

Introducción

La soja fue introducida al país en 1862, año en que se hicieron las primeras plantaciones, pero no encontraron eco en el campo de aquellos años. Fue recién en la década de 1960 cuando se produce el arraigo del cultivo entre los productores. Su importancia fue creciendo exponencialmente hasta ser, en la actualidad, el cultivo más importante del país (Giorda y Baigorri, 1997).

Múltiples factores han incidido para que esto ocurra, entre los más importantes se pueden citar a: económicos – financieros, comerciales y tecnológicos.

Entre los económicos-financieros, se destaca la mayor rentabilidad financiera y rápida rotación del capital, la utilización de semilla propia y el menor riesgo que implica en comparación con otros cultivos. Con respecto a los factores comerciales, cobra gran importancia la demanda internacional de los productos que la soja ofrece. Por último, los factores tecnológicos como la facilidad para lograr una escala considerable y el amplio conocimiento y dominio de la tecnología del cultivo, que surge de la combinación de la siembra directa con la soja resistente al glifosato (INTA EEA Reconquista, 2004).

También es importante destacar que la soja es un cultivo que se adapta a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas, pudiendo ser sembrada en la mayoría de las áreas agrícolas del país y de esta manera reemplazar a otros cultivos (Da Veiga, 2004)

Pero esta creciente importancia en la participación de la soja en el sector agropecuario argentino está produciendo un fenómeno que preocupa, como es el monocultivo de soja o las rotaciones muy cortas (soja-trigo) en muchos establecimientos a lo largo del país.

La provincia de Córdoba no es ajena a este fenómeno. Una elevada proporción de empresas agrícolas basan su producción en el monocultivo de soja. Del 100% del área dedicada a la agricultura, el 78% está destinada a la soja, el 13% al maíz, el resto se reparte en proporciones similares entre al girasol, sorgo y maní (Ministerio de Producción y Trabajo, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la Provincia de Córdoba, 2004)

Más particularmente, en la zona de Almafuerde ubicada en el departamento Tercero Arriba de la provincia de Córdoba esta situación también es la típica. Si bien no existen datos estadísticos para la zona, tomando datos promedios para su departamento se estima que la producción de soja representaría un 90% de la superficie dedicada a la agricultura (Ministerio de Producción y Trabajo, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la Provincia de Córdoba, 2004).

Descripción de la zona de Almafuerite

Almafuerite forma parte del departamento Tercero Arriba, en la provincia de Córdoba. Se encuentra sobre la ruta nacional 36, a 90 kilómetros de la ciudad de Córdoba y a 380 kilómetros del puerto de Rosario.

La principal actividad desarrollada en este sector es la agrícola, donde el cultivo de soja ocupa aproximadamente el 90 % de la superficie sembrada, tomando los datos del Departamento Tercero Arriba como referencia. También se cultiva, en menor medida, maíz, maní, sorgo granífero y trigo.

Los campos en general tienen una larga historia de explotación agrícola, donde a través de los años se han utilizado técnicas agresivas para los suelos, que ha traído aparejado pérdida de nutrientes, materia orgánica y estructura en los mismos. Actualmente esta tendencia se ha logrado revertir con la implementación generalizada de la siembra directa. Esta permite recuperar la estructura del suelo y reducir su erosión (Peiretti, 1996).

Sin embargo ha surgido otra problemática que está preocupando a la zona. La alta rentabilidad de la soja ha producido que prácticamente todas las tierras productivas se destinen al monocultivo de esta oleaginosa, sistema productivo que puede traer aparejado consecuencias graves, aunque poco visibles en el corto plazo, para los suelos.

Uso actual de la tierra

La totalidad de la tierra en la región esta dedicada a la producción agrícola-ganadera. En los últimos años la agricultura ha desplazado a la ganadería hasta prácticamente hacerla desaparecer en la zona.

Históricamente el principal cultivo era el maní. Actualmente se produce soja, maíz, sorgo y en menor medida trigo. La predominancia de cultivos primavero-estivales se debe a las características climáticas, en particular a la distribución de precipitaciones que tienen un régimen monzónico. La alta estacionalidad y variabilidad de las precipitaciones hace que la superficie sembrada con trigo sea muy variable. En los suelos destinados a la producción de soja, se manifiesta una tendencia a la disminución de su fertilidad. Las principales causas son: **1)** Excesivo laboreo, problema que se ha solucionado con la "siembra directa" y **2)** El monocultivo de soja, que restituye un bajo volumen de rastrojo.

La disminución de la materia orgánica, por consiguiente la poca estructura del suelo y la baja estabilidad de sus agregados, favorece el aumento del escurrimiento superficial del agua de lluvia, dejando al suelo muy expuesto a la erosión hídrica y eólica (Lázzari, 1989).

Consecuencias del monocultivo de soja

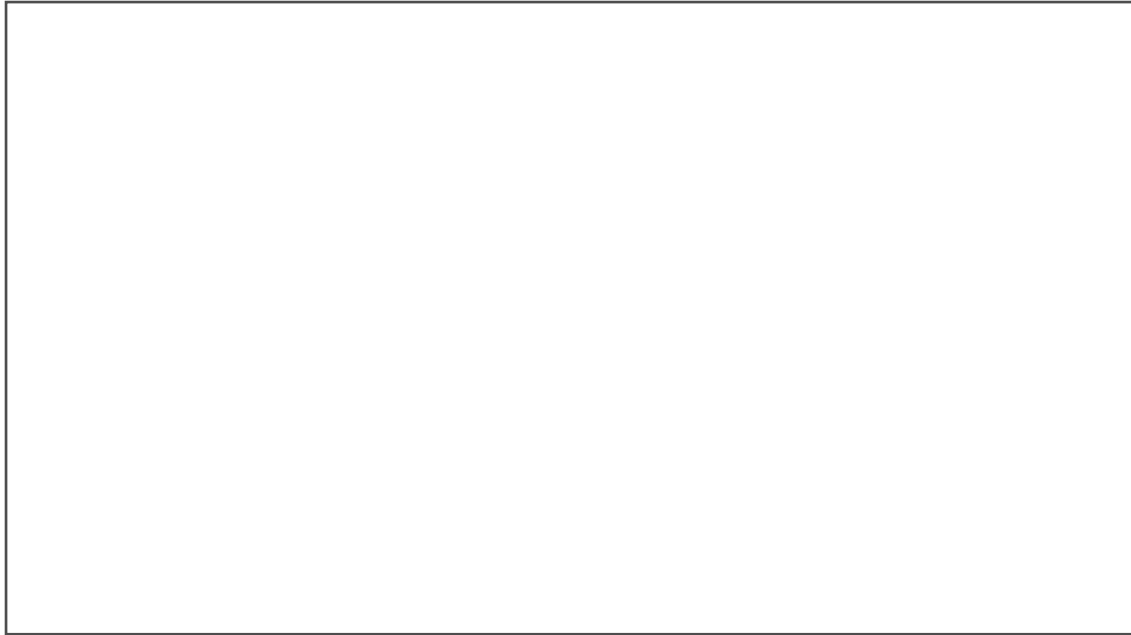
Muchos suelos de nuestro país han dado signos de un gran agotamiento químico, físico y biológico. Muchas veces el común de los productores cree que con el agregado de fertilizantes y con la utilización de la siembra directa se resuelve el problema, pero se está pasando por alto a la materia orgánica del suelo, elemento vital para la producción agropecuaria.

“Por materia orgánica del suelo se entiende como la fracción orgánica del suelo que incluye residuos de plantas y animales en varios grados de descomposición, células (vivas y muertas), tejidos microbiales y sustancias sintetizadas por la población del suelo” (Lázzari, 1989).

El balance de materia orgánica en el suelo, en sistemas agrícolas, depende de las entradas y salidas que tenga. Las entradas o ganancias del sistema se producen por la transformación de parte de los residuos vegetales o rastrojos en materia orgánica, este proceso se denomina humificación. Cuanto más rastrojo se produce, mayor será la ganancia. Los cultivos aportan distinta cantidad y calidad de residuos, el maíz y el sorgo son los que dejan mayor cantidad, el trigo alcanza un valor intermedio, y la soja es el que deja menos (Cordone y otros, 2004).

Las pérdidas o salidas del sistema se dan por la descomposición de la materia orgánica, este es un proceso natural que se presenta independientemente del cultivo que se realice y se denomina mineralización. Dicho proceso es producido por los microorganismos del suelo y entrega básicamente nitrógeno, azufre y fósforo para el crecimiento de los cultivos, y dióxido de carbono que se pierde en el aire (Cordone y otros, 2004), (figura 1).

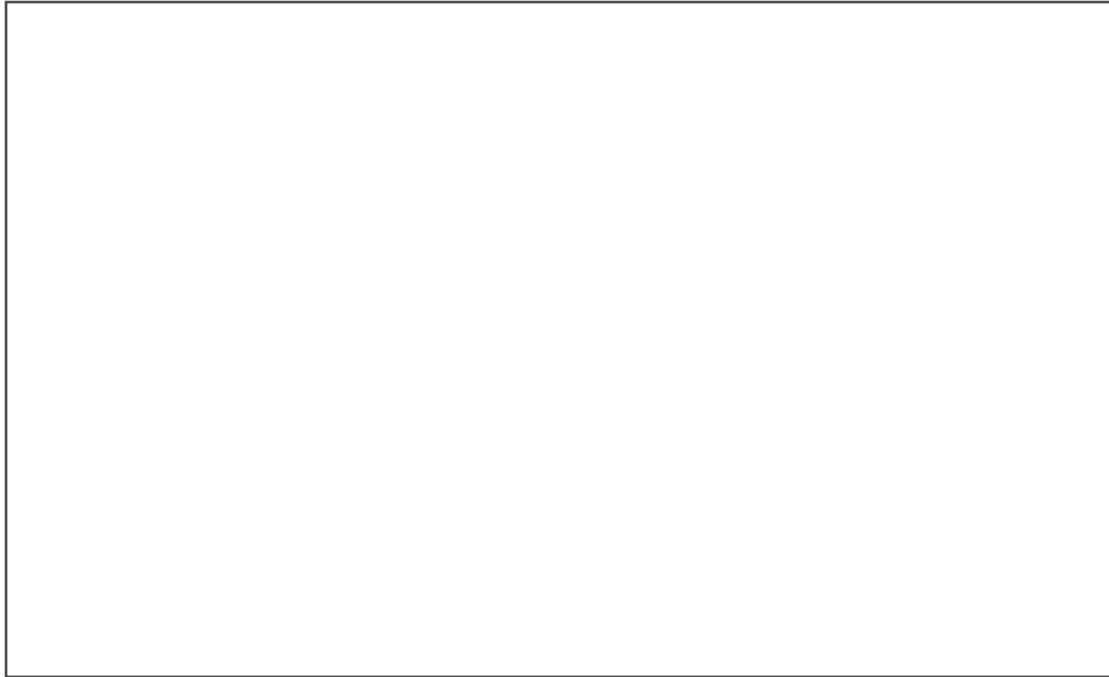
Figura 1. Esquema de los procesos que definen el balance de materia orgánica en el suelo (Alvarez, 2006).



Para que el balance sea positivo, el aporte de rastrojos y su posterior transformación en materia orgánica debe ser superior a la mineralización. “En un sistema de soja continua dicho balance tiende a ser negativo; la cantidad de carbono mineralizado anualmente no es compensado por el aportado con los rastrojos debido a la escasa cantidad y baja relación carbono / nitrógeno” (Martellotto y otros, 2001).

“En un experimento de larga duración que se conduce en la EEA Manfredi, con labranza reducida (Gráfico 1), se comprobó una importante disminución de la materia orgánica edáfica en los monocultivos de soja y maní” (Martellotto y otros, 2001).

Gráfico 1: Disminución de la materia orgánica del suelo. Comparación entre monocultivo y rotación (kilogramos por hectárea).



Importancia de la materia orgánica

La materia orgánica cumple principalmente con dos funciones, una directa y otra indirecta:

1. La función directa se refiere a la provisión de nutrientes para las plantas merced de los procesos de descomposición y mineralización. (Lázzari, 1989). Se estima que el 1% de materia orgánica en el horizonte superficial (0-20 cm.) contiene (Darwich, 2003):
 - 1100 Kg. de nitrógeno
 - **110** Kg. de fósforo

- **90** Kg. de azufre.

2. La función indirecta está relacionada a los efectos sobre las propiedades físicas de los suelos, más específicamente a la estructura del mismo. Al disminuir la materia orgánica se reduce la capacidad del suelo para conservar una estructura porosa, lo que a su vez influye en la capacidad de almacenamiento de aire y agua del suelo, y en el desarrollo normal de raíces (Lázzari, 1989).

El contenido de materia orgánica de nuestros suelos ha disminuido desde un 4-5% del suelo original a un promedio de 2,5% en el área agrícola núcleo y a un 2% en la zona en análisis, según promedio de 18 análisis de suelo, con esto se redujo la capacidad del suelo para aportar nutrientes, conservar una estructura porosa, almacenar aire y agua, permitir el desarrollo normal de raíces, mantener la agregación de las partículas minerales y alimentar la actividad biológica del suelo (Cordone y otros, 2004).

Beneficios de la rotación

En diciembre de 2003 el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en el documento "El INTA ante la preocupación por la sustentabilidad de largo plazo de la producción agropecuaria argentina" denunció: "la combinación siembra directa más monocultivo de soja tolerante a glifosato no constituye una alternativa sustentable a los proyectos que incluyen rotaciones".

La rotación permite estabilizar los contenidos de materia orgánica a través de la incorporación de residuos en cantidad y calidad, haciendo de esta forma más sustentable al sistema (Malpartida, 2004). "Otra variable que se ve modificada por la rotación es la cantidad de agua disponible para los cultivos, siendo ésta de una influencia crítica en los rendimientos. Este aumento en la disponibilidad de agua para los cultivos se debe a una combinación de factores tales como:

- Aumento de materia orgánica en la capa superficial
- Mejora de la estructura
- Efecto de la cobertura
- Mayor lluvia efectiva
- Menor evaporación"(Martellotto y otros, 2001).

Desde un enfoque económico-financiero, las rotaciones permiten diversificar los riesgos del sistema y aumentar los rendimientos de los cultivos sucesores. En diferentes ensayos realizados por el INTA que utilizaron rotaciones con maíz y sorgo, se lograron rendimientos superiores entre un 20% y 32% para cultivos de soja.

Concepto de agricultura sustentable

“En términos generales se acepta que la agricultura sustentable se basa en sistemas de producción que tienen como principal característica la aptitud de mantener su productividad y ser útiles a la sociedad indefinidamente. Los sistemas de producción sustentables deben, por lo tanto reunir los siguientes requisitos:

1. Conservar los recursos productivos
2. Preservar el medio ambiente
3. Responder a los requerimientos sociales
4. Ser económicamente competitivos y rentables” (Martellotto y otros, 2001)

El presente trabajo toma como base los requisitos mencionados por Martellotto y otros (2001) para intentar responder al siguiente interrogante:

¿Cuáles son los sistemas de rotación más sustentables para llevar a cabo en los establecimientos agrícolas ubicados en la zona de Almafuerte dedicados a la producción de soja?

Objetivos

Objetivo General

- Determinar cuál de los sistemas de rotación posibles de realizar en la zona de Almafuerte es el más sustentable y exponer su conveniencia en comparación al monocultivo de soja.

Objetivos específicos

- Identificar cuáles son los sistemas de rotación posibles de llevar a cabo en la

zona especificada y determinar la factibilidad técnica de producir los cultivos que estos incluyan.

- Evaluar económicamente el valor de la materia orgánica que aporta el monocultivo de soja y cada uno de los sistemas de rotación en estudio.
- Determinar costos, rentabilidad, análisis de sensibilidad, y análisis de escenarios asociados a cada uno de los cultivos y modelos de producción.
- Comparar los modelos de producción entre ellos para determinar cuál es el más conveniente.

Marco Teórico

A lo largo del presente trabajo se utilizaron diferentes herramientas para lograr los objetivos planteados. Las más importantes se describen a continuación:

- **Estudio de viabilidad técnica:** es un análisis donde se evalúan las posibilidades materiales, físicas o químicas de producir un bien o servicio (Sapag Chain y Sapag Chain, 2000).

Es de vital importancia en un proyecto saber si es posible o no llevar a cabo la explotación. Si bien los cultivos que se analizan en este trabajo ya tienen varios años produciéndose en la zona, las condiciones cambiantes del sector hacen de este tipo de estudios una herramienta muy útil.

- **Encuestas:** Encuesta, instrumento cuantitativo de investigación social mediante la consulta a un grupo de personas, realizada con ayuda de un cuestionario. Según la forma en que se obtienen los datos, las encuestas pueden ser personales, telefónicas o postales (Microsoft Encarta, 2005).
- **Entrevistas:** “es la formulación sistemática de preguntas a personas con el fin de

obtener información sobre un problema determinado que involucre el agregado social al cual pertenezcan las mismas” (Escribano, 2002). Hay muy diversos tipos de entrevistas: laborales (para informarse y valorar al candidato a un puesto de trabajo), de investigación (realizar un determinado estudio), informativas (reproducir opiniones) y de personalidad (retratar o analizar psicológicamente a un individuo), entre otras (Microsoft Encarta, 2005).

Tanto las encuestas y como las entrevistas son de gran importancia para cumplir los objetivos planteados ya que muchos de los datos necesarios están muy pobremente documentados o tienen una gran variación de un año al otro, siendo indispensable obtener la información de aquellos expertos en el tema o al menos íntimamente involucrados con el. Los medios más adecuados para hacerlo son precisamente la encuesta y la entrevista.

- **Coefficiente de correlación:** “El coeficiente de correlación lineal (r) mide el grado de asociación entre dos variables cualesquiera, y puede calcularse dividiendo la covarianza de ambas entre el producto de las desviaciones típicas de las dos variables. Para un conjunto de datos, el valor r de este coeficiente puede tomar cualquier valor entre -1 y $+1$. El valor de r será positivo si existe una relación lineal directa entre ambas variables, esto es, si las dos aumentan al mismo tiempo. Será negativo si la relación es inversa, es decir, cuando una variable disminuye a medida que la otra aumenta. Un valor de $+1$ ó -1 indicará una relación lineal perfecta entre ambas variables, mientras que un valor 0 indicará que no existe relación lineal entre ellas” (Díaz y Fernández, 2002).
- **Coefficiente de determinación:** “se obtiene al elevar al cuadrado al coeficiente de correlación e indica la proporción o porcentaje de la variación total en la variable dependiente que se explica por, o se debe a, la variación en la variable independiente” (Mason y Lind, 1995).
- **Análisis de Escenarios:** investiga los cambios que se producirían en las estimaciones de rentabilidad o en el VAN (Valor Actual Neto) en el caso de presentarse un escenario en particular. Generalmente se usan las expresiones *mejor caso*, *peor caso* y *caso base*, o *escenario optimista*, *escenario pesimista* y *escenario normal*. Para obtener el peor caso asignamos el valor menos favorable a la variable en análisis, se hace lo opuesto al asignarle valor al mejor caso y se hace un promedio de todos los resultados para el caso base (Ross y otros, 2000).

Esta herramienta es fundamental para este tipo de trabajo, y en general para todos los trabajos que impliquen tomar alguna decisión relacionada al sector agropecuario. Esto se debe a que los resultados de este sector dependen fuertemente de factores muy difíciles de prever y algunos de ellos imposibles de

controlar, siendo de vital importancia tener una herramienta como esta que permita planificar para diferentes situaciones.

- **Análisis de Margen Bruto:** “Los márgenes brutos exponen comparativamente la diferencia existente entre el valor bruto de la producción, también llamado ingreso bruto y el costo directo asociado a dicha actividad. Entendemos como valor bruto de la producción a la cifra en dinero que resulta de multiplicar el rendimiento de la actividad por el precio bruto del producto. En tanto el costo directo representa la sumatoria de gastos que derivan directamente de la actividad y que influyen directamente en el resultado de la misma. Son los gastos que sólo existen si se realiza la actividad.” (Agrobit, 2005).

“El margen bruto es una medida muy importante en la que pueden apoyarse los procesos de decisión en la gestión empresarial, a pesar de ser un resultado económico parcial. Entre las ventajas de la utilización del margen bruto se puede decir que es un concepto de fácil entendimiento, fácil de instrumentar pues solo hacen falta un par de datos y cuentas que se obtienen sin necesidad de una capacitación especial, prestando utilidad en el planeamiento y en el control económico de sistemas productivos” (Agrobit, 2005).

- **VAN:** (Valor Actual Neto) es un criterio de inversión que busca calcular el valor presente de una inversión con base en los flujos futuros de efectivo. Expresa si el proyecto genera o no valor y su principal ventaja es considerar el valor del dinero en el tiempo mediante la utilización de una tasa de descuento. El VAN me dará la ganancia en pesos y el proyecto será aceptado si este es positivo (Ross y otros, 2000).

Formula: $VAN = \sum_{t=1}^n (BN_t / (1+i)^t) - I_0$

Donde: BN es beneficio neto del flujo en un periodo t, i es la tasa de descuento, e I₀ es la inversión inicial (Sapag Chain y Sapag Chain, 2000).

- **TIR:** (Tasa Interna de Retorno) es la tasa de retorno de una inversión, que solo depende de los flujos de efectivo de ese proyecto en particular por lo que no utiliza ninguna tasa de descuento para su calculo. La regla de decisión al utilizar esta herramienta es que el proyecto solo será aceptado si la tasa interna de retorno es superior al rendimiento requerido (Ross y otros, 2000).

Formula: $\sum_{t=1}^n (BN_t / (1+r)^t) - I_0 = 0$

Donde: BN es beneficio neto del flujo en un periodo t, r es la tasa interna de retorno, e I₀ es la inversión inicial (Sapag Chain y Sapag Chain, 2000).

Tanto el VAN como la TIR son criterios que siempre vale la pena tener presente,

ya que en su cálculo se tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo, agregando al análisis económico un criterio financiero. Su principal ventaja en este tipo de trabajos es que representan una herramienta de decisión muy confiable. La desventaja de su uso es que le da mayor importancia al corto plazo que al largo plazo, criterio contrario al de sustentabilidad, usado en este trabajo.

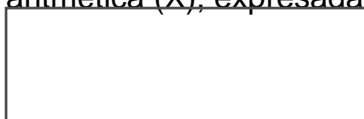
- **Análisis de sensibilidad:** es similar al análisis de escenarios. Consiste en congelar todas las variables excepto una y analizar que tan sensibles son nuestras estimaciones de la rentabilidad o del VAN ante los cambios de dicha variable (Ross y otros, 2000).

Los análisis de sensibilidad pueden ser unidimensionales o multidimensionales. Los unidimensionales buscan determinar hasta donde puede modificarse el valor de una variable para que el proyecto siga siendo rentable, es decir hasta que el VAN (o el margen bruto) sea cero. El análisis multidimensional incorpora el efecto combinado de dos o más variables (Sapag Chain y Sapag Chain, 2000).

La importancia de esta herramienta radica en que permite encontrar los resultados mínimos necesarios que deben tener las variables de mayor influencia en el proyecto, para que el resultado final sea positivo.

- **El coeficiente de variación:** es un indicador de la dispersión de los datos respecto a su promedio. Generalmente se expresa en porcentaje y no tiene unidad de medida. Cuanto menor sea el coeficiente de variación, menor será la diferencia entre los datos observados y mejor representados estarán por su promedio." (INDEC, 2003).

Para su cálculo se obtiene la razón entre la desviación estándar (s) y la media aritmética (X), expresada como porcentaje (CyTA, 2003)



El coeficiente de variación permite identificar, dentro de un conjunto de activos, cuál de ellos tiene el precio más variable (volátil), así el conjunto de precios que mayor coeficiente de variación presente va a ser el más volátil y por lo tanto el activo de mayor riesgo (Corredores asociados S.A., 2003).

- **El modelo de Hénin-Dupuis:** Es un modelo muy simple que describe la evolución de la materia orgánica (MO) reagrupada en el término humus, al que se supone homogéneo en su composición. Hace intervenir dos parámetros: el coeficiente de humificación k_1 (sin unidades) y el coeficiente de mineralización k_2 (que se expresa en % por año). El residuo que ingresa al suelo comienza a descomponerse; una parte del carbono de estos residuos se mineraliza,

produciendo dióxido de carbono (CO₂). La parte restante del carbono se humifica, con una proporción k_1 . El stock de humus aumenta por un flujo de humificación $k_1.m$, que representa la cantidad de Carbono aportada anualmente por los residuos orgánicos. En forma paralela, los microorganismos descomponen el humus provocando la mineralización del carbono: el stock de humus disminuye entonces cada año según una cantidad $k_2.C$. El balance húmico anual es la diferencia ($C = k_1.m - k_2.C$ (Andriulo, 2006).

Metodología

El presente trabajo está sustentado por datos brindados por la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de Almafuerde Limitada, experiencias realizadas por INTA en sus diferentes agencias, consultas a páginas Web, diferentes publicaciones y artículos relacionados al tema, bibliografía específica, la carta de suelo de Hernando y entrevistas con expertos en el área de edafología y agronomía. Se utilizó el dólar como unidad monetaria. La cotización del Banco Central de la república Argentina para el día 12 de diciembre del 2006 era de 3,06 pesos por cada dólar para el comprador y 3,09 pesos por cada dólar para el vendedor.

Primera Parte: “Viabilidad técnica de producción agrícola y posibles alternativas de rotación”.

En esta sección se llevaron a cabo entrevistas de investigación a ingenieros de la Cooperativa Agropecuaria de Almafuerde, para determinar los modelos de rotación más utilizados en la zona.

Se realizó un estudio de viabilidad técnica de los cultivos utilizados para la rotación, donde se compararon las necesidades de los cultivos con las características climáticas y edafológicas de la región y se determinó la viabilidad de la realización de dichos cultivos en la región.

Las variables climáticas que se tuvieron en cuenta son: precipitaciones, evapotranspiración

potencial, temperatura promedio mensual y periodo libre de heladas.

Dentro de las características edafológicas se utilizó un sistema de clasificación utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos que presenta la Carta de Suelos de la Republica Argentina, hoja 3363-8 Hernando para determinar la aptitud del suelo para llevar a cabo cultivos.

Por último se determinaron las alternativas de rotación a desarrollar en este trabajo.

Segunda Parte: “Análisis de la pérdida de materia orgánica debido al monocultivo, determinación de su valor económico y cálculo del aumento productivo resultante de realizar rotaciones”

Mediante el modelo de Hénin-Dupuis se analizó la extracción y aporte de materia orgánica (y su equivalencia en **Nitrógeno, Fósforo y Azufre**) que se produce en un sistema de monocultivo de soja, en comparación con un sistema de rotación. A la diferencia se le dará un valor económico tomando como referencia su equivalente en fertilizantes y se lo tomará como un costo oculto del monocultivo.

El modelo empleado es el siguiente:

$$\Delta MO = (K1 \times m) - (K2 \times MO)$$

Donde:

- ΔMO = es el balance de materia orgánica
- $K1$ = es la tasa de humificación
- m = es la cantidad de rastrojos que deja el cultivo
- $K2$ = es la tasa de mineralización
- MO = es la cantidad de materia orgánica del suelo

Para calcular el modelo se utilizaron los siguientes datos:

- Tasa de humificación ($K1$): **20%** (Hang Susana, información personal).
- Tasa de mineralización anual ($K2$): de aproximadamente **1,75%** (Hang Susana, información personal).
- Cantidad inicial de materia orgánica del suelo (MO): 52 toneladas por hectárea (Hang Susana, información personal).

Con los datos anteriores más la cantidad de rastrojo que deja cada cultivo se puede obtener el balance de materia orgánica para cada cultivo y para cada modelo de rotación.

Más allá de lo estrictamente relacionado al balance de materia orgánica del suelo, llevar

a cabo rotaciones tiene otros beneficios. Según datos de diversos trabajos y experiencias realizadas en INTA Manfredi e información personal brindada por el Ingeniero Pablo Manzini, al realizar rotaciones con maíz o con sorgo granífero se obtienen rendimientos de soja entre un 20 y 32 % superiores a los rendimientos de soja en monocultivo. En este trabajo se tomó el 26%. Se aplicó este porcentaje al rendimiento esperado de soja de la zona y se le sumó al mismo para obtener de esta manera el rendimiento de este cultivo en el caso que se hagan rotaciones.

Tercera Parte: “Análisis económico y financiero de los distintos cultivos y modelos de producción”

Aquí se realizó un estudio de factibilidad económica para los diferentes cultivos y modelos de rotación donde se contemplaron distintos resultados productivos y en consecuencia económicos. Para determinar los rendimientos de cada cultivo se llevaron a cabo 27 encuestas a productores agrícolas de la zona de Almafuerte donde se les consultó acerca de los rendimientos promedios de cada cultivo (soja, sorgo y maíz) para 5 campañas (2001-2002 hasta la 2005-2006 inclusive). Dichas encuestas se llevaron a cabo de forma anónima, condición impuesta como prerequisite por los productores encuestados para preservar su identidad y la privacidad de los datos proporcionados.

- **Asociación entre precipitaciones y rendimientos:** usando los rendimientos promedios para cada año y cultivo y las precipitaciones para cada año, tomando solo los registros para los meses de cultivo, se calculó el coeficiente de correlación y de determinación para dichas variables. Este análisis persigue dos objetivos, el primero es mostrar qué tan fuerte es la asociación entre las dos variables y en qué porcentaje la variabilidad de las precipitaciones explica a la variabilidad de los rendimientos. El segundo es determinar cuál es el cultivo que presenta el mayor coeficiente de correlación y por consiguiente es más sensible al riesgo climático.

Es importante aclarar que la interpretación del coeficiente de correlación como medida de la intensidad de la relación lineal entre dos variables es puramente matemática y libre de cualquier implicación de causa-efecto. Pero en el caso de los cultivos, por una cuestión de fisiología del rendimiento, sabemos que la variabilidad de las precipitaciones está asociada a la variabilidad del rendimiento, por lo que aquí sí se puede deducir una relación causa – efecto entre estas dos variables.

- **Análisis de Escenarios,** se calcularon tres escenarios posibles, **Pesimista, Normal y Optimista**, utilizando como base las precipitaciones de 25 años (desde 1982 hasta 2006 inclusive). Para calcular la probabilidad de ocurrencia del pesimista se tomaron todos los años con precipitaciones menores a 650 milímetros y se los dividió por el total, a su vez se usó como rendimiento el peor de las 5 campañas, para calcular el normal se hizo el mismo procedimiento, pero esta vez con precipitaciones que estaban entre 650 y 850 milímetros, usando como rendimiento la media de las 5

campañas, y para calcular el optimista se tomaron todos los años con precipitaciones mayores a 850 milímetros y se utilizó el mejor rendimiento de las 5 campañas. Luego se multiplicó cada porcentaje por su respectivo rendimiento y se obtuvo el rendimiento esperado.

Por último se hizo un cálculo de margen bruto para cada escenario con el objetivo de comparar entre los cultivos sus respectivos resultados económicos en diferentes escenarios.

- **Análisis de Margen Bruto por hectárea.** Para determinar el ingreso se multiplicó el resultado esperado de cada cultivo por su respectivo precio. Dichos precios son: U\$S 195 la tonelada de soja, U\$S 118 la tonelada de maíz y U\$S 90 la tonelada de sorgo, según las cotizaciones del día 29-12-06 para Abril/Mayo del 2007. En el caso de la soja en rotación, se tomó el rendimiento esperado de la soja en monocultivo y se lo multiplicó por el 26% más para el caso de la rotación. A estos montos se le restaron todos los gastos necesarios para llevar a cabo cada producción (insumos, labores, servicios, entre otros). En el caso de la soja en monocultivo, también se le restó la pérdida de valor del suelo resultante de dicha práctica.

Luego se tomaron los márgenes brutos de cada cultivo para confeccionar el detalle por año y cultivo en un periodo de 10 años.

En los gastos no se incluyeron los costos administrativos, las amortizaciones ni los impuestos. No se tuvo en cuenta el costo de arrendamiento, se asume como supuesto que el productor realiza siembra directa, y que contrata con terceros la siembra, las pulverizaciones necesarias y la cosecha.

- **Análisis Financiero,** se calcularon el **VAN** (Valor Actual Neto) y la **TIR** (Tasa Interna de Retorno) como indicadores. Para el VAN se utilizó una tasa de descuento del 5,57%, que se obtuvo de dividir el precio de arrendamiento de una hectárea (10 quintales de soja a U\$S 19.5 el quintal) sobre el precio de una hectárea de campo (U\$S 3500 según datos brindados por la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de Almafuerte Limitada). Se utilizó para ambos una inversión inicial de U\$S 1.464,81 que representa el valor actualizado de 10 años de arrendamiento de una hectárea de campo, tomando los mismos valores antes mencionados.

Es importante destacar que para este trabajo, el propósito de realizar este análisis es comparar las alternativas entre sí y no determinar si el proyecto será aceptado o no.

- **Análisis de sensibilidad.** En este trabajo se utilizó el análisis de sensibilidad unidimensional para determinar qué tan sensibles son los cultivos a cambios en dos variables. La primera variable que se sensibilizó fue el rendimiento de cada cultivo y se buscó el valor de dicha variable que convierta al margen bruto en cero para luego compararla con los rendimientos medios de cada año. La segunda variable analizada fue el precio por tonelada de grano, buscando también aquel valor que haga cero a cada margen bruto (precio de indiferencia).

- **Análisis de riesgo precio:** se calculó el coeficiente de variación para los precios de la soja, maíz y sorgo utilizando una serie histórica de precios, tomando valores desde noviembre de 1991 hasta marzo del 2007, para determinar cuál es el cultivo con precios más variables o volátiles y por ende el de mayor riesgo.

Supuestos

Para realizar los diferentes cálculos se tomaron como base de los mismos los siguientes supuestos:

1. El 1% de materia orgánica en el horizonte superficial (0-20cm) representa una pérdida de (Darwich, 2003):
 - **1100** Kg. de nitrógeno
 - 110 Kg. de fósforo
 - 90 Kg. de azufre
2. Realizando rotaciones con Sorgo o Maíz, se pueden obtener rendimientos entre un 20 y un 32 % superiores en las cosechas posteriores de soja (Martellotto y otros, 2001). En este trabajo se tomó como incremento el 26% para hacer los cálculos correspondientes.
3. Los suelos de la región tienen un contenido de materia orgánica del 2%, según promedio de 18 análisis de suelos brindados por la Sociedad Cooperativa

Agropecuaria de Almafuerte Limitada.

4. La tasa de mineralización de la materia orgánica varía entre el 1,5 y el 2% para la región en análisis (Hang, Susana, información personal). Para realizar los cálculos correspondientes se tomó el 1,75%.

5. Los índices de cosecha y los aportes de rastrojo para cada cultivo son:
 - Soja: el índice de cosecha varían entre 0,40 y 0,45 (Vertimiglia y Carta, 2005) (Satorre y otros, 2003), en este trabajo se toma 0,425. La relación rastrojo/Kg. grano es de 1,15 Kg.
 - Maíz: el índice de cosecha varía entre 0,43 y 0,50 (Satorre y otros, 2003), en este trabajo se toma 0,465. La relación rastrojo/Kg. grano es de 1,07 Kg.
 - Sorgo: índice de cosecha ronda los 0,35 y relación rastrojo/Kg. es de 1,3 Kg (Vertimiglia y Carta, 2005).

6. El factor de humificación (porcentaje de los rastrojos que se convertirá en humus o materia orgánica) es de 20%.

Se tomó este valor como resultado del promedio de los valores obtenidos en las diferentes fuentes bibliográficas donde varía entre el 15% (Hang, 2004) y el 25% (Olivero, 1990).

7. Al calcular el margen bruto por hectárea, el análisis de escenarios y el análisis de sensibilidad, no se incluyó como gasto al costo administrativo, las amortizaciones e impuestos. Para facilitar los cálculos, se supone que el campo es de propiedad del productor, por esto no se tuvo en cuenta el costo de arrendamiento, se toma como supuesto que el productor realiza siembra directa, que contrata con terceros la siembra, pulverizaciones necesarias y cosecha.

Desarrollo del Proyecto

Primera Parte

“Viabilidad técnica de producción agrícola y posibles alternativas de rotación”.

Requerimiento eco-fisiológico de los cultivos.

Si bien existe una gran variedad de formas utilizadas para llevar a cabo rotaciones, la mayoría de los estudios al respecto incluyen o recomiendan principalmente tres cultivos para alternar o combinar con la soja: el maíz, el sorgo granífero y el trigo. Precisamente son estos cultivos, los que se tienen en cuenta en este trabajo.

Soja

La soja (*Glycine max*) es una planta anual, de ciclo estival perteneciente a la familia de las leguminosas. La temperatura óptima de su ciclo es 22 ° C y para madurar necesita acumular 600° C. En cuanto a precipitaciones, esta oleaginosa necesita un régimen pluvial entre 400 y 600 milímetros, ya que debe alcanzar el 50 % de su peso en agua. La soja es una especie de días cortos con respuestas cuantitativas; esto significa que cada cultivar tiene un fotoperiodo crítico, por debajo del cual el periodo de emergencia – floración no ve incrementada su duración por el efecto fotoperiodico. Con fotoperiodos mas largos que el crítico, la tasa (velocidad a la que se produce el fenómeno) de desarrollo de los órganos reproductivos se vuelve más lenta y la floración se retrasa. El control fotoperiodico en la soja ocurre hasta prácticamente la madurez. (AACREA, 2002).

Otro factor de importancia es el estrés hídrico que reduce el número de estructuras reproductivas y modifica la tasa de desarrollo. La magnitud de este efecto varía con el momento, la extensión y la intensidad del estrés. La diferencia de nutrientes, la humedad u otras condiciones de estrés en general alargan la duración de las etapas vegetativas y acortan la duración de las etapas reproductivas (AACREA, 2002).

Requiere suelos de textura media (francos a franco arenosos) con mediana fertilidad. Los macro nutrientes más necesarios son fósforo y calcio (Alessandría y otros, 2000).

Maíz

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo anual y estival perteneciente a la familia de las Gramíneas. Su desarrollo óptimo se da con temperaturas medias de alrededor de los 22° C y una marcada amplitud térmica, esto significa altas temperaturas durante el día y más bajas por las noches. Para el buen desarrollo del cultivo las precipitaciones deben rondar entre 630 y 1200 milímetros. El momento crítico del maíz se produce alrededor de la floración, entre la prefloración y el cuaje (de 10 a 20 días después de la floración), lo que significa que si un déficit hídrico se produce en esta etapa el rendimiento será significativamente afectado. Esto se debe a que alrededor de esta época se determina el número de granos por unidad de superficie, el déficit en ese momento es el más perjudicial para el rinde. (AACREA, 1996).

A partir de la madurez fisiológica, la pérdida de humedad es en términos generales más lenta que durante el llenado de grano, ya que no se acumula más materia seca; sin embargo, durante esta etapa de secado la pérdida de agua es relativamente rápida, hasta alcanzar aproximadamente el 20 % de humedad, momento a partir del cual la caída se hace más lenta y mucho mas dependiente del ambiente (AACREA, 1996).

El maíz responde al fotoperiodo como una especie cuantitativa de días cortos, lo cual implica que su ciclo se alarga al alargarse la duración del día. Existe un fotoperiodo crítico, o umbral fotoperiodico, por debajo del cual las variaciones en la duración del día no lo afectan. El valor de dicho umbral varía entre genotipo pero en términos generales puede ubicarse entre 12 (doce) y 13 (trece) horas (AACREA, 1996).

El maíz alcanza su mejor desarrollo en suelos fértiles, bien drenados y limosos (Alessandria y otros, 2000)

Sorgo Granífero

El sorgo (*Sorghum vulgare*) es una planta anual, de ciclo estival perteneciente a la familia de las gramíneas. Tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una amplia gama de condiciones en el suelo. Requiere un mínimo de 250 milímetros durante su ciclo para llegar a producir grano, pero para lograr altas producciones, el requerimiento de agua varía entre 450 y 600 milímetros, dependiendo del ciclo del híbrido elegido y las condiciones ambientales (Giorda, 1997).

Las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de la emergencia y continúan hasta el llenado de los granos, siendo las etapas más críticas las de panojamiento y floración, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen importantes reducciones en los rendimientos. Los mayores rendimientos se lograrán cuando el uso de agua esté disponible durante toda la estación de cultivo (Giorda, 1997).

A pesar de que el sorgo tiene la capacidad de permanecer latente durante la sequía, para volver luego crecer en períodos favorables, las situaciones de stress modifican su comportamiento: el stress inicial conduce generalmente a una prolongación del ciclo de cultivo, mientras que el stress tardío acelera la madurez (Giorda, 1997).

Es fundamental que el suelo tenga una adecuada humedad a la siembra para lograr una emergencia rápida y uniforme y una buena implantación del cultivo (Giorda, 1997).

Por ser una especie de origen tropical, el sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto más sensible a las bajas temperaturas que otros cultivos (Giorda, 1997).

Para una buena germinación, el suelo, a 5 cm. de profundidad, debe tener una temperatura no inferior a los 18° C, durante tres o más días. Es importante considerar la probabilidad de heladas. Las heladas tardías pueden enfriar el suelo, produciendo malas emergencias o matando las plántulas emergidas. Las heladas tempranas pueden tomar a los sorgos tardíos en estado de grano lechoso, produciendo la muerte permanente de la planta y por ende, granos chuzos y livianos (Giorda, 1997).

Durante la floración requiere una mínima de 16° C, pues por debajo de ese nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y afectar la viabilidad del grano de polen. Temperaturas muy altas durante los días posteriores a la floración reducen el peso final de los granos (Giorda, 1997).

Trigo

La temperatura promedio que necesita es de 16,5 °C, también para su óptimo desarrollo requiere un régimen pluvial entre 380 y 880 milímetros. En la etapa de macollaje necesita acumular horas de frío y en la etapa de encañazón días más largos. El rendimiento del cultivo es afectado por algunas prácticas de manejo, tales como la fecha de siembra, densidad de siembra y fertilización. (AACREA, 1996).

Los momentos críticos de mayores necesidades hídricas son la prefloración, floración y llenado de granos. El lapso que va desde los 20 días de la prefloración y 10 días de la post floración, es de suma importancia para la generación de números de granos por unidad de área. Así, las condiciones ambientales que se presenten durante este periodo crítico para el cultivo, incidirán de manera importante en el número final de granos establecidos. El mayor peso de las espigas en floración se asocia con un mayor número de flores fértiles en dicho momento. Ante iguales valores de partición de espigas, una mayor cantidad de biomasa acumulada a floración determinará un mayor peso de las espigas y por lo tanto un mayor número de granos (AACREA, 1996).

Se adapta mejor a suelos fértiles, con texturas media a pesada y bien drenados. Los suelos muy arenosos y pobremente drenados no producen rendimientos satisfactorios (Alessandría y otros, 2000).

Síntesis de requerimientos eco-fisiológicos de los cultivos

A excepción del trigo, todos los cultivos mencionados son de verano. La soja es una oleaginosa que necesita un régimen pluvial entre 400 y 600 milímetros durante el cultivo, una temperatura óptima de 22 °C, y es muy sensible al fotoperiodo. El periodo crítico, donde se presentan las mayores necesidades hídricas, se da en la etapa de llenado de granos.

El maíz necesita una temperatura media similar a la de la soja, pero es mucho más exigente en cuanto a las precipitaciones, ya que para el buen desarrollo del cultivo deben rondar entre 630 y 1200 milímetros durante el cultivo. El momento crítico del maíz se produce alrededor de la floración, entre la prefloración y el cuaje (de 10 a 20 días después de la floración).

El sorgo tolera temperaturas un poco más bajas, con un mínimo de 18 °C durante la germinación y de 16 °C durante la floración. Necesita precipitaciones entre 450 y 600 milímetros durante el cultivo para altas producciones, pero se alcanza a desarrollar con 250 milímetros, siendo sus etapas más críticas las de panojamiento y floración.

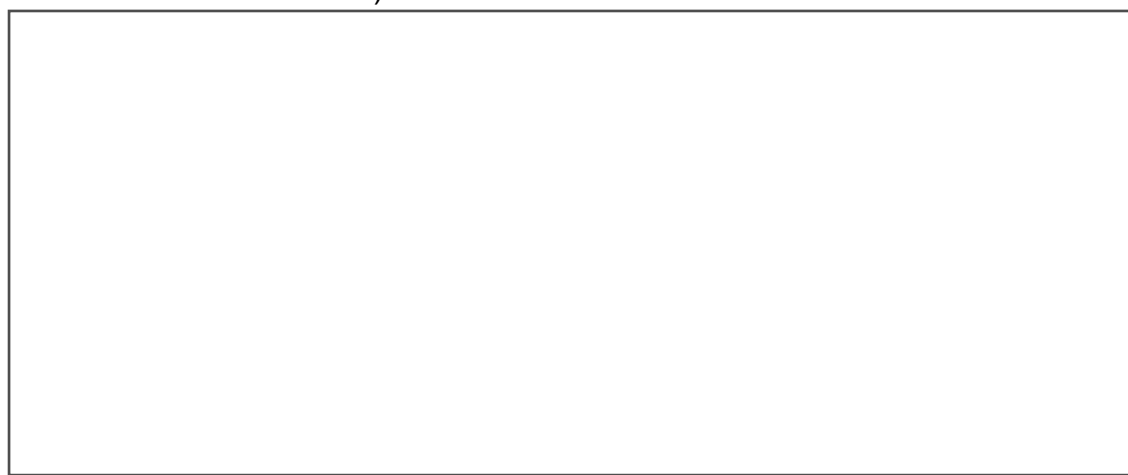
Por otro lado, el trigo es un cultivo de invierno que necesita una temperatura promedio de 16,5 °C, y para su óptimo desarrollo requiere un régimen pluvial entre 380 y 880 milímetros durante su cultivo. Los requerimientos de suelo son variados, pero en general se pueden adaptar a diferentes estructuras. Los momentos críticos de mayores necesidades hídricas son la prefloración, floración y llenado de granos, este lapso va desde los 20 días de la prefloración y 10 días de la post floración.

Caracterización agro-ecológica de la zona de Almafuerite

Características climáticas:

Almafuerite se encuentra dentro de la región semiárida. Las precipitaciones promedio varían entre 700 y 800 milímetros anuales aproximadamente, concentradas principalmente en el periodo estival, siendo mayores en los meses de diciembre y enero, respondiendo a un régimen de tipo monzónico (cuadro 1).

Cuadro 1: Precipitaciones entre 1982 y 2006 (Sociedad Cooperativa Agropecuaria de Almafuerite Limitada 2004)



Año/Mes	Ene	Feb
Fecha Media	Fecha Media	
Variabilidad	Variabilidad	
d	ad	
21-May	01-Nov	202

Síntesis Características climáticas

La zona cuenta con precipitaciones promedio que varían entre 700 y 800 milímetros anuales aproximadamente, concentradas principalmente en el periodo estival. La evapotranspiración potencial que muestra el balance hidrológico es de 848 milímetros anuales, el déficit hídrico es de aproximadamente 67 milímetros anuales, está presente durante 6 meses y se concentra en el periodo estival (57 milímetros). La cantidad de agua almacenada en el suelo es muy baja por lo que es necesario implementar la técnica de barbecho para reducir la evapotranspiración. La temperatura promedio mensual es de 25 grados centígrados en el verano, y aproximadamente 10 grados centígrados en invierno, y el periodo libre de heladas es de 202 días aproximadamente.

Con respecto a los cultivos, las características climáticas de la región permitirían un normal desarrollo de los cultivos de primavera-estivales. Las necesidades hídricas de la **soja, sorgo y maíz** se encontrarían satisfechas por las precipitaciones de la región en análisis ya que en los meses de cultivo se concentra el grueso de dichas lluvias. Si bien es justamente en este periodo donde se produce el mayor déficit hídrico (57 milímetros) se pueden poner en práctica ciertas técnicas de manejo que permitan atenuar su efecto. Entre ellos se encuentran **el ajuste de la fecha de siembra** (para tratar de alejar lo más

posible los momentos críticos de cada cultivo de los meses de mayor déficit), **el control de malezas** y la **realización de barbechos** en invierno para reducir al mínimo la evapotranspiración y llegar a estos cultivos con buenas reservas hídricas. El resto de las variables climáticas que se presentan en la zona (temperatura y periodo libre de heladas) también se encuadran dentro de las necesidades de los cultivos y no representarían una limitante.

La producción de cultivos de invierno, o más específicamente de **trigo** es más riesgosa debido a la escasez de precipitaciones invernales. El promedio histórico de precipitaciones para los meses de cultivo del trigo (entre mayo y octubre) es de 139 milímetros, muy inferior a las necesidades del mismo que varía entre 380 y 880 milímetros y que solo en años excepcionales son cubiertas. En cuanto la temperatura y periodo libre de heladas, no serían una limitante y se encuadran dentro del rango de necesidades del cultivo.

Características edafológicas:

“Son suelos algo excesivamente drenado, desarrollados sobre materiales redepositados de áreas de derrame fluvial, están vinculados con sectores positivos de relieve (lomas planas y/o ligeramente onduladas). Son de escaso desarrollo genético, con un horizonte superficial profundo, de color pardo oscuro, franco arenoso, de estructura débil y pobre contenido de materia orgánica. Luego pasa transicionalmente (horizonte AC) al material originario que se encuentra a 82 centímetros de profundidad y con abundante calcáreo en la masa del suelo a partir de 112 centímetros.” (Carta de Suelos de la Republica Argentina, hoja 3363-8 Hernando, 1988).

Para clasificar las tierras por su capacidad de uso, la carta de suelos de la Republica Argentina, hoja 3363-8 Hernando adopta el sistema de clasificación utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. El rango se extiende desde la clase I hasta la VIII y se agregan distintas denominaciones(c, w, e, s) que indican sus características condicionantes.

En el caso de la zona analizada, “los suelos son de tipo IV sc. Son suelos aptos para cultivos agrícolas y para pastoreo, moderadamente afectados por alcalinidad y/o salinidad, con baja capacidad de retención de humedad, asociados a una moderada limitación climática.” (Carta de Suelos de la Republica Argentina, hoja 3363-8 Hernando, 1988).

Propuesta de sistema de rotación

Tras el análisis de las características climáticas y edafológicas que se presentan en la zona de Almafuerte y de las necesidades de los cultivos se ha decidido utilizar únicamente los cultivos primavero-estivales (maíz y sorgo granífero) para rotar con la soja.

Se decidió no tener en cuenta al trigo principalmente por dos razones:

- La primera es el alto riesgo de llevar a cabo una producción con rendimientos satisfactorios, debido a que el promedio de precipitaciones históricas para los meses en los que este cultivo tiene necesidades hídricas (entre mayo y octubre) muestran no ser suficientes para cubrir con ellas. Las precipitaciones para estos meses son altamente variables y solamente en años excepcionales se podría llevar a cabo este cultivo con éxito.
- La segunda es que llevar a cabo un cultivo invernal consumiría mucha humedad de un suelo que de por si mantiene valores muy bajos de almacenamiento de agua, agravando de esta manera el efecto del déficit hídrico que se sufre en los meses de verano. Esto produciría una disminución importante en el rendimiento de los cultivos primavero-estivales e incrementaría el riesgo de que estos sufran un stress hídrico severo.

Debido a las razones antes mencionadas, y a datos brindados por la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de Almafuerte Limitada sobre los cultivos más realizados en la región, en el presente trabajo se evaluaron los siguientes sistemas de rotación:

- **Soja – Maíz**
- Soja – Sorgo.

Es importante destacar que dichos sistemas de rotaciones son anuales, es decir un año de soja, y otro de maíz o sorgo y así sucesivamente. Durante el periodo invernal se propone llevar a cabo la práctica de barbecho para reducir la evapotranspiración al

mínimo y llegar a la implantación de los cultivos con buenas reservas hídricas en el suelo.

Segunda Parte

“Análisis de la pérdida de materia orgánica debido al monocultivo, determinación de su valor económico y cálculo del aumento

productivo resultante de realizar rotaciones”

Balance de materia orgánica

Aporte inicial de materia orgánica

Para calcular el balance de materia orgánica es necesario obtener su cantidad inicial en el suelo. A continuación se muestra el calculo respectivo:

Toneladas de materia orgánica (Ton MO)= peso de una hectárea de suelo, hasta 20cm de profundidad x fracción de materia orgánica

Peso de una hectárea de suelo, hasta 20cm de profundidad (ton/ha)= Densidad Aparente x Superficie x Profundidad

- Densidad Aparente=1,3
- Superficie=10.000 metros ²
- Profundidad=0,20 metros

Ton/ha=2600 tn, fracción de materia orgánica (MO) = 2%, **Ton MO =52.**

Es importante destacar que este número es el inicial, luego de las diferentes secuencias de cultivos se va modificando.

Pérdidas del sistema. Mineralización

Utilizando la ecuación que propone el modelo de Hénin-Dupuis se calculó la pérdida de materia orgánica (MO) por mineralización. Al cabo del ciclo de diez años la pérdida total por mineralización sería de:

- **Monocultivo de soja:** 8,77 toneladas de MO por hectárea
- **Rotación soja-maíz:** 9,07 toneladas de MO por hectárea
- **Rotación soja-sorgo:** 9,12 toneladas de MO por hectárea.

Tal como se puede apreciar la cantidad de materia orgánica mineralizada es diferente según el modelo de producción que se utilice. Esta diferencia es prácticamente

insignificante y se debe a que cada uno de los modelos realiza un aporte diferente de materia seca que luego al convertirse en materia orgánica cambia su porcentaje en el suelo, independientemente de que la tasa de mineralización sea la misma para todos los cultivos (1,75%).

Ganancias del sistema. Humificación

Utilizando los datos de las diferentes fuentes bibliográficas consultadas (Vertimiglia y Carta, 2005, Satorre y otros, 2003, Hang, 2004 y Olivero, 1990) se realizó el cuadro 4, que muestra los rendimientos esperados para cada cultivo, la cantidad de rastrojo que deja en el suelo cada uno de ellos luego de su cosecha, la tasa de humificación y la materia orgánica aportada por cada cultivo. Tal como se puede apreciar en dicho cuadro, el cultivo de mayor aporte de rastrojo y materia orgánica es el sorgo, luego el maíz y por último la soja.

Cuadro 4: Ganancia esperada de MO por humificación, en toneladas por hectárea (ton/ha) (para mayores detalles acerca de estos cálculos ver los cuadros 13 y 14 en el anexo 2).

Cultivo	Rendimiento esperado (ton/ha)	Aporte esperado de rastrojo (ton/ha)	Tasa de humificación esperada	Aporte esperado de MO (ton/ha)
Soja	2,077	2,389	20%	0,478
Maíz	5,683	6,081	20%	1,216
Sorgo	5,176	6,729	20%	1,346
Soja rotación	2,618	3,010	20%	0,602

Balance de materia orgánica para cada sistema de producción

En el cuadro 5 se presenta el balance de materia orgánica para el monocultivo de soja. De su análisis se puede concluir que la producción para este modelo no es sustentable en el largo plazo, ya que el balance de materia orgánica (MO) del suelo tiende a ser negativa. En este caso se tomaron 10 años como horizonte temporal y la pérdida de MO sería de 3,997 toneladas por hectárea. De esta manera se puede ver claramente que el sistema es extractivo, ya que consume más de lo que repone, lo que llevará al agotamiento del recurso o a un balance del sistema con valores de MO muy bajos.

Cuadro 5: Balance de materia orgánica en una secuencia de 10 años de monocultivo de soja (para mayores detalles acerca de estos cálculos ver los cuadros 12, 13 y 14 en el anexo 2).

Monocultivo de soja				
Año	Cultivo	K2 x MO (ton/ha)	K1 x m (ton/ha)	Balance (?MO)
1	Soja	0,910	0,478	-0,432

2	Soja	0,902	0,478	-0,425	
3	Soja	0,895	0,478	-0,417	
4	Soja	0,888	0,478	-0,410	
5	Soja	0,881	0,478	-0,403	
6	Soja	0,873	0,478	-0,396	
7	Soja	0,867	0,478	-0,389	
8	Soja	0,860	0,478	-0,382	
9	Soja	0,853	0,478	-0,375	
10	Soja	0,847	0,478	-0,369	
Balance del Periodo				-3,997	

En cambio, cuando se realiza rotaciones, el balance de MO tiende a estabilizarse en el corto plazo en valores cercanos a los iniciales y en el largo plazo puede llegar a tener un balance positivo.

El cuadro 6 muestra el balance de materia orgánica para el modelo de rotación soja – maíz. En este se puede apreciar que dicho balance para el periodo de diez años sería prácticamente de cero. La ganancia total sería de 0,017 toneladas por hectárea representando de esta manera una alternativa sustentable en el largo plazo.

Cuadro 6: Balance de materia orgánica en una secuencia de 10 años de rotación soja-maíz (para mayores detalles acerca de estos cálculos ver los cuadros 12, 13 y 14 en el anexo 2).

Rotación Soja - Maíz					
Año	Cultivo	K2 x MO (ton/ha)	K1 x m (ton/ha)	Balance (?MO)	
1	Soja	0,910	0,602	-0,308	
2	Maíz	0,905	1,216	0,312	
3	Soja	0,910	0,602	-0,308	
4	Maíz	0,905	1,216	0,311	
5	Soja	0,910	0,602	-0,308	
6	Maíz	0,905	1,216	0,311	
7	Soja	0,910	0,602	-0,308	
8	Maíz	0,905	1,216	0,311	
9	Soja	0,910	0,602	-0,308	
10	Maíz	0,905	1,216	0,311	
Balance del Periodo				+0,017	

En el cuadro 7 se presenta el balance de materia orgánica para el modelo de rotación soja – sorgo. Este muestra que ganancia total sería de 0,621 toneladas por hectárea por lo que no solo constituiría una alternativa sustentable en el largo plazo sino que también se lo podría utilizar como una herramienta de remediación.

Cuadro 7: Balance de materia orgánica en una secuencia de 10 años de rotación soja-sorgo (para mayores detalles acerca de estos cálculos ver los cuadros 12, 13 y 14 en el anexo 2).

Rotación Soja - Sorgo				
Año	Cultivo	K2 x MO (ton/ha)	K1 x m (ton/ha)	Balance (?MO)
1	Soja	0,910	0,602	-0,308
2	Sorgo	0,905	1,346	0,441
3	Soja	0,912	0,602	-0,310
4	Sorgo	0,907	1,346	0,439
5	Soja	0,915	0,602	-0,313
6	Sorgo	0,909	1,346	0,437
7	Soja	0,917	0,602	-0,315
8	Sorgo	0,911	1,346	0,435
9	Soja	0,919	0,602	-0,317
10	Sorgo	0,913	1,346	0,432
Balance del Periodo				+0,621

El sorgo muestra una ganancia superior al maíz debido a que el índice de cosecha del maíz (46,5%) es mayor al del sorgo (35%) por lo que este último deja una proporción mayor de rastrojo en el suelo luego de la cosecha, que se convertirá en materia orgánica. Si bien los rendimientos esperados del primero son superiores a los del segundo, las diferencias no son suficientes para revertir esta situación.

Pérdida de MO en valores económicos

Tal como lo dijimos anteriormente, una pérdida esperada del 1% de materia orgánica del suelo, es decir 26 toneladas de materia orgánica, equivaldría en promedio a 1100 Kg. de nitrógeno, 110 Kg. de fósforo y 90 Kg. de azufre. A continuación se detallan las pérdidas anuales y totales para cada cultivo y su equivalente en dinero.

- **Monocultivo de soja:** en una secuencia de 10 años se perderían 84,55 Kg. de nitrógeno, 8,46 Kg. de fósforo y 6,92 Kg. de azufre por hectárea. Utilizando los fertilizantes urea, súper fosfato triple y sulfato diamónico para darle un valor económico, la pérdida total sería de u\$s 79,22 para todo el ciclo y de u\$s 7,92 anualmente. A este monto se lo consideró como un costo oculto y se lo integró en el cálculo del margen bruto.

- **Rotación soja – maíz:** en una secuencia de 10 años el balance de materia orgánica daría valores cercanos a cero (0,017) por lo que su valor, según el método de valuación utilizado en este trabajo, sería prácticamente despreciable.
- **Rotación soja – sorgo:** en una secuencia de 10 años se ganarían 13,14 Kg. de nitrógeno 1,31 Kg. de fósforo y 1,08 Kg. de azufre. Utilizando los mismos fertilizantes para darle un valor económico, la ganancia total sería de u\$s 12,32 para todo el ciclo y de u\$s 1,23 anualmente. Este monto será tenido en cuenta como un ingreso oculto para el cálculo del margen bruto.

Para mayores detalles acerca de estos cálculos ver los cuadros 15, 16, 17 y 18 en el anexo 2.

Aumento productivo resultante de realizar rotaciones

Como ya se ha mencionado anteriormente, se tomó como supuesto que al realizar rotaciones se produciría un aumento de productividad de un 26%, con una variabilidad del 19,24%, en la cosecha de soja siguiente a la de maíz o sorgo.

Por lo que al realizar los cálculos de margen bruto y demás cálculos económico y financiero, se tomo como rendimiento esperado para el monocultivo de soja **2,08 toneladas** por hectárea (según los resultados obtenidos al realizar 27 encuestas a productores agrícolas de la zona de almafuerte de donde se sacaron los datos para las campañas 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006) y para la soja en rotación **2,61 toneladas** por hectárea.

Tercera Parte

“Análisis económico y financiero de los distintos cultivos y modelos de producción”

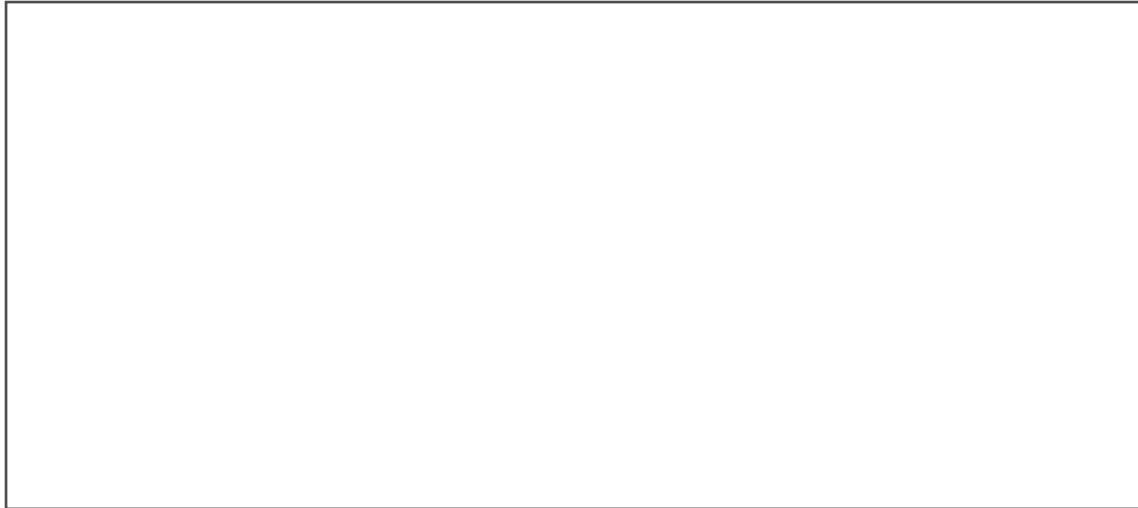
Asociación entre precipitaciones y rendimientos

Para demostrar la relación entre las precipitaciones y los rendimientos de la soja, el maíz y el sorgo se calcularon los coeficientes de correlación y de determinación entre estas dos variables y se hicieron gráficos donde se muestra su asociación.

Los resultados son los siguientes:

- La correlación entre el rendimiento de la soja y las precipitaciones sería de 0,90, por lo que la variabilidad de las precipitaciones explicaría en un 81% a la variabilidad de los rendimientos. En el gráfico 3 se puede ver claramente la gran influencia de las precipitaciones en los rendimientos de este cultivo.

Gráfico 3: Soja. Asociación entre precipitaciones y rendimiento.



- En el caso del maíz la correlación entre su rendimiento y las precipitaciones que tenga el cultivo también es muy alta, en este caso sería de 0,97, por lo que la variabilidad de las precipitaciones explicaría en un 94% a la variabilidad de los rendimientos En el gráfico 4 se puede apreciar la fuerte asociación que dichas precipitaciones tienen con los rendimientos del maíz, ya que sus valores se mueven siempre en la misma dirección.

Gráfico 4: Maíz. Asociación entre precipitaciones y rendimiento.



- El sorgo presenta una correlación de 0,87 entre precipitaciones y rendimiento, la variabilidad de las precipitaciones explicarían en un 76% a la variabilidad de los rendimientos. En el grafico 5 se puede apreciar a simple vista la asociación entre precipitaciones y rendimientos.

Gráfico 5: Sorgo. Asociación entre precipitaciones y rendimiento.



Para sintetizar el análisis previo se puede decir que:

- El maíz mostró el mayor valor de coeficiente de correlación (0,97) entre precipitaciones y rendimiento, lo que implicaría una mayor sensibilidad a un déficit hídrico, o riesgo climático, que el resto de los cultivos. Le sigue la soja con una correlación de 0,90, siendo el sorgo cultivo con menor correlación (0,87).
- La variabilidad de las precipitaciones son de gran importancia para explicar la variabilidad de los rendimientos de los cultivos en análisis para la zona de Almafuerte.

Análisis de escenarios

Teniendo en cuenta los resultados del apartado anterior se utilizaron a las precipitaciones como variable explicativa de los diferentes escenarios. Se contemplaron 3 posibles escenarios:

- **Pesimista**
- **Normal**
- **Optimista**

El escenario **pesimista** toma los casos en los que las precipitaciones anuales son menores a 650 milímetros. Utilizando 25 mediciones desde el año 1982 hasta el 2006 inclusive, se encontró que este escenario representa el 28% de los casos. A su vez se le asignó rendimientos de **1,52** toneladas por hectárea para la soja, **4,11** toneladas por hectárea para el maíz y **4,21** toneladas por hectárea para el sorgo, rendimientos que representan los peores resultados de las 5 campañas analizadas.

Para el escenario **normal** se tomaron todas las precipitaciones que varían entre 650 a los 850 milímetros anuales. Este escenario representa el 48% de los casos. Se le asignó

rendimiento de **2,07** toneladas por hectárea para la soja, **5,69** toneladas por hectárea para el maíz y **5,16** toneladas por hectárea para el sorgo, dichos rendimientos representan la media de las 5 campañas analizadas.

Para el escenario **optimista** se usaron las precipitaciones mayores a 850 milímetros, este escenario representa el 24% de los casos y sus rendimientos son de **2,72** toneladas por hectárea para la soja, **7,49** toneladas por hectárea para el maíz y **6,31** toneladas por hectárea para el sorgo, estos rendimientos representan los mejores resultados de las 5 campañas analizadas.

Viendo el cuadro 8 es fácil llegar a la conclusión de que el maíz es el cultivo que mejores resultados ofrece en diferentes escenarios, ya que en todos los casos sus márgenes brutos están por encima de los otros cultivos en análisis. Le siguen la soja y por último el sorgo.

Cuadro 8: Márgenes brutos expresados en U\$\$ por hectárea para los cultivos de soja, maíz y sorgo en distintos escenarios (para mayores detalles acerca de estos cálculos ver los cuadros 27 al 35 en el anexo 3).

Cultivo /Escenario	Pesimista	Normal	Optimista
Soja	115,36	210,50	321,46
Maíz	128,01	278,41	450,77
Sorgo	73,86	133,95	206,32

Análisis de Margen Bruto

Para realizar este análisis se utilizaron los siguientes datos:

- Se utilizó el dólar como unidad monetaria. La cotización del Banco Central de la republica Argentina para el día 29 de diciembre del 2006 fue de 3,06 pesos por cada dólar para el comprador y 3,09 pesos por cada dólar para el vendedor.
- Precios: U\$\$ 195 la tonelada de soja, U\$\$ 118 la tonelada de maíz y U\$\$ 90 la tonelada de sorgo, según las cotizaciones del día 29-12-06 para Abril/Mayo del 2007
- Rendimientos esperados: **2,08** toneladas por hectárea para la soja, **2,61** para la soja en rotación, **5,68** toneladas por hectárea para el maíz y **5,17** toneladas por hectárea para el sorgo.
- Para mayores detalles acerca de estos cálculos ver los cuadros 19 al 25 en el

anexo 3.

Los márgenes brutos para las diferentes secuencias de cultivos fueron los siguientes:

- **Monocultivo de soja:** el margen bruto anual fue de U\$S 210,49 y el total del periodo de 10 años U\$S 2104,90.
- **Rotación soja-maíz:** el margen bruto anual fue de U\$S 277,66 para el maíz y de U\$S 310,83 para la soja en rotación. El total del periodo de 10 años fue de U\$S 2942,46.
- **Rotación soja-sorgo:** el margen bruto anual fue de U\$S 134,49 para el sorgo y de U\$S 310,83 para la soja en rotación. El total del periodo de 10 años fue de U\$S 2226,61.

Como se puede observar, las secuencias de cultivos que incluyen rotación tuvieron un margen bruto mayor al del monocultivo. Dentro de las alternativas de rotación es notorio el mayor margen bruto que se obtiene al usar el maíz, esto se debe a que actualmente sus rindes son mayores al sorgo y su precio es superior.

Análisis Financiero

En este trabajo se utilizaron al valor actual neto (VAN) y a la tasa interna de retorno (TIR) como indicadores para poder determinar cuál de las alternativas presentadas es más conveniente, utilizando un criterio financiero.

En el cuadro 9 se presentan los resultados para un ciclo de 10 años de producción. Los indicadores financieros fueron en ambos casos mayores para las alternativas que incluyeron rotaciones. El mejor resultado lo obtuvo la secuencia de cultivos que incluyó al maíz que tubo un VAN de U\$S 709,38 y una TIR del 15%, le sigue la rotación soja-sorgo con un VAN de U\$S 213,82 y una TIR de 9% y por último el monocultivo de soja con un VAN de U\$S 110,22 y una TIR de 7%

Cuadro 9: cálculo de VAN y TIR para las diferentes secuencias de cultivos (para mayores detalles acerca de estos cálculos ver el cuadro 26 en el anexo 3).

Monocultivo de soja	Rotación soja-maíz	Rotación soja-sorgo	
VAN	TIR	VAN	TIR
U\$S 110,22	7%	U\$S 709,38	15%
		U\$S 213,82	9%

Análisis de sensibilidad

En este punto se analizaron dos variables, el rendimiento y el precio por tonelada de cada cultivo, con el objetivo de encontrar los valores de cada variable que haga cero al margen bruto.

Por el lado del rendimiento, quedando el resto de las variables congeladas se encontró que para hacer que el margen bruto sea cero se deben obtener los siguientes resultados para cada cultivo:

- **Soja: 0,8440** toneladas por hectárea, es decir aproximadamente el 60% menos que el rendimiento esperado.
- **Maíz: 2.7797** toneladas por hectárea, es decir aproximadamente el 52% menos que el rendimiento esperado.
- **Sorgo: 3,0674** toneladas por hectárea, es decir aproximadamente el 41% menos que el rendimiento esperado.

Se pueden sacar dos conclusiones de estos resultados, por un lado se puede apreciar que los márgenes brutos del maíz y del sorgo son más sensibles a cambios en los rendimientos que la soja, aunque en una pequeña proporción. Por el otro lado se puede observar que los rendimientos que hacen cero al margen bruto están por debajo de los rendimientos medios de la región para cualquiera de las 5 campañas analizadas.

En cuanto al precio, los valores necesarios de esta variable para que el margen bruto sea cero, es decir los precios de indiferencia, son los siguientes:

- **Soja: U\$S 91,33**, es decir aproximadamente el 54% menos que las cotizaciones del día 29-12-06 para Abril/Mayo del 2007, utilizadas en los cálculos de este trabajo.
- **Maíz: U\$S 68,145**, es decir aproximadamente el 43% menos que las cotizaciones del día 29-12-06 para Abril/Mayo del 2007, utilizadas en los cálculos de este trabajo.
- **Sorgo: U\$S 63,73**, es decir aproximadamente el 30% menos que las cotizaciones del día 29-12-06 para Abril/Mayo del 2007, utilizadas en los cálculos de este trabajo.

El cultivo más sensible a cambios en los precios es el sorgo, seguido por el maíz y por último la soja.

Análisis de riesgo precio

En este análisis se calculó la el coeficiente de variación para los precios históricos del mercado interno de la soja, el maíz y el sorgo, tomando los promedios mensuales desde noviembre de 1991 hasta marzo del 2007 (SAGPyA, 2007). De este cálculo se obtuvo que el cultivo cuyos precios mostraron una mayor volatilidad y por ende tiene un mayor riesgo precio es el sorgo, al presentar el mayor coeficiente de variación en sus precios. Dicha variación fue de 24,61%, luego le sigue el maíz con 23,79% y por último la soja con 20,64%.

Conclusiones

Elección del modelo de rotación más conveniente

Tras el análisis de los diferentes cálculos realizados en el trabajo se puede concluir que el modelo de rotación más conveniente para la zona es la secuencia **soja-maíz**.

Se eligió al maíz como la mejor opción para llevar a cabo rotaciones debido a que presenta las siguientes ventajas:

- El balance de materia orgánica de la secuencia de rotación que incluye al maíz es positivo, y si bien no es superior al balance de la rotación con sorgo, lo mismo permitiría mantener el porcentaje de materia orgánica edáfica y de esta manera conservar el recurso suelo.
- Al realizar el análisis de escenarios, el maíz resultó ser superior en los escenarios propuestos.
- El margen bruto de la secuencia de rotación que incluye al maíz al cabo de 10 años resultó ser significativamente superior a la alternativa que incluye al sorgo.
- El VAN y la TIR de la secuencia soja – maíz fueron los más altos.
- Al realizar el análisis de sensibilidad, el maíz se mostró menos sensible a las variaciones de rendimientos y de precios que el sorgo.
- Por último el maíz presentó un menor riesgo precio que el sorgo.

La principal ventaja que tiene el sorgo en comparación con el maíz es que genera un porcentaje mayor de materia seca por hectárea haciendo que el balance de materia orgánica presente valores superiores. Por esta razón solo se recomienda la rotación con sorgo para aquellos casos donde las tierras mantengan un porcentaje muy bajo de materia orgánica o estén muy deterioradas y sea necesario recuperarlas.

Comparación entre monocultivo de soja y rotación soja-maíz

Al comparar estos modelos productivos se puede comprobar lo siguiente:

- El balance de materia orgánica es positivo en la rotación, siendo una alternativa mucho más sustentable que el monocultivo cuyo balance es negativo. De esta manera se puede conservar el suelo para las generaciones venideras.
- Al realizar el análisis de escenario, el maíz dio resultados superiores en todos ellos.
- El margen bruto de la rotación soja-maíz es muy superior al margen bruto del monocultivo de soja.
- Los indicadores financieros (VAN y TIR) son significativamente superiores en el caso de la rotación.

Como conclusión general se puede afirmar que el modelo de rotación más sustentable es la secuencia soja-maíz debido a que presenta grandes ventajas respecto a la secuencia soja-sorgo y que no solo el monocultivo de soja no representa una alternativa sustentable, principalmente debido a su balance negativo de materia orgánica, sino que los resultados económico-financieros que mostraron las secuencias teóricas realizadas en el trabajo de este modelo productivo fueron inferiores a las de rotación. De esta manera queda claramente expuesta la conveniencia de realizar rotaciones de cultivos.

Bibliografía

Bibliografía

- AACREA. (1996). Trigo. Cuaderno de actualización técnica N° 56. Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. Buenos Aires, Argentina.
- AACREA, (1996). Maíz. Cuaderno de actualización técnica N° 57. Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. Buenos Aires, Argentina.
- AACREA, (2002). Soja. Cuaderno de Actualización técnica Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. Buenos Aires, Argentina.

- Agrobot. (2005). "El Margen Bruto en Actividades Agropecuarias". Consultado el día 10 de enero del 2007, de <http://www.agrobot.com/gestion/GE000014ge.htm>
- Alejandría, M., Frascaroli, C., Buteler, M. (2000). "Cuaderno de Producción Vegetal, IES Siglo21".
- Alvarez R., (2006). "Balance de carbono en los suelos", publicación miscelánea numero105. INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Consultada el día 02 de enero de 2007, de http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/misc105/trigo2006_36.pdf
- Andriulo, A. (2006). "Producir soja sin perder materia orgánica" "Evolución Del Contenido De Materia Orgánica En Suelos Bajo Agricultura Continua: Análisis Y Modelización". Consultado en día 05 de enero de 2007 de http://www.cordobasoja.com.ar/noticias_ampliada.asp?IDNews=37
- Carta de Suelos de la Republica Argentina. (1988). Hoja 3363-8 Hernando.
- **Cordone, Martínez, Andriulo y Ghio (2004). "El balance de carbono en el suelo". Consultado el día 23 de noviembre del 2006, de <http://www.aapresid.org.ar/socios/nota.asp?did=1140>**
- Corredores asociados S.A. (2003) "introducción al riesgo en las inversiones" consultado el día 12 de junio de 2007 de http://www.corredores.com/riesgo_inversiones.htm
- CyTA, (2003). Ciencia y Técnica Administrativa. Consultado el día 12 de junio de 2007 de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/guia_estadistica/modulo_4.htm
- Da Veiga (2004). "La soja y la expansión de la frontera agrícola argentina". Artículo publicado en "Soja - Eficiencia de Cosecha y Postcosecha" del Proyecto: Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos - INTA - PRECOP - Manual técnico N° 3, consultado el día 11 de enero del 2007, de http://www.inta.gov.ar/suelos/info/documentos/informes/Exp_Front.pdf
- Darwich, N. (2003). "El Balance Físico Económico en las rotaciones agrícolas". Consultada el día 20 de noviembre de 2006, de <http://www.fertilizando.com/articulos/El%20Balance%20Fisico%20Economico%20en%20las%20Rotaciones.asp>

- Díaz y Fernández (2002). "Determinación del tamaño muestral para calcular la significación del coeficiente de correlación lineal", consultado el día 21 de marzo de 2007 de <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/pearson/pearson.htm>
 - Escribano A. (2002). "Introducción al proceso de Investigación de Ciencias Sociales", Córdoba, Editorial Copiar.
 - Giorda, L.M.; Baigorri, H.J., 1997. El cultivo de la soja en Argentina. INTA. Buenos Aires, Argentina.
 - Giorda, L.M. (1997). Sorgo granífero. Cuaderno de actualización técnica N° 7. INTA Centro Regional Córdoba. E.E.A. Manfredi.
 - Hang, S. (2004). "Bases para el diagnóstico y manejo de la fertilidad edáfica en cultivos de la región semiárida Argentina", "Materia orgánica del suelo y residuos vegetales". Material de clases de la escuela para graduados, facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
 - INDEC (2003). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Consultado el día 12 de junio de 2007 de http://www.indec.gov.ar/glosario/glosario_signos.asp
- INTA, Estación Experimental Agropecuaria Reconquista. (2004). "El avance de la soja en la Argentina y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas". Consultada el día 20 de noviembre de 2006, de <http://www.inta.gov.ar/reconquista/crsantafe/docsoja.htm>
- Lázzari Aurora M. (1989). "Cambios en la materia orgánica y sus efectos" Cap4 del libro "Degradación de suelos por intensificación de la agricultura" Publicación Miscelánea n° 47, INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.
 - Malpartida, A. (2004). "La ciencia de los suelos". Citado en el trabajo final de graduación de Londero, E. (2004).
 - Mason y Lind (1995). "Estadística para Administración y Economía", México DF. Editorial Alfaomega.

- Martellotto, E., Salas, P., Lovera, E. (2001). "Proyecto regional de agricultura sustentable e impacto agroambiental." "Impacto del monocultivo de soja". Consultada el día 15 de noviembre del 2006, de <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/docsuelos/impamonosoja.htm>
- Martellotto, E., Salas, P., Lovera, E. (2001). "Sustentabilidad de los Sistemas agrícolas en la provincia de Córdoba, factores que la condicionan." INTA, Estación Experimental Agropecuaria Manfredi.
- Microsoft Encarta (2005). Biblioteca de Consulta, © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- Ministerio de Producción y Trabajo, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la provincia de Córdoba (2004), consultado el día 12 de noviembre de 2006, de <http://www.cba.gov.ar/vercanal.jsp?idCanal=2067>
- Olivero, G. (1990). "Producir conservando. Una nueva concepción agrícola". Carril, fascículo técnico.
- Peiretti, Roberto A., (1996). "La siembra directa y el crecimiento económico de la empresa dentro de un marco de sustentabilidad". 3era jornada técnica sobre fertilidad y recuperación de los suelos, Hernando, provincia de Córdoba.
- Ross, Westerfield, Jordan (2000). "Fundamentos de finanzas corporativas", Quinta edición. Madrid, Editorial Mc Graw Hill.
- Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. (2000). "Preparación y Evaluación de Proyectos", Cuarta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill.
- SAGPyA 2007 Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos, oficina de riesgo agropecuario, consultado el día 20 de mayo de 2007, de <http://www.ora.gov.ar/graficador/default.aspx>
- Satorre, Arnold, Salfer, De la Fuente, Miralles, Otegui y Savin (2003). "Producción de granos, bases funcionales para su manejo", Segunda edición. Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía.

- Stevenson William J. (1981). "Estadística para administración y economía", México DF, Editorial Oxford University Press.
- Vertimiglia y Carta, (2005). "Pensando en la sustentabilidad del sistema productivo" INTA, Estación Experimental Agropecuaria 9 de Julio.

Anexo

Anexo 1

Entrevistas y encuestas

Entrevista Ing. Susana Hang

(Córdoba, 29-09-06)

1) ¿Cuántas toneladas de materia orgánica representa el 1%?

Respuesta: Para responder esta pregunta, primero hay que calcular cuantas toneladas de suelo hay en una hectárea.

Esto se hace mediante un cálculo donde es necesario saber los siguientes datos:

- Densidad aparente del suelo: en la zona es de 1,3 aproximadamente.
- Superficie: un hectárea son 10.000m²
- Profundidad: por lo general se toman los primeros 20cm del suelo

La formula es la siguiente:

Dap x Sup x Profundidad

$$1,3 \text{ tn/m}^3 \times 10.000 \text{ m}^2 \times 0,20\text{m} = 2600 \text{ ton}$$

Sobre este número se aplica cualquier porcentaje, en el caso planteado el 1% representa 26 toneladas.

2) ¿Qué porcentaje de materia orgánica (MO) contienen los suelos de la zona de almafuerte?

Respuesta: El porcentaje de MO de los suelos es algo muy variable en los campos y depende mucho del uso particular de cada lote. Para dar un estimativo se puede decir que ronda el 2 %.

3) ¿Cuál es la tasa de mineralización para los suelos agrarios de la zona de análisis?

Respuesta: La tasa de mineralización ronda entre el 1,5% y el 2%

Entrevista al Ing. Pablo Mazzini, INTA Manfredi oficina técnica Río Tercero (Río Tercero, 05-10-06)

1) ¿Cuál es el rinde promedio de la zona para la soja, el maíz y el sorgo granífero?

Respuesta:

- Soja: 25 qq
- Maíz: 70 qq
- Sorgo 60qq

2) ¿Cuánto rastrojo producen los cultivos antes mencionados?

Respuesta: Esa variable depende mucho del cultivar. Hay variedades que producen mas materia seca que otras. En promedio, la producción de rastrojos para el maíz representa entre el 50% y el 60% del total. Es decir que la relación Tn de rastrojo/tn de grano es de

1 o 1,2. Para el sorgo hay menos datos bibliográficos pero es similar al maíz. La soja produce un poco menos.

3) ¿Existe algún beneficio económico a corto plazo por realizar rotaciones?

Respuesta: El principal beneficio es a largo plazo. Si se lleva a cabo un monocultivo de soja esto degrada los suelos, ya que se consume más materia orgánica de la que se repone, entre otros problemas. La materia orgánica es fundamental para un suelo agrícola y sin una adecuada proporción de ella se produce muy por debajo del óptimo.

Pero a corto plazo, es sabido popularmente que la producción de soja que le sigue a la rotación produce 5 o 6 quintales más que en monocultivo. Hay trabajos del INTA Manfredi que lo han demostrado.

Entrevista al Ing. Juan Angeleri Coop. Agropecuaria Almafuerde Ltda. (Almafuerde, 29-12-06)

1) ¿Cuál fue el rendimiento promedio de la zona, en los últimos 5 años para los siguientes cultivos ?:

Cultivo/Año	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06
Soja					
Maíz					
Sorgo					

Respuesta: No tienen registros

2) ¿Cuales son los modelos de rotación más utilizados en la región?

Respuesta: si bien muy pocos productores llevan a cabo rotaciones de cultivos, el modelo más usado es la rotación soja – maíz. También se usa pero en menor medida la rotación soja – sorgo.

3) ¿Cuáles son los costos de Fertilizantes para cubrir la siguiente necesidad de nutrientes?:

1. 1100 kg. de nitrógeno
2. 110 Kg. de fósforo
3. 90 Kg. de azufre

Respuesta: Los fertilizantes más usados para cubrir las necesidades de esos nutrientes son **Urea** para el nitrógeno, **Súper Fosfato Triple** para el fósforo y **Sulfato de Amonio** para el azufre, aunque este último posee también nitrógeno.

La Urea tiene un 46% de nitrógeno y cuesta U\$S 0,37 el Kg., el Súper Fosfato Triple tiene 46% de fósforo y cuesta U\$S 0,34 el Kg., y el Sulfato de Amonio tiene el 24 % de azufre y el 21% de nitrógeno, y cuesta U\$S 0,25 el kg.

4) ¿Cuál es el costo de seguro contra granizo por hectárea?

Respuesta: el costo del seguro para granizo ronda aproximadamente 1 quintal de soja o U\$S 20 por hectárea, para asegurar 10 quintales de soja o su equivalente.

5) ¿Cuales son los costos de los insumos necesarios para producir los siguientes cultivos?:

Respuesta:

Soja

Detalle	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas
Insumos				
Semilla	Don Mario	18	1,5	
Agroquímicos				
Fertilizantes	Súper Fosfato Simple	0,21	100	1
Insecticida	Decis	34,2	0,05	1
Inoculante	Fungicida e			
Herbicida	Glifosato	2,55	2,5	3
Labores				
Siembra		16,7		
Pulverizaciones		3		3
Cosecha		40		
Gastos de comercialización				
Flete corto				
Flete largo				
Secada	Por estos 5 conceptos se cobra un descuento general que ronda los U\$S 20 la ton.			
Zarandeo				
Paritaria				
Acopio (2%)	Comisión			

Maíz

Detalle	Producto	Precio	Cantidad por	Pasadas
---------	----------	--------	--------------	---------

		Unitario	ha	
Insumos				
Semilla	Dekalb (bt)	80	1	
Agroquímicos				
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1
	Arrancador	0,39	80	1
	Terápico	5	1	1
Insecticida				
	Atrazina	3	2,5	2
Herbicida				
	Acetoclor	6,7	1,5	2
Labores				
Siembra		17,5		
Pulverizaciones		3		2
Cosecha		46,65		
Gastos de comercialización				
Flete corto				
Flete largo				
Secada	Por estos 5 conceptos se cobra el mismo descuento que para la soja.			
Zarandeo				
Paritaria				
Acopio (2%)	Comisión			

Sorgo

Detalle	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas
Insumos				
Semilla	Dekalb (bt)	52	0,33	
Agroquímicos				
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1
	Arrancador	0,39	80	1
	Terápico	5	1	1
Insecticida				
	Atrazina	3	2,5	2
Herbicida				
	Acetoclor	6,7	1,5	2
Antídoto				
Labores				
Siembra		17,5		
Pulverizaciones		3		2
Cosecha		33,33		
Gastos de comercialización				
Flete corto				
Flete largo				
Secada	Por estos 5 conceptos se cobra un descuento general que ronda los U\$S 25 la ton.			
Zarandeo				
Paritaria				
	Comisión			
Acopio (2%)				

Modelos de encuesta

Encuesta

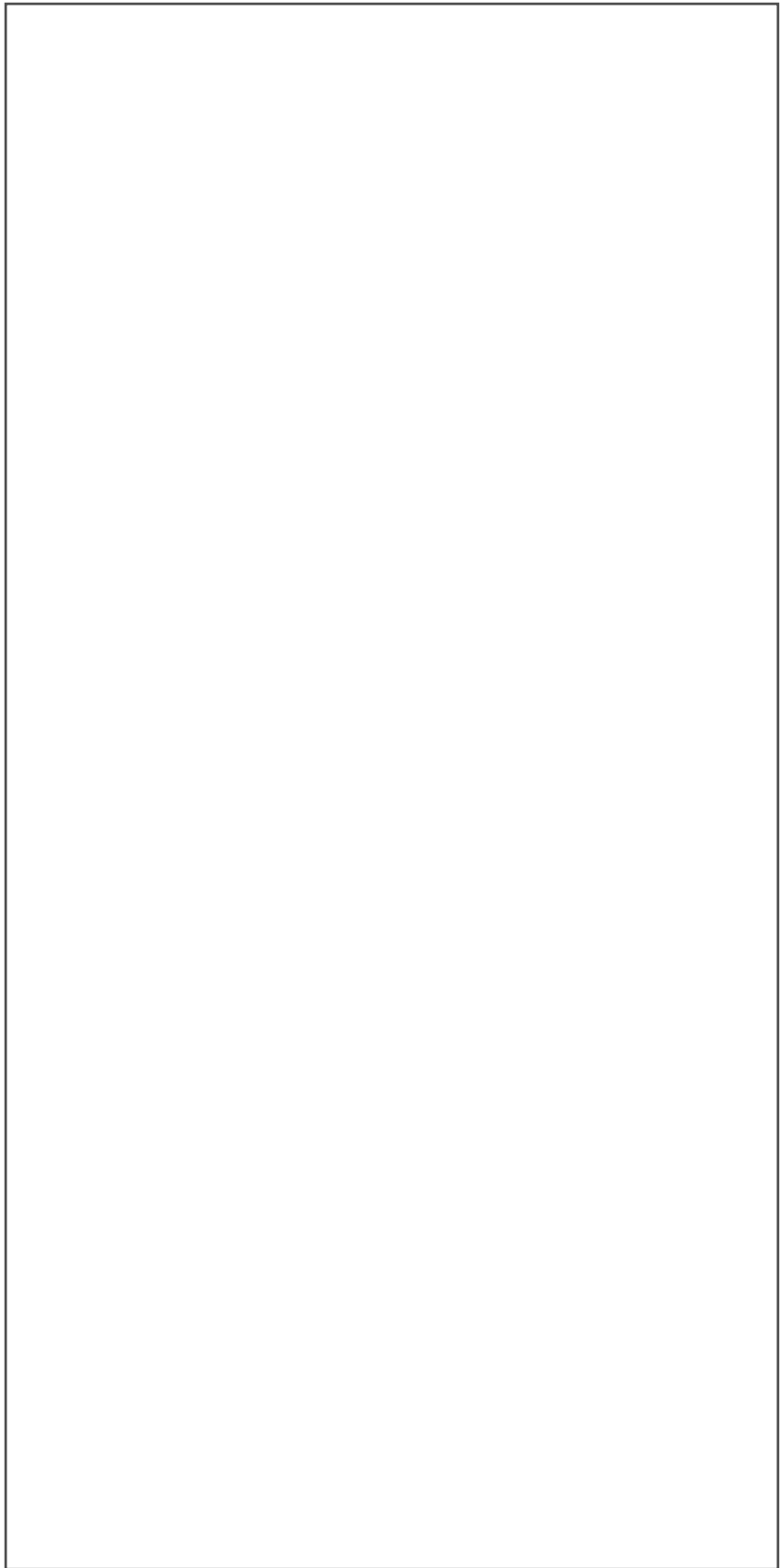
Encuestador: Luciano Bosio (alumno de la universidad empresarial Siglo 21, Legajo AAG 158)

Objetivo: esta encuesta es totalmente anónima y persigue obtener datos estadísticos para calcular el rendimiento promedio de los principales cultivos primavero-estivales realizados en la zona de Almafuerde.

Rellenar el siguiente cuadro:

Campaña	Rendimiento en quintales		
	Soja	Maíz	Sorgo
2001-2002			
2002-2003			
2003-2004			
2004-2005			
2005-2006			

Cuadro 10: tabulación de encuestas

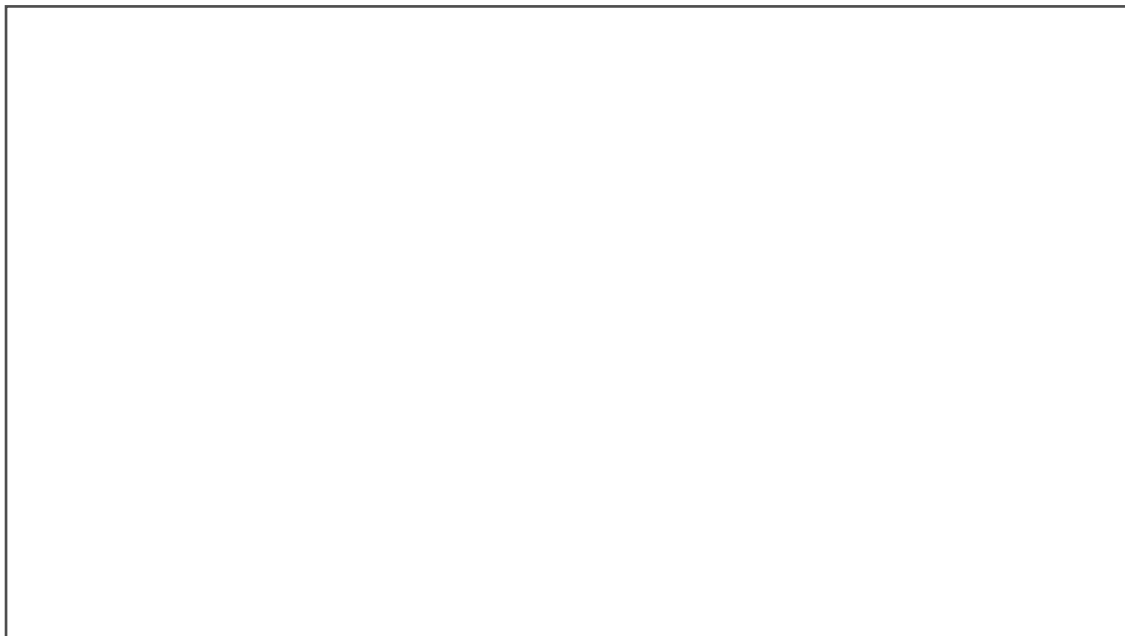


Cuadro11: Rendimientos promedios

Cultivo	Campañas					Promedio
	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	

Soja	22,05	17,05	15,21	27,26	22,30	20,77	
Maíz	60,09	41,18	50,00	74,93	58,33	56,91	
Sorgo	58,33	43,50	42,17	63,13	51,25	51,68	

Gráfico 6: Rendimientos promedios



A continuación se presentan las 27 encuestas a productores agropecuarios:

Anexo 2

Cálculos de la pérdida de materia orgánica debido al monocultivo y determinación de su valor económico

Cuadro 12: pérdida de MO por mineralización

Monocultivo de soja	Rotación Soja - Maíz	Rotación Soja -Sorgo
Año	K2 x MO (ton/ha)	K2 x MO (ton/ha)
Soja	2,077	2,389
Maíz	5,683	6,081
Sorgo	5,176	6,729
Soja en rotación	2,618	3,010

Cuadro 14: Kg. de MS por Kg. de grano

Cultivo	Indice de cosecha	Kg de MS por Kg de grano
Maíz	0,465	1,07
Sorgo	0,35	1,3
Soja	0,425	1,15

Cuadro 15: monocultivo de soja. Equivalencia Pérdida de MO - Perdida de nutrientes por hectárea

Monocultivo de soja				
Año	Perdida de MO (tn/ha)	Perdida de N (kg/ha)	Pérdida de P (kg/ha)	Pérdida de S (kg/ha)
1	0,400	8,46	0,85	0,69
2	0,400	8,46	0,85	0,69
3	0,400	8,46	0,85	0,69
4	0,400	8,46	0,85	0,69
5	0,400	8,46	0,85	0,69
6	0,400	8,46	0,85	0,69
7	0,400	8,46	0,85	0,69
8	0,400	8,46	0,85	0,69
9	0,400	8,46	0,85	0,69
10	0,400	8,46	0,85	0,69
	4,00	84,55	8,46	6,92

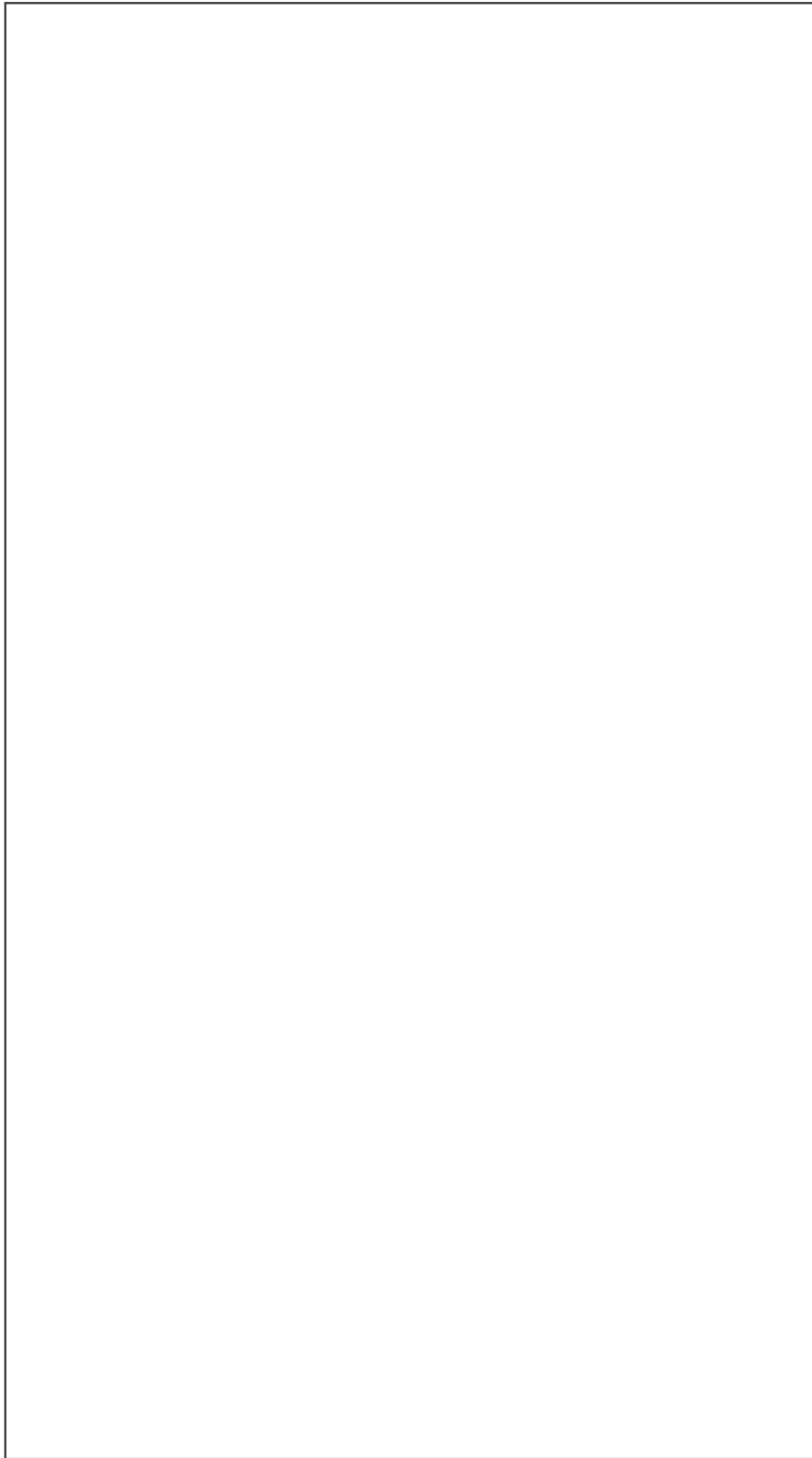
Cuadro 16: rotación soja - maíz. Equivalencia Pérdida de MO - Perdida de nutrientes por hectárea

Rotación Soja - Maíz				
Año	Perdida de MO (tn/ha)	Perdida de N (kg/ha)	Pérdida de P (kg/ha)	Pérdida de S (kg/ha)
1	-0,002	-0,04	0,00	0,00
2	-0,002	-0,04	0,00	0,00
3	-0,002	-0,04	0,00	0,00
4	-0,002	-0,04	0,00	0,00
5	-0,002	-0,04	0,00	0,00
6	-0,002	-0,04	0,00	0,00
7	-0,002	-0,04	0,00	0,00
8	-0,002	-0,04	0,00	0,00
9	-0,002	-0,04	0,00	0,00
10	-0,002	-0,04	0,00	0,00
	-0,02	-0,35	-0,04	-0,03

Cuadro 17: rotación soja - sorgo. Equivalencia Pérdida de MO - Perdida de nutrientes por hectárea

Rotación Soja - Sorgo				
Año	Perdida de MO (tn/ha)	Perdida de N (kg/ha)	Pérdida de P (kg/ha)	Pérdida de S (kg/ha)
1	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
2	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
3	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
4	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
5	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
6	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
7	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
8	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
9	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
10	-0,06	-1,31	-0,13	-0,11
	-0,62	-13,14	-1,31	-1,08

Cuadro 18: Valorización económica de la pérdida de MO.

The image shows a large, empty rectangular frame, which is likely a placeholder for a table or chart. The frame is defined by a thin black border and occupies the central portion of the page. No data or text is present within this frame.

Anexo 3

Cálculos económicos y financieros

Margen Bruto

Los cuadros 19, 20 y 21 muestran los márgenes brutos de las diferentes secuencias de cultivos para un ciclo de 10 años, estos se presentan a continuación:

Cuadro 19: margen bruto de una secuencia de 10 años de monocultivo de soja.

Monocultivo de soja		
Año	Cultivo	Margen Bruto
1	soja	210,49
2	soja	210,49
3	soja	210,49
4	soja	210,49
5	soja	210,49
6	soja	210,49
7	soja	210,49
8	soja	210,49
9	soja	210,49
10	soja	210,49
Total		2104,90

Cuadro 20: margen bruto de una secuencia de 10 años de Rotación soja-maíz.

Rotación Soja-Maíz		
--------------------	--	--

Año	Cultivo	Margen Bruto
1	soja	310,83
2	maíz	277,66
3	soja	310,83
4	maíz	277,66
5	soja	310,83
6	maíz	277,66
7	soja	310,83
8	maíz	277,66
9	soja	310,83
10	maíz	277,66
Total		2942,46

Cuadro 21: margen bruto de una secuencia de 10 años de Rotación soja-sorgo

Rotación Soja-Sorgo		
Año	Cultivo	Margen Bruto
1	soja	310,83
2	sorgo	134,49
3	soja	310,83
4	sorgo	134,49
5	soja	310,83
6	sorgo	134,49
7	soja	310,83
8	sorgo	134,49
9	soja	310,83
10	sorgo	134,49
Total		2226,61

Cuadro 22: soja. Cálculo de margen bruto por hectárea.

Soja. Cálculo de Margen Bruto por hectárea		
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)		

Rendimiento esperado (ton/ha)					2,08
Precio esperado (\$/tn)					195
Ingreso Bruto (\$/ha)					405,1
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Don Mario	18	1,5		27
Agroquímicos					
Fertilizantes	Súper Fosfato Simple	0,21	100	1	21
Insecticida	Decis	34,2	0,05	1	1,71
	Fungicida e				2,5
Inoculante					
Herbicida	Glifosato	2,55	2,5	3	19,13
Total Insumos					71,34
Labores					
Siembra		16,7			16,7
Pulverizaciones		3		3	9
Cosecha		40			40
Total labores					65,7
Gastos de comercialización					
Flete corto					
Zarandeo					
	Comisión Acopio				8,424
(2%)					
Total Gastos de comercialización					51,62
Seguros		20	1		20
Total costos directos					186,6
Costos ocultos					9
Margen Bruto					7,92
					210,4
					9

Cuadro 23: soja en rotación. Cálculo de margen bruto por hectárea.

Soja en rotación. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
Rendimiento esperado (ton/ha)					2,618
Precio esperado (\$/tn)					195,0
Ingreso Bruto (\$/ha)					0
					510,4

	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	2 u\$/h a
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Don Mario	18	1,5		27
Agroquímicos					
Fertilizantes	Súper Fosfato Simple	0,21	100	1	21
Insecticida	Decis	34,2	0,05	1	1,71
Inoculante	Fungicida e				2,5
Herbicida	Glifosato	2,55	2,5	3	19,13
Total Insumos					71,34
Labores					
Siembra		16,7			16,7
Pulverizaciones		3		3	9
Cosecha		40			40
Total labores					65,7
Gastos de comercialización					
Flete corto					
Zarandeo					
	Comisión Acopio				10,61
(2%)					
Total Gastos de comercialización					65,05
Seguros		20	1		20,00
Total costos directos					199,59
Margen Bruto					310,83

Cuadro 24: maíz. Cálculo de margen bruto por hectárea.

Maíz. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	5,683 u\$/ha
Rendimiento esperado (tn/ha)					5,683
Precio esperado (\$/tn)					118
Ingreso Bruto (\$/ha)					670,583
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	80	1		80
Agroquímicos	Urea	0,37	120	1	44,4
Fertilizantes	Arrancador	0,39	80	1	31,2
	Terápico	5	1	1	5

Insecticida					
	Atrazina	3	2,5	2	15
Herbicida					
	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
Total Insumos					195,70
Labores					
Siembra		17,5			17,5
Pulverizaciones		3		2	6
Cosecha		46,65			46,65
Total labores					70,15
Gastos de comercialización					
Flete					
corto					
	Zarandeo				
	Comisión Acopio				14,396
(2%)					
Total Gastos de comercialización					136,396
Seguros		20	1		20
Total costos directos					392,92
Margen Bruto					277,663

Cuadro 25: sorgo. Cálculo de margen bruto por hectárea.

Sorgo. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Rendimiento esperado (tn/ha)					5,176
Precio esperado (\$/tn)					90
Ingreso Bruto (\$/ha)					465,846
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	52	0,33		17,33
Agroquímicos					
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1	44,4
	Arrancador	0,39	80	1	31,2
	Terápico	5	1	1	5
Insecticida	Atrazina	3	2,5	2	15
Herbicida	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
Antídoto					4
Total Insumos					137,03
Labores					
Siembra		17,5			17,5
Pulverizaciones		3		2	6
Cosecha		33,33			33,33
Total labores					56,83
Gastos de comercialización					
Flete					
corto					
Zarandeo					
	Comisión Acopio				9,9
(2%)					
Total Gastos de comercialización					147,4
Seguros		20	1		20
Total costos directos					332,58
Ganancia oculta					1,23
Margen Bruto					134,49

Cálculo del Van y TIR

Cuadro 26: Cálculo del Van y TIR

Año	Ingreso	Año	Ingreso	Año	Ingreso
0	\$ -1.464,81	0	\$ -1.464,81	0	\$ -1.464,81
1	210,49	1	310,83	1	310,83
2	210,49	2	277,66	2	134,49
3	210,49	3	310,83	3	310,83
4	210,49	4	277,66	4	134,49
5	210,49	5	310,83	5	310,83
6	210,49	6	277,66	6	134,49
7	210,49	7	310,83	7	310,83
8	210,49	8	277,66	8	134,49
9	210,49	9	310,83	9	310,83
10	210,49	10	277,66	10	134,49
Van	\$ 110,22		\$ 709,38		\$ 213,82
Tasa de descuento de VAN	5,57%		5,57%		5,57%
TIR	7%		15%		9%
Valor actual	\$ 1.464,81				

Análisis de escenario

Cuadro 27: margen bruto soja pesimista.

|Soja Pesimista. Cálculo de Margen Bruto por hectárea
|Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)

Rendimiento esperado (tn/ha)					1,521
Precio esperado (\$/tn)					195,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					296,68
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Don Mario	18	1,5		27,00
Agroquímicos	Súper Fosfato	0,21	100	1	21,00
Fertilizantes	Simple				
	Decis	34,2	0,05	1	1,71
Insecticida					
	Fungicida e Inoculante				2,5
	Glifosato	2,55	2,5	3	19,13
Herbicida					
Total Insumos					71,34
Labores					
Siembra		16,7			16,70
Pulverizaciones		3		3	9,00
Cosecha		40			40,00
Total labores					65,70
Gastos de comercialización					
	Flete				
corto					
Zarandeo					
	Comisión Acopio (2%)				5,46
Total Gastos de comercialización					33,46
Seguros		20	1		20,00
Total costos directos					173,40
Costos ocultos					7,92
Margen Bruto					115,36

Cuadro 28: margen bruto soja normal.

Soja Normal. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
Rendimiento esperado (tn/ha)					2,077
Precio esperado (\$/tn)					195,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					405,11
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Don Mario	18	1,5		27,00
Agroquímicos	Súper Fosfato	0,21	100	1	21,00
Fertilizantes	Simple				
	Decis	34,2	0,05	1	1,71
Insecticida					
	Fungicida e Inoculante				2,5
	Glifosato	2,55	2,5	3	19,13
Herbicida					
Total Insumos					71,34
Labores					
Siembra		16,7			16,70
Pulverizaciones		3		3	9,00
Cosecha		40			40,00
Total labores					65,70

Gastos de comercialización				
Flete corto				
Zarandeo				
Comisión Acopio (2%)				8,424
Total Gastos de comercialización				51,624
Seguros	20	1		20,00
Total costos directos				186,69
Costos ocultos				7,92
Margen Bruto				210,50

Cuadro 29: margen bruto soja optimista.

Soja Optimista. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
Rendimiento esperado (tn/ha)					2,726
Precio esperado (\$/tn)					195,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					531,57
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Don Mario	18	1,5		27,00
Agroquímicos					
Fertilizantes	Súper Fosfato Simple	0,21	100	1	21,00
Insecticida	Decis	34,2	0,05	1	1,71
Herbicida	Fungicida e Inoculante				2,5
	Glifosato	2,55	2,5	3	19,13
Total Insumos					71,34
Labores					
Siembra		16,7			16,70
Pulverizaciones		3		3	9,00
Cosecha		40			40,00
Total labores					65,70
Gastos de comercialización					
Flete corto					
Zarandeo					
Comisión Acopio (2%)					12,09
Total Gastos de comercialización					74,09
Seguros	20	1			20,00
Total costos directos					202,19
Costos ocultos					7,92
Margen Bruto					321,46

Cuadro 30: margen bruto maíz pesimista.

Maíz Pesimista. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Rendimiento esperado (tn/ha)					4,12
Precio esperado (\$/tn)					118,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					485,95
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	80	1		80,00
Agroquímicos					
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1	44,40
	Arrancador	0,39	80	1	31,20
	Terápico	5	1	1	5,00
Insecticida					
	Atrazina	3	2,5	2	15,00
Herbicida					
	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
Total Insumos					195,70
Labores					
Siembra		17,5			17,50
Pulverizaciones		3		2	6,00
Cosecha		46,65			46,65
Total labores					70,15
Gastos de comercialización					
Flete					
corto					
Zarandeo					
	Comisión Acopio				8,26
(2%)					
Total Gastos de comercialización					78,26
Seguros		20	1		20,00
Total costos directos					357,93
Margen Bruto					128,01

Cuadro 31: margen bruto maíz normal.

Maíz Normal. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Rendimiento esperado (tn/ha)					5,69
Precio esperado (\$/tn)					118,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					671,50
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	80	1		80,00
Agroquímicos					
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1	44,40
	Arrancador	0,39	80	1	31,20
	Terápico	5	1	1	5,00
Insecticida					
	Atrazina	3	2,5	2	15,00

Herbicida	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
Total Insumos					195,70
Labores					
Siembra		17,5			17,50
Pulverizaciones		3		2	6,00
Cosecha		46,65			46,65
Total labores					70,15
Gastos de comercialización					
Flete					
corto					
Zarandeo					
Comisión Acopio					14,396
(2%)					
Total Gastos de comercialización					136,396
Seguros		20	1		20,00
Total costos directos					393,09
Margen Bruto					278,41

Cuadro 32: margen bruto maíz optimista.

Maíz Optimista. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Rendimiento esperado (tn/ha)					7,49
Precio esperado (\$/tn)					118,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					884,16
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	80	1		80,00
Agroquímicos					
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1	44,40
	Arrancador	0,39	80	1	31,20
	Terápico	5	1	1	5,00
Insecticida	Atrazina	3	2,5	2	15,00
Herbicida	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
Total Insumos					195,70
Labores					
Siembra		17,5			17,50
Pulverizaciones		3		2	6,00
Cosecha		46,65			46,65
Total labores					70,15
Gastos de comercialización					
Flete					
corto					
Zarandeo					
Comisión Acopio					18,88
(2%)					
Total Gastos de comercialización					178,88
Seguros		20	1		20,00

Total costos directos					433,39
Margen Bruto					450,77

Cuadro 33: margen bruto sorgo pesimista.

Sorgo Pesimista. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	u\$s/ha
Rendimiento esperado (tn/ha)					4,22
Precio esperado (\$/tn)					90,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					379,50
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	52	0,33		17,33
Agroquímicos					
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1	44,40
	Arrancador	0,39	80	1	31,20
	Terápico	5	1	1	5,00
Insecticida	Atrazina	3	2,5	2	15,00
Herbicida	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
	Antídoto				4,00
Total Insumos					137,03
Labores					
Siembra		17,5			17,50
Pulverizaciones		3		2	6,00
Cosecha		33,33			33,33
Total labores					56,83
Gastos de comercialización					
Flete corto					
	Zarandeo				
	Comisión Acopio (2%)				5,4
Total Gastos de comercialización					80,4
Seguros		20	1		20,00
Total costos directos					306,87
Ganancia oculta					1,23
Margen Bruto					73,86

Cuadro 34: margen bruto sorgo normal.

Sorgo Normal. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$s)					
Rendimiento esperado (tn/ha)					5,17
Precio esperado (\$/tn)					90,00

Ingreso Bruto (\$/ha)	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	465,08 u\$/ha
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	52	0,33		17,33
Agroquímicos					
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1	44,40
	Arrancador	0,39	80	1	31,20
	Terápico	5	1	1	5,00
Insecticida					
Herbicida	Atrazina	3	2,5	2	15,00
	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
					4,00
Antídoto					
Total Insumos					137,03
Labores					
Siembra		17,5			17,50
Pulverizaciones		3		2	6,00
Cosecha		33,33			33,33
Total labores					56,83
Gastos de comercialización					
Flete					
corto					
Zarandeo					
Comisión Acopio					9,9
(2%)					
Total Gastos de comercialización					147,4
Seguros		20	1		20,00
Total costos directos					332,35
Ganancia oculta					1,23
Margen Bruto					133,95

Cuadro 35: margen bruto sorgo optimista.

Sorgo Optimista. Cálculo de Margen Bruto por hectárea					
Nota: todos los costos están calculados en dólares (u\$)					
	Producto	Precio Unitario	Cantidad por ha	Pasadas	
Rendimiento esperado (tn/ha)					6,31
Precio esperado (\$/tn)					90,00
Ingreso Bruto (\$/ha)					568,13
Costos directos					
Insumos					
Semilla	Dekalb (bt)	52	0,33		17,33
Agroquímicos					
Fertilizantes	Urea	0,37	120	1	44,40
	Arrancador	0,39	80	1	31,20
	Terápico	5	1	1	5,00
Insecticida					
Herbicida	Atrazina	3	2,5	2	15,00
	Acetoclor	6,7	1,5	2	20,10
					4,00
Antídoto					
Total Insumos					137,03

Labores				
Siembra	17,5			17,50
Pulverizaciones	3		2	6,00
Cosecha	33,33			33,33
Total labores				56,83
Gastos de comercialización				
Flete				
corto				
Zarandeo				
Comisión Acopio				12,6
(2%)				
Total Gastos de comercialización				187,6
Seguros	20	1		20,00
Total costos directos				363,04
Ganancia oculta				1,23
Margen Bruto				206,32

Criterios utilizados:
Mercado: Rosario - Estado: Disponible - Frecuencia: Mensual - Moneda: U\$S
Datos obtenidos desde: 01-11-1991 al 01-03-2007

Cuadro 36: Serie histórica de precios desde noviembre de 1991 hasta marzo de 2007 (SAGPyA, 2007).

Soja		Maíz		Sorgo				Nov-91	U\$S	194
Fecha	Moneda	Cotización	Fecha	Moneda	Cotización	Fecha	Moneda	Cotización		

<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 80px;"></div>										

<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>										