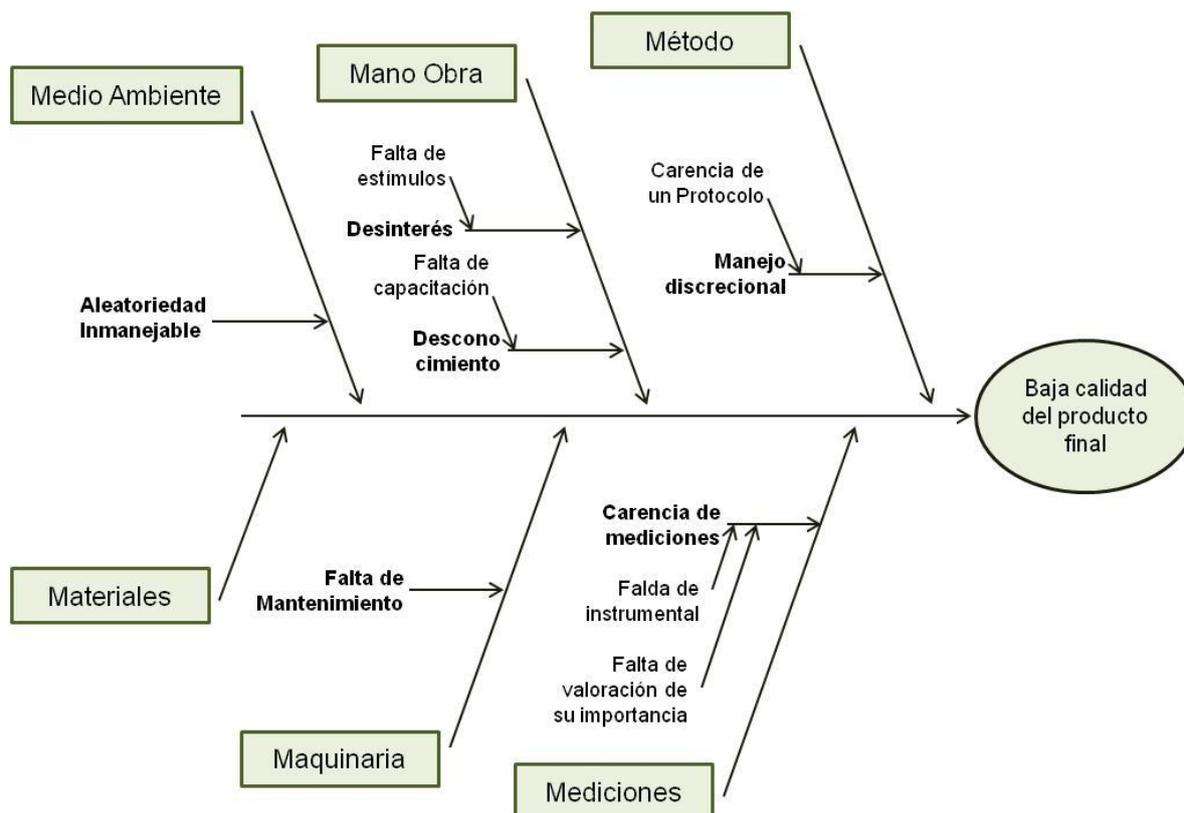


Figura 12: Diagrama de Espina de Pescado: causas de las pérdidas de cantidad y calidad de heno.

Luego de determinar las causas principales del problema de pérdidas del proceso tanto en cantidad como en calidad de heno, se procedió a clasificar las mismas en función de su impacto y del grado de dificultad que a priori posee la implementación de su posible solución. Las categorías recibieron como denominación un número del 1 al 4.

		Impacto	
		Alto	Bajo
Implementación	Fácil	1	2
	Difícil	3	4

Tabla 6: Clasificación de las causas de 1 a 4  
(Fuente [http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Ishikawa](http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa))

Causas del problema de pérdidas en cantidad y calidad de forraje:

1.- Alto Impacto y Fácil implementación de una solución:

- . *Discrecionalidad en la metodología debido a la carencia de un protocolo*
- . *Carencia de Mediciones por falta de percepción de su importancia*
- . *Carencia de mediciones por falta de instrumental*
- . *Desconocimiento por falta de capacitación*
- . *Falta de Mantenimiento de la maquinaria*

2.- De Bajo Impacto pero de fácil implementación de la solución

- . Ninguna detectada

3.- Alto Impacto pero de difícil implementación de la solución

- . *Desinterés por parte del personal debido a falta de estímulos*
- . *Aleatoriedad inmanejable de las condiciones ambientales*

4.- Bajo impacto y difícil implementación de una solución

- . Ninguna detectada

#### *Discrecionalidad en la metodología debido a la carencia de un protocolo*

No se encuentra reglado el procedimiento de modo que la ejecución de cada una de las actividades que integra el mismo, son realizadas con absoluta discrecionalidad tanto en la instancia de decisión como en las instancias de ejecución de las actividades.

#### *Carencia de Mediciones por falta de percepción de su importancia*

Existe una carencia absoluta de mediciones y es sabido que donde no se mide es difícil establecer metas y controlar su cumplimiento. El productor lechero presenta muchas veces importantes ineficiencias como productor forrajero, por no imprimirle a la actividad forrajera la fuerza intelectual y tecnológica que la misma demanda y a su vez a que no existe un paquete tecnológico de fácil aplicación como si ocurre en la agricultura.

Muchas veces encuentra la solución a sus problemas fuera del establecimiento, en el gobierno de turno o en el clima u otros factores y deja de percibir la importancia de las ineficiencias en el resultado de su negocio.

#### *Carencia de mediciones por falta de instrumental*

La carencia generalizada de instrumental de medición encuentra como razón expuesta por el productor, el valor económico del mismo. No obstante este costo representa una inversión que queda diluida en los valores que significan la compra de maquinaria que el productor si asume como importante por lo que concreta su compra.

#### *Desconocimiento por falta de capacitación*

El productor y el empleado encargado de la alimentación carecen de la capacitación necesaria para ejecutar eficientemente el proceso de henificación, seguir el protocolo y realizar las mediciones necesarias y los consecuentes ajustes al proceso o la maquinaria que deban realizarse en virtud de los valores obtenidos.

#### *Falta de mantenimiento de la maquinaria*

La maquinaria debe ser mantenida, realizándose las mediciones periódicas que sean necesarias. La falta de filo en las cuchillas de corte es el ejemplo más frecuente de falta de mantenimiento de la maquinaria forrajera.

#### *Desinterés por parte del personal debido a falta de estímulos*

En los sistemas lecheros, el encargado de la alimentación comúnmente no percibe estímulos económicos o premio por el buen desempeño y no participa de la estrategia observándose en éste desgano o desinterés. Los estímulos son utilizados en las empresas más destacadas en las distintas industrias y son una herramienta efectiva para apoyar el cumplimiento de las metas planteadas respecto al proceso y a los objetivos de la compañía en general.

### Aleatoriedad inmanejable de las condiciones ambientales

Este es un factor que afecta a la actividad agropecuaria en su conjunto y es un aspecto difícil de manejar y de alta incidencia en los procesos de la empresa agropecuaria.

#### **3.3.3.b) Aplicación de técnicas de mejora del proceso**

Una vez identificadas las oportunidades de mejora se procedió a la modernización del proceso mediante la aplicación de técnicas como la lluvia de ideas, implementación de mediciones, flujograma de un proceso mejorado y la realización de ensayos de prueba de la propuesta. Con esto se buscó obtener un proceso mejorado que logre:

- . Reducir el tiempo del proceso
- . Reducir las pérdidas en cantidad y calidad
- . Eliminar los errores
- . Eficientizar el uso de los equipos
- . Estandarización y
- . Documentación del proceso

#### **3.3.3.c) Propuesta de un Proceso Mejorado y discusión con el EEM**

A partir del proceso de modernización mencionado, se llevó a cabo la elaboración de una propuesta de proceso mejorado y se abrió a la participación y discusión por parte del Equipo Ejecutivo de Mejoramiento para enriquecer la mejora y lograr la apropiación en los participantes que de fuerza a su implementación futura. A continuación se presenta el Proceso Mejorado que incluye el paso a paso, parámetros a medir, registros a llevar adelante, y asignación de responsabilidades de la ejecución de las actividades y control del proceso.

#### **3.3.3.d) Presentación del Proceso Mejorado**

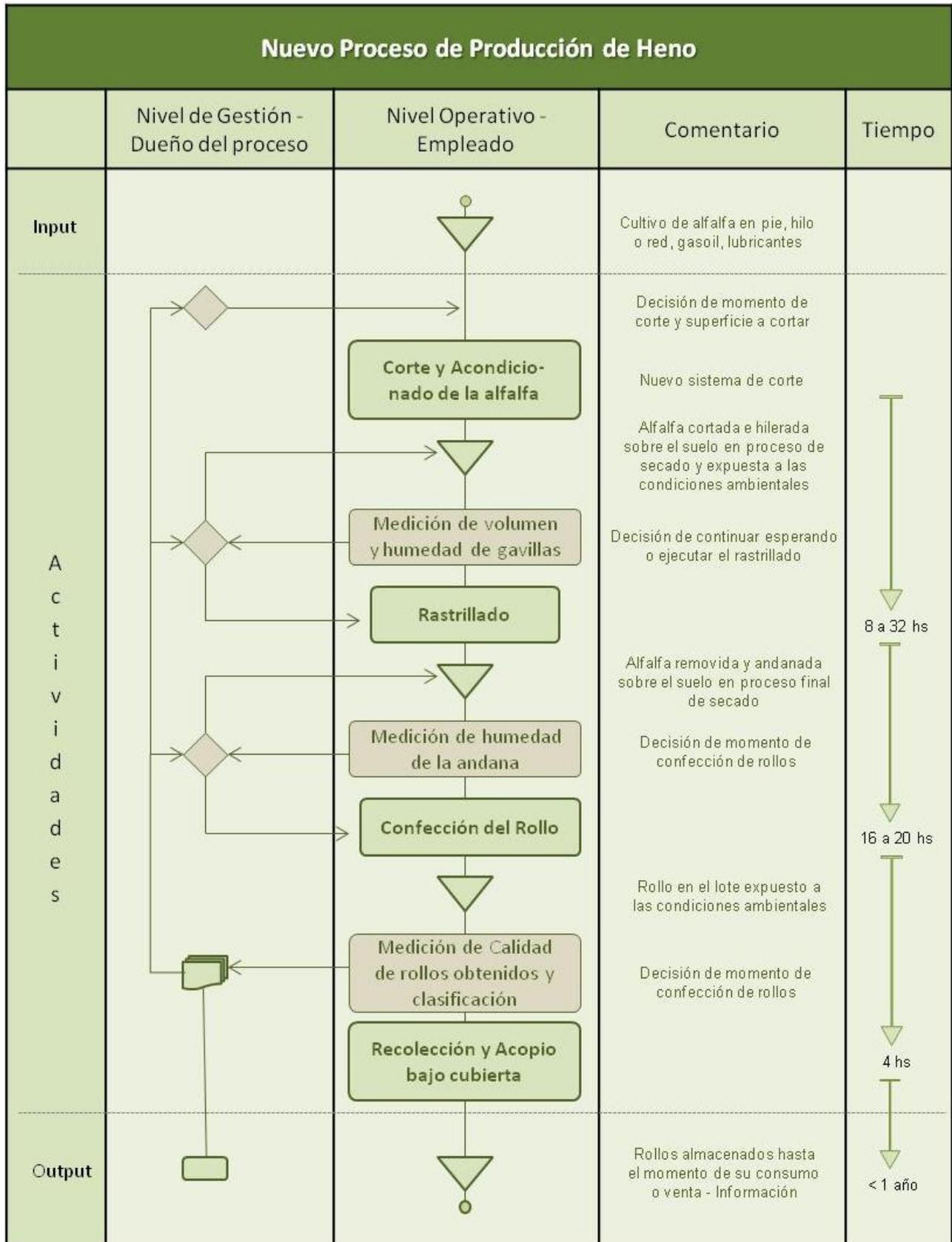


Figura 13: Proceso de henificación mejorado (Fuente: elaboración propia).

### Primera Actividad: Corte y andanado

- *Maquinaria interviniente:* aquí se observa el único cambio de tecnologías de insumos introducido al proceso. El mismo resulta estratégico y consiste en la realización del corte con una corta hileradora del tipo segadora. Esta realiza un corte neto debido a sus cuchillas cortas de alto filo y a la alta velocidad lineal alcanzada por las mismas. Podrá evaluarse la contratación del servicio a un valor medio de 230 \$/ha o su compra la cual será financiada con parte del ahorro disponible a partir de la reducción de costos se suplementación proteica y energética lograda a partir de la mejora del proceso permitiendo esta mejora de proceso el acceso a nuevas tecnológicas como en este caso. El costo de una segadora de discos bajo sistema de arrastre ronda los 262.000 pesos.
- *Momento de iniciar el corte y superficie a cortar:* la decisión será responsabilidad del dueño del proceso que es el productor. La alfalfa será cortada en su estado fenológico óptimo, entre botón floral y 10% de floración. Esta decisión fue fundamentada en que es la alternativa que ofrece la mejor relación calidad/cantidad.

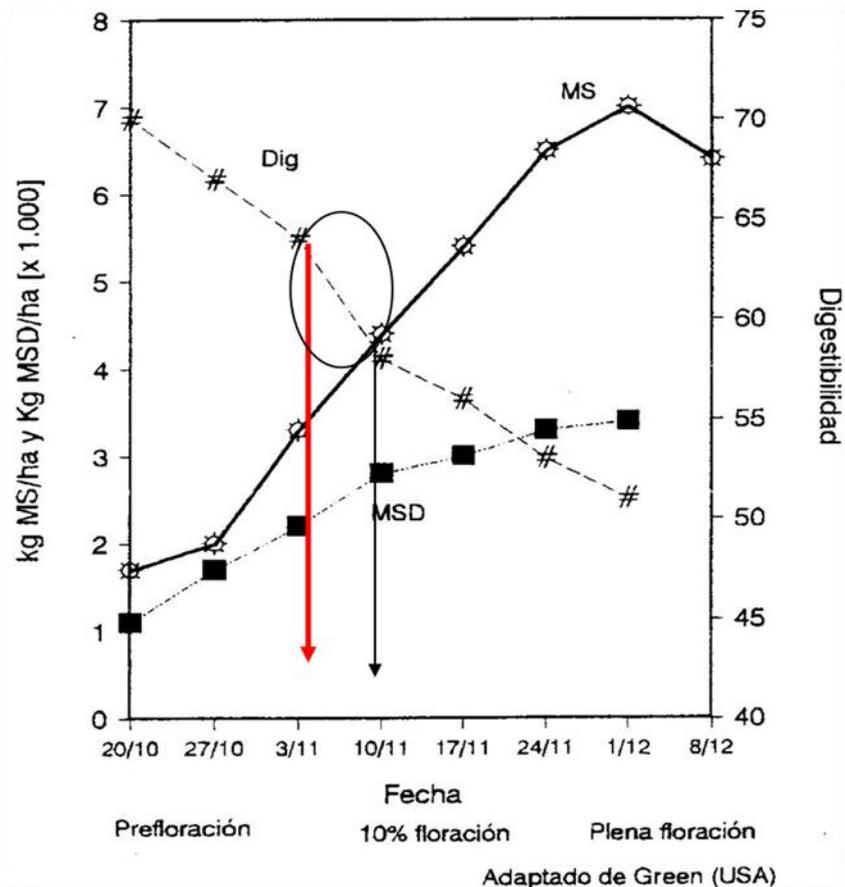


Figura 14: Momento recomendado de corte (Fuente: INTA Manfredi).

Anticipando el momento de corte se logrará conservar mayor calidad del forraje inicial y si bien se cosechará un menor volumen de material, la reducción en las pérdidas de kilogramos a lograrse a lo largo del proceso producto de su mejora, logrará compensar la merma inicial en kilogramos y aún mejorar la cantidad total recogida.

Los cortes serán escalonados ajustando la superficie de corte a la capacidad de trabajo de la enrolladora de manera de lograr recoger todo el material una vez que este se encuentre en su estado óptimo sin dejar material más tiempo que el estrictamente necesario en el suelo sin ser recogido. Antes de iniciar el corte el productor deberá consultar el pronóstico del tiempo para intentar evitar realizar el corte si se prevén precipitaciones para así evitar que el material cortado sea expuesto a este fenómeno meteorológico. En caso de tener que optar entre cortar con pronóstico de lluvia, o esperar a que esta pase pero ocurriendo a partir de ello una caída en la calidad del forraje debido a un corte en estado fenológico tardío, se optará

por esta última opción debido a que genera menores pérdidas que las observadas en el material cortado expuesto a las lluvias.

- *Horario de corte:* continuará realizándose por la mañana tras el levantamiento del rocío con lo que se persigue la rápida disminución del porcentaje de humedad del forraje durante el transcurso del primer día de secado y una reducción de las pérdidas por respiración la cual continua a un elevado ritmo hasta tanto, esta humedad, no caiga por debajo del 50%.
- *Calidad de corte:* el corte será de alta calidad revisando el mismo durante los controles del proceso previstos. El corte será neto logrado con la nueva tecnología involucrada en la actividad y permitirá el rápido rebrote de la pastura con menores pérdidas de energía en cicatrización.
- *Efecto del repicado:* Desaparece el efecto de repicado debido al modo de funcionamiento del mecanismo de corte que consiste en discos con cuchillas cortas; Además, este sistema presenta un sistema acondicionador del material que acelera el ritmo de secado del follaje reduciéndose los tiempos de espera entre corte y confección de rollos y brinda a su vez una mayor uniformidad de secado entre tallos (que comúnmente son más difíciles de secar) y hoja evitando el resecado de la hoja y su pérdida en el rastrillado y la confección del rollo. De esta forma se espera una importante caída en las pérdidas fundamentalmente de calidad.

#### Medición de humedad:

La segunda actividad del proceso, el rastrillado, será llevado a cabo cuando el dueño del proceso lo autorice. Este deberá corroborar la humedad de la gavilla antes de tomar la decisión. Si la humedad promedio de la gavilla se encuentra entre 35 y 40%, podrá llevarse a cabo la actividad. El dueño del proceso deberá medir regularmente la humedad de la gavilla una vez que se ha producido el corte para evitar iniciar el rastrillado en las condiciones recomendadas, evitando que el material “se le pase”.

## Segunda Actividad: Rastrillado

- *Maquina empleada:* será la misma maquinaria.
- *Altura de trabajo:* la altura de trabajo estará correctamente regulada para evitar el contacto de las púas con el suelo realizándose la operación a 5 cm de su superficie.
- *Momento y horario de trabajo:* este será realizado mientras las condiciones de humedad de la gavilla se encuentren entre 35 y 40% si es necesario esperando que el material se revenga (recupere humedad perdida en exceso en sus hojas). De esta forma podrá evitarse importantes pérdidas que ocurren en condiciones de material demasiado seco.
- *Velocidad de trabajo:* la velocidad nunca excederá los 7 km/h. Todo el personal deberá ser consciente de que mayor velocidad significa mayor pérdida y que esta etapa del proceso no es cuello de botella de manera que no se justifica una mayor velocidad de trabajo que la recomendada.
- *Ancho de trabajo:* seguirá siendo de 6,2 m.
- *Capacidad de trabajo:* la capacidad operativa a esta velocidad y ancho de trabajo es de 4,3 ha/h, no constituyéndose en limitante del proceso.
- *Pérdidas de material:* las pérdidas serán reducidas de las 15 a 20% actuales, hasta 5 a 10%. El total de pérdidas serán reducidas en más del 50% tanto en kg de materia seca, proteína bruta y megacalorías de energía metabolizable.

## Medición de humedad:

Una vez más el dueño del proceso deberá tomar una decisión: cuando comenzar y finalizar la actividad de confección de los rollos. El dueño del proceso controlará que la actividad de confección sea realizada solo cuando las condiciones de humedad de la

andana se encuentren entre 14 y 18%. Esta ventana de posibilidad de realización de la operación es más estrecha que la que se viene utilizando. Se evitará el enrollado en condiciones de mayor humedad debido a que ocurrirán pérdidas por putrefacción, riesgo de incendio y problemas operativos al ejecutar el enrollado. Se evitará enrollar en condiciones de menor humedad a 14% para evitar pérdidas de hojas y con ello de la cantidad y calidad del heno.

### Tercera Actividad: Confección de los rollos

Esta actividad tiene por objetivo recoger y compactar el material bajo la forma de rollos de 600 kg de materia verde (cerca de 500 Kg de materia seca) con un diámetro de 1,6 m para luego ser trasladados y almacenados como tales en su lugar de depósito.

- *Maquina interviniente:* se utilizan rotoenfardadoras predominando en el país las conocidas como de cámara variable que logra una compactación homogénea.
- *Momento de inicio y final de confección:* este debe contemplar el nivel de humedad de la gavilla, lo que actualmente se hace bajo la subjetividad del operario y el productor no realizándose mediciones de la humedad de la gavilla para corroborar que tenga las condiciones optimas para su inicio. Lo mismo en cuanto a la decisión de hasta qué momento continuar trabajando. Actualmente se está trabajando en una ventana demasiado amplia de humedad es decir, por momentos demasiado seco y en ocasiones menos frecuentes con algún excedente en humedad. La mencionada ventana actualmente se encuentra entre 10 y 20% de humedad de la gavilla. Estas condiciones atentan fuertemente contra la calidad final del rollo debido a la pérdida de hojas. La humedad de la gavilla va modificándose durante el transcurso del día y en los distintos puntos del lote y puede presentarse excesivamente seca en momentos de baja humedad relativa y altas temperaturas lo que comúnmente no es tenido en cuenta por el productor.

- *Altura de trabajo:* la máquina desarrolla su trabajo a 5cm de altura respecto al suelo, lo cual es adecuado para una correcta recolección de la gavilla sin dañar la maquinaria.
- *Ancho de trabajo:* su ancho de trabajo es de 2 m que es el ancho del recolector
- *Velocidad de trabajo:* es llevado a cabo a 12 km/h pero la velocidad promedio se encuentra muy por debajo de este valor dado los tiempos muertos que observa la operación debido a la necesidad de encontrarse frenada la máquina al momento de atar cada rollo y descargar los mismos en el campo. De esta forma la velocidad promedio es de 4km/h.
- *Capacidad de trabajo:* la capacidad operativa de esta actividad es la que limita el sistema a 2,48 ha/h. Muchas veces al no ser tenido en cuenta este cuello de botella se observa el mal dimensionamiento de la superficie a cortar permaneciendo el material cortado en el suelo un excesivo tiempo con pérdidas en cantidad y de calidad del material.
- *Pérdidas de material:* La reducción de pérdidas en esta actividad será cercana al 50% del material perdido en el proceso actual debido a elección correcta del momento de ejecución con el material.

#### Medición de calidad:

Mientras el operario continúa con la confección de los rollos, el dueño del proceso realizará la medición del contenido proteico del heno obtenido mediante instrumental de bajo costo y adecuada precisión de tipo espada introduciéndolo en el interior del rollo. Se realizarán mediciones en las distintas zonas del lote y a partir del valor promedio se decidirá el destino de los rollos. Los datos obtenidos deberán ser registrados en la planilla prevista para tal fin y será de utilidad para la mejora continua del proceso.

#### Cuarta Actividad: Recolección y Acopio de los Rollos

- *Máquina Interviniente:* continuará siendo la misma.
- *Momento de inicio de la actividad:* se iniciará inmediatamente el rollo sea depositado en el suelo.
- *Modo de ejecución:* el almacenamiento se realizará en terreno inclinado, lejano a cortinas forestales formando una línea de rollos unidos por sus caras planas en sentido norte sur de manera que el sol lo bañe durante el día. Serán depositados sobre troncos evitando el contacto directo del rollo con el suelo, y tapados con nailon hasta la mitad evitando que se mojen con el agua de lluvia y permitiendo que el aire los ventile. De esta forma se reducirá las pérdidas superficiales en aproximadamente 4,5cm de espesor (de 8 cm actuales a 3,5 cm).
- *Capacidad de trabajo:* la capacidad operativa será aproximadamente la misma, 5ha/h.
- *Pérdidas de material:* Las perdidas en kilogramos buscarán reducirse del 11% actual a menos de la mitad de esta proporción. Lo mismo respecto a la calidad proteica y energética de los mismos.

#### Tiempos del proceso propuesto:

Descomposición del tiempo de producción objetivo: El cycle-time del proceso o tiempo que insume la producción de una unidad de producto, actualmente oscila entre 36 horas en condiciones de días soleados y de baja humedad relativa y 84 horas en situaciones de días nublados con alta humedad relativa buscará reducirse principalmente a partir de la implementación del acondicionamiento del forraje durante la primera actividad (corte).

#### Ensayo de evaluación a campo del proceso mejorado:

Una vez presentada la propuesta al EEM se llevo adelante un ensayo de prueba del proceso mejorado en el mismo establecimiento productivo siguiendo los pasos descriptos e incorporando un instrumental estratégico como lo es un medidor de proteína y un medidor de humedad manual.

Se buscó con el ensayo determinar los kg de material perdido y las pérdidas de calidad que genera el proceso mejorado para compararlo con las ocurridas con el viejo proceso y determinar el beneficio económico de la mejora. Se partió de la misma pastura con un volumen de materia seca al momento de corte de 3000 kg/ha y con una calidad de 24% de Proteína Bruta y 2,6 Macal de energía metabolizable.

Se utilizó como único cambio tecnológico la incorporación de una segadora de discos de sistema de arrastre, y se ejecutó el proceso durante un día soleado y de baja humedad relativa, repitiéndose el mismo en condiciones de alta humedad relativa y día nublado.

Las actividades se realizaron en las siguientes condiciones:

<b>PROCESO MEJORADO</b>				
Actividad	Corte	Rastrillado	Enrollado	Recolección y Acopio
Altura de trabajo (m)	0,07	0,05	0,05	-
Ancho de trabajo (m)	3,2	6,2	2	-
Velocidad de trabajo (km/h)	12	7	4	-
Capacidad de trabajo (ha/h)	3,8	4,3	2,48	5
Momento de inicio	Botón - 10 % floración	35 - 40 % hum	14 - 18 % hum	0 hs

Tabla7: caracterización de cada actividad en el nuevo proceso de henificación.

Las pérdidas obtenidas durante el proceso nuevo implementado en el establecimiento son las siguientes:

<b>PERDIDAS DURANTE EL PROCESO DE HENIFICACIÓN MEJORADO</b>					
	<b>Materia Seca</b>		<b>Proteína Bruta</b>		<b>Energía Metabolizable</b>
	%	Kg	%	Kg	Mcal EM
<b>Perdida por retraso en corte</b>	0	+ 200	1	30	150
<b>Perdidas en el corte</b>	2	60	0,46	13,8	153
<b>Perdidas de rastrillado</b>	7,5	225	2,3	69	504
<b>Confección de rollo</b>	3	90	0,69	20,7	229,5
<b>Recolección y almacenaje</b>	5	150	1,15	34,5	382,6
<b>Total Pérdidas</b>	<b>17,5</b>	<b>525</b>	<b>5,6</b>	<b>168</b>	<b>1419</b>

Tabla 8: pérdidas durante el proceso de henificación mejorado

En cuanto a los tiempos del proceso, se lograron los siguientes valores en dos condiciones de tiempo (húmedo y nublado del primer día y más seco y soleado durante la segunda jornada de ensayo):

Tiempo cero, es el momento de iniciación de este primer componente e inicia en el momento que la maquina cortadora ejecuta la acción sobre la pastura.

Tiempo 1: tiempo transcurrido entre el corte y el rastrillado, 8 a 32 hs.

Tiempo 2: ocurre entre el rastrillado y la confección del rollo, 16 a 20 hs

Tiempo 3: ocurre entre la confección del rollo y la recolección del mismo para su depósito, 4hs.

Se observaron las siguientes mejoras tras la aplicación de los cambios en el proceso:

- Reducción en los tiempos del proceso de elaboración del rollo de 36 horas en condiciones de días soleados y de baja humedad relativa y 84 horas en situaciones de días nublados con alta humedad relativa, a 28 a 48 en las mismas condiciones de trabajo.
- Reducción en las pérdidas de materia seca durante un corte extrapolable a los 6 cortes de 6516 Kg ocurridos en el proceso tradicional, a 3150 kg de materia seca en el proceso mejorado.
- Reducción de las pérdidas de kilogramos de proteína actuales que se encuentran en 2310 kg de Proteína Bruta como efecto del proceso que se realiza hoy, a 1008 kg en el proceso mejorado, valores expresados por hectárea.
- Reducción en las pérdidas de energía de las 20958 Mega calorías de energía metabolizable perdidas en el proceso tradicional a 8514 Mcal en el proceso propuesto, valores expresados por hectárea.

Valoración económica de la mejora:

Para la valoración económica de la mejora se buscó determinar en primer lugar en cuánto se reduciría la demanda de suplementos proteicos y energéticos de la dieta logrado a partir de una mejora en el heno obtenido a partir del nuevo proceso. Es decir se determinó la diferencia de calidad lograda entre el heno del proceso actual y el heno del proceso nuevo. Luego se determinó el número económico en función del precio actual de la tonelada de suplemento ahorrado.

Los valores obtenidos indican que la mejora de proceso genera un incremento en la calidad del heno de 7% de Proteína Bruta (de 12 a 19%) y 0,69 Mcal de Energía Metabolizable por kg de Materia Seca.

Para la valoración de la primer componente del beneficio económico logrado a partir de la mejora del proceso que acabamos de mencionar, se determinó los kilogramos de

suplementas proteicos y energéticos ahorrados al realizar un buen heno (a partir del nuevo proceso) respecto a la utilización de un heno regular o de mala calidad (obtenido con el viejo proceso), y calculando su valor económico conociendo el precio actual por kg, de los suplementos ahorrados.

El rodeo del establecimiento elegido que representa al tambo medio del país, cuenta con 157 vacas en ordeño. El consumo diario de alimentos por vaca en ordeño es 23 kg. Considerando una inclusión de heno en la dieta de al menos el 16%, se obtienen al año los siguientes valores diferenciales de energía y proteína consumidos con el heno del proceso nuevo respecto al heno del proceso actual:

PROTEINA Y ENERGIA DIFERENCIAL ANUAL						
	Diferencia de calidad entre proceso actual y nuevo	CMS vaca-día (kg MS)	Participación del heno en la dieta (%)	Consumo de heno vaca-día (kg MS)	Consumo anual de heno del rodeo de 157 vacas	Diferencia Nutricional Anual
PB (Kgr/KgMS)	0,07	23	0,17	3,91	224.063	15.684
EM (Mcal/KgMS)	0,69					154.603

Tabla 9: Consumo de proteína y energía diferencial anual del heno del proceso nuevo por sobre el del heno del proceso actual en el establecimiento lechero medio argentino.

En la tabla 9 puede observarse los kg de proteína bruta y las mega calorías (Mcal) de energía metabolizable ahorrados durante la alimentación del rodeo de vacas lactantes en el tambo medio argentino durante un año, como efecto de la mejora de la calidad del proceso y del producto final obtenido.

Los déficits de energía y proteína obtenidos en el proceso actual si se lo compara con el proceso mejorado deben ser compensados con *grano de maíz y expeler de soja*, que son actualmente los suplementos energéticos y energéticos-proteicos más utilizados en la zona. También podría evaluarse alguna otra alternativa de acuerdo a precios de suplementos y disponibilidad en la zona. El grano de maíz aporta 3,1 Mcal de energía metabolizable y 80 gramos de proteína bruta, por kg de materia seca, mientras que el Expeler de Soja aporta 3,2 Mcal EM y 410 gr de PB por kg de materia seca.

Son necesarios por tanto 35.710 Kg de expeler de soja y 12.985 kg de grano de maíz, al año. A los precios de estos suplementos a la fecha del 25 de noviembre de 2014 esto representa un valor de **107.416 pesos de ahorro al año en suplementos**.

#### **3.3.4. Fase IV: Mediciones y controles**

Se determinaron los momentos de decisión y los responsables de cada una de ellas. Las decisiones deben ser consecuencia de los resultados obtenidos en mediciones a realizar con instrumental específico. A su vez estas mediciones permitirán conocer la marcha del proceso y alertar sobre la necesidad de la realización de ajustes. Finalmente, los parámetros medidos serán registrados para contar con un asiento para control y planificación futura.

##### **3.3.4.a) Desarrollo de mediciones y objetivos del proceso**

El proceso tendrá parámetros de eficiencia y eficacia cuyo cumplimiento podrá ser evaluado a partir de la medición de los siguientes parámetros:

- *Volumen de pérdidas de forraje:* periódicamente se auditará el proceso con mediciones de las pérdidas observadas durante el mismo y el cumulo de pérdidas totales al final del proceso asignándole un valor económico en concepto de costos por incrementos en la suplementación proteica y energética del rodeo. Los valores obtenidos quedarán registrados en formulario previsto para tal fin.
- *Pérdida de Calidad del forraje:* se evaluará contenido proteico y energía metabolizable al comienzo y al final del proceso
- *Tiempos del proceso:* se medirá el tiempo transcurrido entre actividades y tiempo total del proceso.

La periodicidad de los controles será aleatoria para evitar que el personal actúe en forma “especial” durante la jornada de control arrojando éste, datos falsos. Los

resultados obtenidos serán procesados y comparados con los indicadores o estándares preestablecidos y serán de utilidad para generar los ajustes necesarios en el proceso y para hacer una devolución y recompensa al empleado interviniente.

### **3.3.4.b) Establecimiento de un sistema de retroalimentación con ajustes sobre el sistema y la maquinaria en función de las mediciones**

Como parte de las mejoras más necesarias al proceso actual se establecieron instancias de medición que pasarán a formar parte del proceso habitual como actividades integradas por el mismo. Se llevará a cabo la medición de los siguientes parámetros:

- *Contenido de humedad del forraje:* Con humidímetro manual el encargado de la alimentación con el apoyo del dueño del proceso llevará a cabo la medición del contenido de humedad de las andanas antes del rastrillado y de la gavilla antes de la confección del rollo, con el objetivo de ajustar el momento de comienzo y fin de estas actividades a los estándares previstos reduciendo fuertemente las pérdidas. La medición del humidímetro será registrada en la planilla de control de operaciones.
- *Estado fenológico del cultivo:* de igual manera se procederá para registrar el estado fenológico del cultivo al momento de inicio y final de la actividad de corte.

En ambos casos será el dueño del proceso el encargado de autorizar el inicio de la actividad en función de los valores obtenidos.

#### Método de medición e instrumental a utilizar:

Medición de humedad de las andanas y gavillas: en un tarro plástico de 20 litros o recipiente similar, colocar una muestra compuesta del material tomado en distintos puntos del lote sea de las andanas, si la medición quiere determinar el comienzo o fin de la actividad del rastrillo, o bien de las gavillas, cuando la medición se realiza para

determinar el comienzo y fin del enrollado. Se compacta el material obtenido en numerosas muestras a lo largo de lote conformando la muestra compuesta y se procese a la utilización del humidímetro manual tipo espada.

En función del valor obtenido se decide el inicio o fin de la actividad o continuar esperando o realizando la misma, según corresponda.

Medición del estado fenológico del cultivo: para determinar el momento de inicio del corte de la pastura, el cual ha sido establecido entre botón floral y 10% de floración, se debe evaluar el porcentaje de floración exigiendo esto un ejercicio para ganar experiencia en la materia. Será de ayuda la medición del largo de los rebrotes de de la corona el cual no deberá superar los 5 cm de altura.

Para el control y ajuste de la velocidad de rastrillado de modo que no supere los 7 km/h, el dueño del proceso deberá conocer el largo y ancho del lote y tener calculado el tiempo de demora en cubrir dichas distancias a esa velocidad, para de esta forma poder monitorear desde la distancia que el operario este realizando correctamente la operación.

La medición de calidad del producto inicial y final se realizará tomando como parámetro la concentración proteica. Se utilizará el medidor de proteína para heno de bajo costo y adecuada prestación.

Todas las mediciones serán registradas en la planilla de operaciones. De esta forma se podrá tener información útil respecto a un lote de productos obtenidos. La misma deberá incluir también el lote sobre el cual se lleva a cabo el proceso, la variedad de alfalfa sembrada, fecha y características de la siembra y las labores recibidas, milimetraje percibido, fecha, hora y condiciones atmosféricas y fenológicas de inicio y terminación de cada actividad. También se registrará la calidad promedio de los rollos obtenidos realizándose nuevas mediciones sobre la calidad durante el proceso de percibirse caídas en la calidad del producto final respecto al optimo preestablecido y medido para cada época del año.



## **CONCLUSIONES**

El enfoque de procesos en el gerenciamiento de empresas es una herramienta que ya ha demostrado amplios beneficios en los resultados de compañías de diferentes industrias del mundo entero. La mejora de procesos con foco en el cliente, en quién debe ver justificada su existencia todo proceso productivo, permite incrementar la eficiencia, rentabilidad y competitividad de de las compañías que lo aplican, a partir de la mejora de la calidad de sus productos finales y la reducción de sus costos, dándole sustentabilidad a la vida misma de la empresa.

El presente trabajo final de esta Maestría en Administración de Negocios se ha constituido en un rico ejercicio de aplicación práctica de la teoría a una problemática concreta presente en los sistemas productivos lecheros argentinos. El mismo permitió ejercitar la metodología propuesta por Harrington referida a la mejora de procesos permitiéndome incorporar mediante el método del caso, estas nuevas herramientas a ser aplicadas en la actividad diaria ejercida desde INTA referida a la investigación y extensión de tecnologías agropecuarias disponibles en producción forrajera, que persigue realizar su aporte continuo hacia la competitividad de los sistemas pecuarios del país que agregan valor en origen a la producción agrícola nacional.

Se logró obtener como producto final un Modelo de Proceso de Confección de Rollos de Alfalfa Mejorado, de simple aplicación por el productor y contratista forrajero, que permite la reducción de costos en suplementación proteica y energética en la alimentación de los rodeos de tambo, a partir de la mejora de la calidad del producto final del proceso.

Este trabajo que ya se encuentra en etapa de difusión en jornadas y congresos agropecuarios ha facilitado al mismo tiempo, contribuir a la valoración del heno como fuente de nutrientes de calidad y no ya como simple fuente de fibra.

## ANEXOS

CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA AL MOMENTO INICIAL			
CANTIDAD		CALIDAD	
(KgMS en botón floral)		PB (%)	EM (Mcal/kgMS)
2800		24	2,6

PÉRDIDAS DURANTE EL PROCESO DE HENIFICACIÓN												
	Materia Seca			Proteína Bruta			Energía Metabolizable					
	Actual		Nuevo		Actual		Nuevo		Actual		Nuevo	
	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	Mcal totales	Mcal totales	Mcal totales	
Pérdidas por retraso en corte	0	400	0	200	4	128	1	30	928		150	
Pérdidas en el corte y por no acondicionado	5,7	182,4	2	60	1,1	36,48	0,46	13,8	421		153	
Pérdidas en el rastrillado	15	480	5	10	3,0	96	1,15	2,3	1108,8	1478,4	244,8	
Pérdidas durante la confección del rollo	6	192	3	90	1,2	38,4	0,69	20,7	443,52		229,5	
Pérdidas durante la recolección y almacenaje	11	352	5,0	150	2,2	70,4	1,15	34,5	813,12		382,5	
Total Pérdidas	38	43	1006	1166	11,5	12,5	369	401	2902	4084	1160	
				600			168				1680	

PROTEINA Y ENERGIA DIFERENCIAL ANUAL						
Diferencia de calidad entre proceso actual y nuevo	CMS vaca-día (kg MS)	Participación del heno en la dieta (%)	Consumo de heno vaca-día (kg MS)	Consumo anual de heno del rodeo de 157 vacas	Diferencia Nutricional Anual	
PB (Kgr/KgMS)	23	0,17	3,91	224.063	15.684	
EM (Mcal/KgMS)					154.603	

Expeler de Soja y Grano Maiz Ahorrados			
	KgMS	PB/Kg	EM (Mcal)
Calidad Diferencial	1	0,07	154.603
Expeler de Soja	35.710	0,41	114.272
Grano de maiz	12.985	0,08	40.254
			154.526

Expeler de Soja y Grano Maiz Ahorrados		
	Precio del KgMS	Fecha
Ahorro en Expeler	93.834	07-oct
Ahorro en Grano Maiz	13.582	08-oct
<b>AHORRO TOTAL</b>	<b>107.416</b>	

## BIBLIOGRAFÍAS

- Adam, Everett E. Jr; Ebert, Ronald J . Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento - Prentice-Hall Hispanoamericana; México, D.F. 1990.
- Chase Richard B; Aquilano, Nicholas J (1994). Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Madrid Irwin.
- Damelio, Robert. (2011). The basic of process mapping (Second ed.). New York, NY: Productivity Press.
- Harrington, H. J. (1994). Total improvement management : the next generation in performance improvement. New York, NY: McGraw-Hill.
- Harrington, H. J. (2006). Process management excellence : the art of excelling in process management. Chico, CA: Paton Press.
- Harrington, H. J. (1991). Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness. McGraw-Hill.
- Page, S. (2010). The Power of Business Process Improvement: 10 Simple Steps to increase Effectiveness, Efficiency and Adaptability (Kindle ed.). New York: Amacom.
- Harrington, H. James. (1991). Business Process Improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitivenes. New York, NY: McGraw-Hill.
- Harrington, H. J. (2011). Streamlined Process Improvement. The breakthrough strategy to reduce costs, improve quality, increase customer satisfaction and boots profits. New York, NY: McGraw-Hill.
- Ludueña, Martin. (2010). Trabajo Final: Mejora continua de procesos de negocios: una aplicación práctica en el área de cuentas a pagar de una
- Bragachini M; Cattani P; Gallardo M; Peiretti, J. (2008). Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. Ediciones INTA
- Basigaloup, Sanchez, Odorizzi; (2014). Situación de la Alfalfa en la Argentina. Revista Tecnoforrajes - 1º número, Ediciones INTA
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Business\\_process#Adam\\_Smith](http://en.wikipedia.org/wiki/Business_process#Adam_Smith)

- <http://www.cio.com.co/2008/articulos/Organizacion%20enfocoque%20funcional%20Vs.pdf>