



UNIVERSIDAD DE BELGRANO

Facultad de Ciencias Agrarias

Tecnicatura universitaria en producción agraria

Trabajo final integrador

“Enmiendas en el suelo agrícola para una producción de forraje más eficiente; estudio de caso en un establecimiento agrícola en General Pinto, Buenos Aires”

Pedro Simón Lacau

Nro. de Matrícula: P000175136

Firma del alumno

Tutora: Ing. Agr. (Mg. Esp.) Claudia C. Valerio

Corrector: Ing. Agr. Hugo Jorge Ignacio Miniño

Año 2023

En memoria de mi abuelo, Pedro Alberto Lacau.

Tabla de contenido

Resumen	5
Capítulo 1	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Objeto de estudio.....	6
1.3 Estado de Arte	6
1.4 Justificación	7
1.5 Delimitaciones.....	8
1.5.1 Delimitación espacial.....	8
1.5.2 Delimitación temporal.....	8
1.6 Problematización.....	8
1.6.1 Pregunta de investigación.....	9
1.7 Objetivo	9
1.7.1 Objetivo general	9
1.7.2 Objetivo específico	9
Capítulo 2	10
2.1. Características zonales.....	10
2.2. Historia evolutiva del establecimiento.....	11
2.3. Descripción del cultivo y su manejo.....	12
2.3.1 Características de la alfalfa	12
2.3.2 Rotaciones de cultivo	14
2.3.3 Muestreo inicial.....	14
2.3.4 Comportamiento del cultivo al pH y el encalado.....	16
2.3.5 Plan de acción	17

2.4. Clima	18
2.5. Enfermedades	18
2.6 Valorización del cultivo	20
<i>Capítulo 3</i>	22
3.1 Marco metodológico	22
3.1.1 Margen bruto ex – ante y ex – post	22
3.1.2 ROI	22
<i>Capítulo 4</i>	23
4.1 Margen bruto ex – post	23
4.2 Margen bruto ex – ante	26
4.3 ROI	28
<i>Capítulo 5</i>	29
5.1 Conclusión	29
<i>Bibliografía</i>	30

Resumen

El crecimiento de la agricultura y los modelos de alta producción trajeron consigo la degradación de los suelos, lo que se traduce en una menor respuesta a los fertilizantes, efectos más pronunciados de las sequías y compactación. En este marco, el trabajo se propone analizar la viabilidad de mejorar la productividad forrajera del cultivo de alfalfa en el establecimiento “La Loma” (General Pinto, Buenos Aires) a partir de la recuperación química y física del suelo. La metodología consistió en muestreos por ambientes definidos con índices NDVI, en los que se midió pH, materia orgánica, fósforo extraíble, CIC, cationes (Ca, Mg, K, Na, Zn) y resistencia a la penetración. Con esos resultados se propuso una labor de subsolado de 35 a 40 cm y, previo a la siembra, una aplicación de dolomita (500 kg/ha) y yeso agrícola (650 kg/ha) como tarea de encalado. El análisis económico se hizo comparando el margen bruto ex – post (manejo tradicional) con el ex – ante (manejo propuesto) y calculando el retorno sobre la inversión. La valorización de la pastura en el esquema planteado dio 0,203 USD/kg de materia seca, un valor que compite con el del mega fardo traído de Córdoba (0,21 USD/kg MS); se estimó un aumento de 8.000 kg de materia seca por hectárea y por año, llevando el rendimiento total a 15.000 kg/ha/año, con un ROI amortizado del 369,93 % y un ROI total de –6,01 %. Los resultados muestran que la inversión es rentable cuando se amortiza dentro del ciclo de la pastura y que, además, deja un suelo en mejores condiciones para los cultivos posteriores.

Palabras clave: alfalfa; encalado; margen bruto; materia seca; ROI

Capítulo 1

1.1 Introducción

El presente trabajo llevará a cabo el análisis y propuestas de mejoras para un establecimiento agropecuario, el foco se hará en la mejora de la producción del cultivo de forraje, alfalfa, a través de la recuperación de la estructura, micro y macronutrientes del suelo.

Entre las soluciones podemos contemplar el uso de diferentes labores culturales para conseguir una cama de siembra y el aporte de enmiendas según cálculos estratégicos.

1.2 Objeto de estudio

El estudio se llevará a cabo en el establecimiento agrario llamado “La Loma” un establecimiento de 98 hectáreas ubicado en el partido de General Pinto, Provincia de Buenos Aires. Esta zona es conocida por sus buenos suelos agrícolas y ser cuenca lechera de la región.

1.3 Estado de Arte

El objeto de estudio se caracteriza por producir forraje y vendérselo al campo vecino “La suerte”, que posee un tambo de gran capacidad, ellos se hacen cargo de la parte operativa del proceso, la confección y el flete. Este arreglo se lleva a cabo por la cercanía de las tierras.

Hay que aclarar que este negocio poco convencional viene de una amistad entre partes, ambas logran sacar beneficio de este. Ya que los dueños de las tierras tienen sociedades productivas en otras actividades y zonas del país.



Ilustración 1. Vista satelital del establecimiento "La Loma" y su entorno (rojo). Fuente: Google LLC (2024).

1.4 Justificación

El crecimiento de la agricultura y los modelos de alta producción trajeron en mayor o menor medida la degradación de los suelos. Los problemas con los que hoy se convive son la menor respuesta a los fertilizantes, efectos más pronunciados de las sequías, aparición de plagas y enfermedades difíciles de combatir, compactación de los suelos y la extracción de micro y macronutrientes de estos.

Las plantas viven parte en el aire y parte en el suelo, ninguna de ellas puede subsistir sin la otra, es decir, el bienestar de hojas, flores y frutos dependen directamente del bienestar de las raíces. Para tener raíces saludables el suelo debe cumplir con ciertas condiciones como la de poseer una óptima cantidad de nutrientes, almacenar la mayor cantidad de agua disponible para las plantas y estar aireado.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación espacial

El establecimiento se encuentra en la provincia de Buenos Aires, en el suroeste del partido de General Pinto, limitando con el partido de Lincoln.

Las coordenadas del establecimiento son 34°55'13"S 61°54'40"W

1.5.2 Delimitación temporal

El plan de estudios se llevará a cabo en el transcurso de un año ya que el crecimiento de la implantación de la pastura mostrará sus resultados al cambio en el suelo en su primer año de crecimiento, a su vez el proyecto está pensado para un plazo de 5 años que corresponde al ciclo de la pastura de alfalfa y será el tiempo que el lote está ocupado con la misma, la parte económica de este estudio contemplará la duración del cultivo para la amortización de los gastos.

1.6 Problematización

En un contexto donde la agricultura crece constantemente y los modelos de alta producción buscan un mayor rendimiento por hectárea, hay un aspecto que queda directamente relacionado a estos temas y es la degradación de los suelos. Esto genera una menor respuesta a fertilizantes, efectos más pronunciados de las sequías, aparición de plagas y enfermedades difíciles de combatir y la compactación de los suelos.

1.6.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las enmiendas que se deben utilizar para recuperar el suelo de su estado actual?

¿Qué beneficios le puede brindar a una futura pastura recuperar el suelo?

¿Cómo se valoriza el cultivo de alfalfa para su comercialización?

¿Qué impacto económico tiene la incorporación de enmiendas sobre el margen bruto del cultivo de alfalfa?

¿Qué retorno genera la inversión en mejoras del suelo cuando se amortiza en el ciclo de la pastura?

1.7 Objetivo

1.7.1 Objetivo general

Analizar la viabilidad de mejorar la productividad forrajera del cultivo de alfalfa en el establecimiento “La Loma” mediante la recuperación química y física del suelo.

1.7.2 Objetivo específico

- Diagnosticar el estado físico y químico del suelo
- Analizar tipo, combinación y dosis de enmiendas necesarias
- Describir los efectos de la recuperación del suelo y cómo afectará a los cultivos posteriores
- Evaluar qué aporta el cultivo de alfalfa a la fertilidad del suelo
- Analizar la valorización del cultivo en la estructura del negocio del establecimiento en relación con el tambo vecino, en comparación con la compra de forraje externo a la zona.

Capítulo 2

2.1. Características zonales

El establecimiento se encuentra al noroeste de la provincia de Buenos Aires en el partido de General Pinto.



Ilustración 2. Ubicación del partido de General Pinto en el mapa político de la provincia de Buenos Aires. Fuente: Google LLC (2024).

Se encuentra a 20 km del pueblo más cercano (Arenaza) a 25 km de Gral. Pinto y a 48 km de Lincoln. El Puerto de Rosario se encuentra a 315 km.

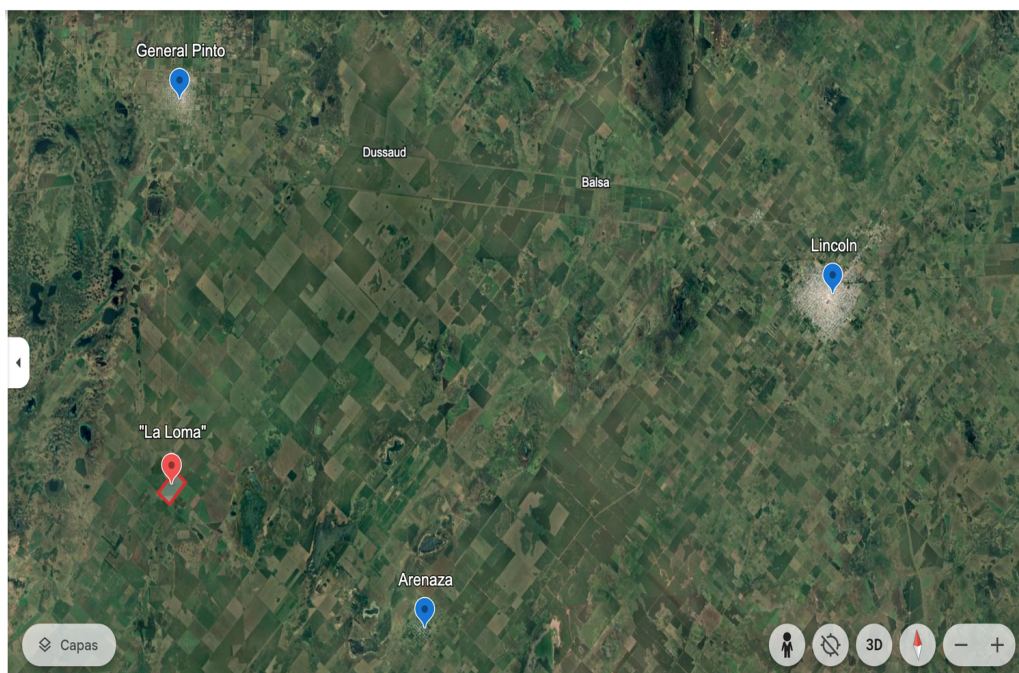


Ilustración 3. Distancias del establecimiento a los centros urbanos de referencia. Fuente: Google LLC (2024).

2.2. Historia evolutiva del establecimiento

El establecimiento solía ser parte de la Estancia La Suerte de la familia Lacau, que en el 2008 cuando la situación nacional con respecto a la agroindustria, por razones climáticas, económicas y políticas, la actividad se puso muy difícil de llevar adelante. Una de las medidas que se realizaron fueron vender parte del patrimonio de la empresa. Aquí nace “La Loma” 98 hectáreas adquiridas por Peat Kitel, un alemán apasionado por el cuidado medioambiental y la cultura argentina, que es amigo y está asociado en diferentes rubros con la familia Lacau.

Hace años forma parte de un circuito de agricultura intensiva, rotando entre maíz, soja y cultivos de cobertura.

2.3. Descripción del cultivo y su manejo

2.3.1 Características de la alfalfa



Ilustración 4. Cultivo de alfalfa. Fuente: Elaboración propia.

“La alfalfa es una leguminosa que presenta mucha variabilidad en sus características morfológicas, por lo que son muchas las clasificaciones que tratan de diferenciar los distintos tipos existentes. Las mismas se basan en el color de las flores, la resistencia a las bajas temperaturas, el crecimiento primaveral, la recuperación después del corte, la floración, el tipo de crecimiento, etc” (Rossanigo et al., 1995, p. 2).

“La mayor superficie sembrada con alfalfa en la Argentina está delimitada por los paralelos 30° y 40° S y los meridianos 58° y 65° W” (Rossanigo et al., 1995, p. 1).

“Esta gran región posee ambientes favorables para esta forrajera, con rendimientos anuales de forraje elevados y estables (10-18 tn MS/ha/año) y muy buenos niveles de persistencia (4-5 años)” (Rossanigo et al., 1995, p. 7).

“los cultivares sin reposo presentaron, en el otoño-invierno, mayor crecimiento con respecto a los de reposo intermedio (22,6 y 38,8 % más)” (Rossanigo et al., 1995, p. 4).

“para los cultivares de latencia corta no son convenientes períodos de pastoreo mayores de 7 días, mientras que en los de los grupos 3 y 4 la permanencia de los animales en cada franja puede alcanzar los 12 a 15 días sin incidir en la persistencia. Sistemas inadecuados de pastoreo determinan una más rápida degradación en los cultivares de menor latencia que en los de reposo intermedio a largo” (Rossanigo et al., 1995, p. 4).

GRUPO	GRADO
Reposo intermedio largo	3-4-5
Reposo intermedio corto	6-7
Sin reposo	8-9

(Rossanigo et al., 1995, p. 6)

“Los cortes se realizan al 10 % de floración o a 5 cm de altura de los rebrotes basales. En cada uno de ellos se registra la altura al corte, la producción de materia verde, el porcentaje de materia seca y, después del último corte otoñal, la altura del rebrote a los 20 días. La producción se expresa en kilogramos o toneladas de materia seca por hectárea (Rossanigo et al., 1995, p. 7)”.

(Rossanigo et al., 1995)

2.3.2 Rotaciones de cultivo

EJERCICIOS	ROTACIONES
22/23	Maíz tardío
23/24	Trigo / Maíz de segunda
24/25	Maíz de primera / Alfalfa

2.3.3 Muestreo inicial

Se procedió al muestreo por ambientes según mapas de productividad con NDVI (imágenes de índice verde). La densidad de muestreo es de 1 (UNO) muestra cada 8 hectáreas. Los parámetros evaluados fueron

- pH
- Carbono Oxidable
- Materia Orgánica
- Fósforo extraíble
- CIC y Cationes (Ca, Mg, K, Na)
- Zn
- Resistencia a la penetración (Técnica INTA Villegas)

Muestreo inicial del lote

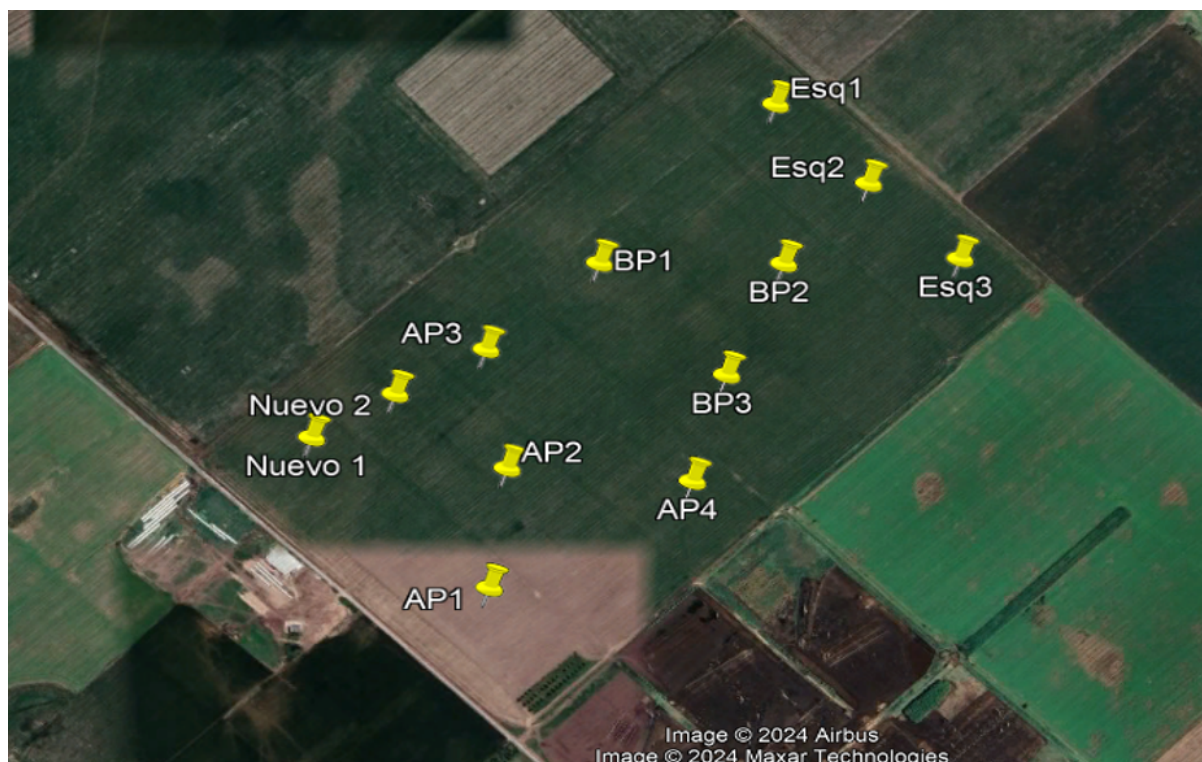


Ilustración 5. Puntos de muestreo del lote sobre imagen satelital. Fuente: Elaboración propia sobre Google LLC

(2024).



Ilustración 6. Mapa de productividad por zonas (NDVI). Fuente: Elaboración propia.

2.3.3.1 Resultados analíticos

Lote	Prof.	PH	Carbono oxidable %	Materia orgánica %	Fosforo extraíble ppm	CIC meq/100g	Calcio intercamb. meq/100g	Potasio intercamb. meq/100g	Magnesio intercamb. meq/100g	Sodio intercamb. meq/100g	Zinc ppm
ESQ1	0-20	5,7	1,65	2,8	36,5	11,7	7,9	0,8	1,3	0,07	1,1
ESQ1	20-40	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESQ2	0-20	5,7	1,32	2,3	41,7	10,3	6,4	0,95	1,1	0,06	0,8
ESQ2	20-40	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESQ3	0-20	5,9	1,34	2,3	27	10,3	7	1,1	1,2	0,06	0,8
ESQ3	20-40	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOMA1	0-20	5,6	1,35	2,3	42,9	-	5,6	0,75	1	0,06	0,7
LOMA1	20-40	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOMA2	0-20	5,4	1,08	1,9	60,6	-	3,8	0,7	0,74	0,06	0,7
LOMA2	20-40	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP1	0-20	5,6	1,42	2,4	40,5	9,9	5,9	0,85	1,1	0,08	0,7
AP1	20-40	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP2	0-20	5,6	1,53	2,6	45,9	10,5	6,5	1,1	1,1	0,06	0,8
AP2	20-40	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP3	0-20	5,6	1,95	3,4	46,7	13,6	8,6	0,9	1,4	0,08	1,1
AP3	20-40	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP4	0-20	5,4	1,29	2,2	48	8,9	4,9	1	0,9	0,06	0,7
AP4	20-40	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BP3	0-20	5,7	1,59	2,7	28,8	10,7	6,9	1	1,2	0,06	0,7
BP3	20-40	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BP1	0-20	5,3	0,97	1,7	67,5	8,5	4,4	0,9	0,9	0,06	0,6
BP1	20-40	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BP2	0-20	5,5	1,45	2,5	31,2	9,2	6,1	0,8	1,1	0,07	0,5
BP2	20-40	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ilustración 7. Resultados del análisis de suelos. Fuente: Laboratorio Marasas (2024).

2.3.3.2 Resultados de resistencia a la penetración

Profundidad	Mpa (megapascuales)											
	AP 1	AP2	AP3	AP4	L1	L2	BP1	BP2	BP3	Esq 1	Esq 2	Esq 3
0 a 5	3,36	4,48	2,52	2,8	3,92	2,8	4,2	3,08	3,92	3,08	2,52	2,24
5 a 10	4,2	5,6	3,36	3,92	4,48	3,36	4,48	2,8	4,76	6,44	3,92	3,36
10 a 15	4,76	4,76	4,48	5,04	5,32	6,72	4,76	3,36	5,04	8,96	5,88	4,2
15 a 20	4,48	3,92	4,48	4,48	4,2	5,88	4,2	3,08	5,32	7,84	4,2	3,92
20 a 25	3,64	3,08	3,36	3,36	3,08	5,04	3,36	2,52	3,64	4,2	3,36	2,8
25 a 30	2,8	2,52	1,96	2,8	1,96	4,48	2,8	1,96	3,36	2,8	2,52	2,24
30 a 35	2,24	1,96	1,68	2,24	1,96	3,08	1,96	1,96	2,24	1,68	1,68	1,68
35 a 40	1,68	1,96	1,68	1,96	1,68	2,8	1,96	1,68	1,4	1,96	1,4	1,68

Ilustración 8. Resultados del estudio de resistencia a la penetración (MPa). Fuente: Elaboración propia.

(Resultados por encima de 2 MPa dificultan el crecimiento radicular)

2.3.4 Comportamiento del cultivo al pH y el encalado

“La acidez del suelo afecta el crecimiento de algunas especies forrajeras, en especial las leguminosas. Al aumentar la acidez, se incrementa la solubilidad del aluminio, hierro y manganeso pudiendo llegar a niveles tóxicos. Además hay una menor actividad de los organismos que descomponen la materia orgánica, dando menores niveles de N, P y S disponibles. También la fijación simbiótica de N por parte de las leguminosas se reduce notablemente. Entre las forrajeras, la alfalfa es un cultivo de gran sensibilidad a la acidez del suelo”. (García & Michelena, 2002)

“Dada la baja solubilidad de los correctores calcáreos de la acidez en planteos de siembra directa se podría mejorar la solubilidad adicionando yeso”. (Gudelj, 2022)

“Altos rendimientos se obtienen cuando el pH es de 6.5 o superior ya que mejora la nodulación y se logra un mejor establecimiento, persistencia y desarrollo del cultivo. La aplicación previa de Ca al suelo, produce una mejora sustancial en la eficiencia de absorción del P”. (García & Michelena, 2002)

“aumento significativo del pH a los 30 días de aplicada la enmienda (0,6 unidades de pH para las dosis mayores), lo cual favoreció por un lado a la fijación biológica del N, dado que el *Rhizobium meliloti* es sensible a la acidez, y, por el otro, a la producción de MS como se observa en la Figura 4.24Z”. (García & Michelena, 2002)

Tabla 4.9. Producción de materia seca en el año de implantación de una pastura con dosis variables de cal dolomítica. 9 de Julio, Buenos Aires (Carta *et al.*, 1998).

Dosis de cal	Producción de MS
kg/ha	kg/ha
0	13887
1000	15351
2000	16696
3000	18036

Tabla 4.10. Evolución en el tiempo del pH de un suelo Hapludol según el nivel de cal aplicado. 9 de Julio, Buenos Aires (Carta *et al.*, 1998)

Dosis de cal	pH inicial	pH 6 meses	pH 12 meses	pH 18 meses	pH 26 meses
kg/ha					
0	5,8	5,9	5,83	5,5	5,6
1000	5,8	6,0	6,05	5,8	5,8
2000	5,8	6,3	6,33	6,0	6,1
3000	5,8	6,7	6,73	6,2	6,3

Ilustración 9. Respuesta al encalado en producción de materia seca. Fuente: García (2002).

“determinaron respuestas al encalado de 42% y 24% en producción de MS de alfalfa y gramíneas, respectivamente, en un suelo franco-arenoso del sudoeste de Santa Fe con pH de 6.5. Los autores sugieren que esta respuesta al encalado, en un suelo de pH no recomendado para el encalado nutricional, se debería a cambios en el balance catiónico del suelo y proponen una metodología de “encalado nutricional” que tiene en cuenta las relaciones entre cationes (“balance catiónico”)”. (García & Michelena, 2002)

2.3.5 Plan de acción

1. Hacer labores verticales subsolados hasta 35 cm y disco nivelador para preparar la cama de siembra
2. Aporte de enmiendas según cálculos estequiométricos. Los correctores utilizados serán Dolomita (Granucal – Nutrien) 500 kg/ha y Yeso agrícola (Azufertil – Nutrien) 650 kg/ha como fuentes de calcio y magnesio. Las dosis se establecieron a partir de los resultados del análisis de suelos y de la recomendación del proveedor de las enmiendas.
3. Sembrar maíz temprano 24/25 y siembra de alfalfa campaña 25/26

2.4. Clima

El establecimiento se encuentra en una lomada a 105 metros de altura a nivel del mar.

Acumulado de lluvias 2024.

Este cuadro es el acumulado, se tomó en un campo vecino al lugar de estudio.

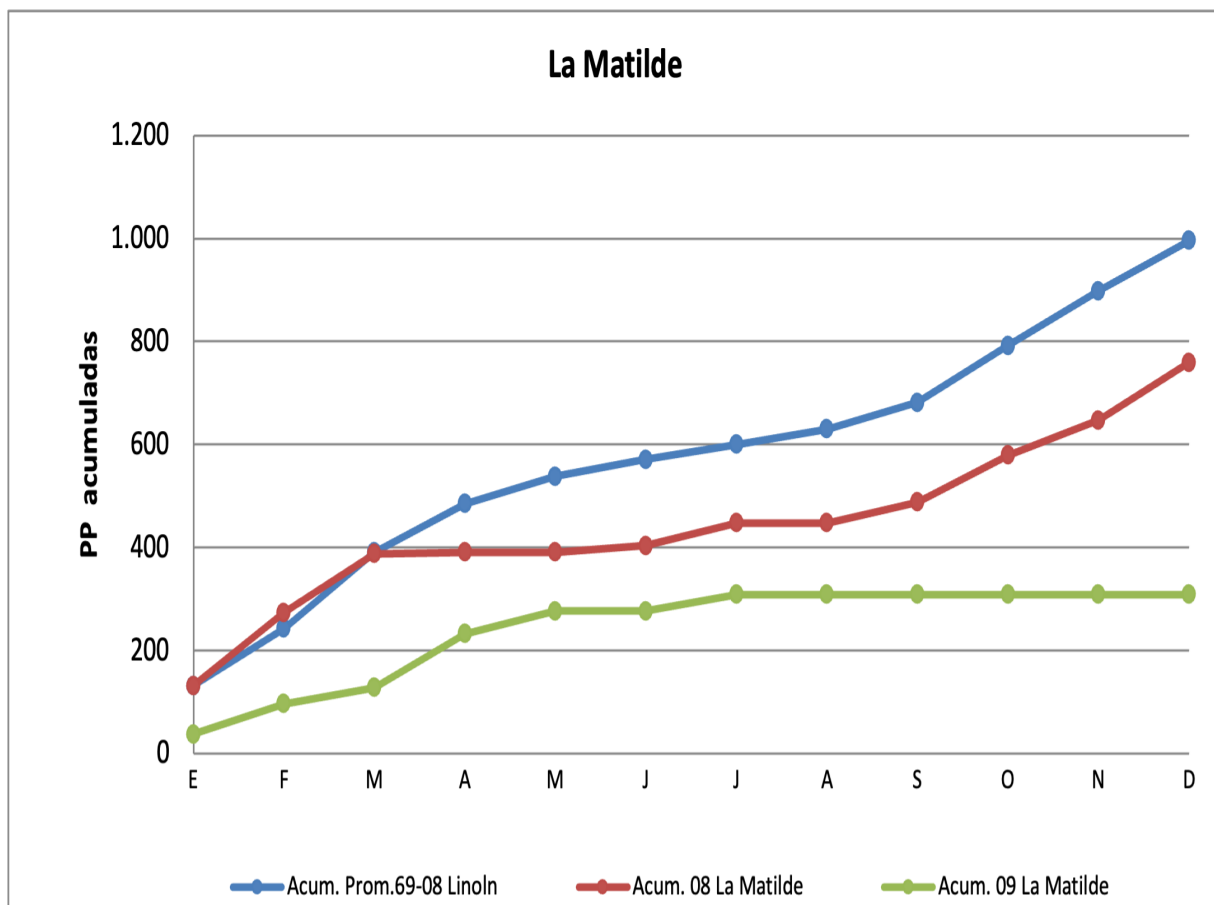


Ilustración 10. Acumulado de lluvias 2024 — establecimiento La Matilde, zona de estudio. Fuente: Datos propios del establecimiento.

2.5. Enfermedades

Existen diferentes tipos de enfermedades que afectan a esta especie, pueden ser foliares, de raíz, corona y de sistema vascular. Las que suelen afectar a más plantas en la Argentina son las que se describen a continuación (INIA, s.f.):

Dentro de las de corona y raíz se incluyen:

La podredumbre húmeda o fitóftora, la corchosis y el complejo de podredumbres de corona y raíz o CPR.



Ilustración 11. Podredumbre de raíz en alfalfa. Fuente: Sanidad y Protección Vegetal (s.f.).

Dentro de las enfermedades de tallos y hojas pueden incluirse:

La antracnosis, el manchón foliar amarillo, la mancha ocular de la hoja, el mildiu, la viruela y la roya.



Ilustración 12. Roya en hojas de alfalfa. Fuente: Panorama Agro (s.f.).

La única enfermedad del sistema vascular que alcanza en Argentina cierto grado de importancia es:

La fusariosis.



Ilustración 13. Fusariosis en alfalfa. Fuente: Peterson (2018).

2.6 Valorización del cultivo

El estudio plantea un modelo de negocio poco convencional, debido a eso es importante que ambas partes obtengan un beneficio por el acuerdo más allá del económico ya que este puede ser negativo en el modelo planteado.

Para el dueño del establecimiento el valor agregado de esta propuesta será el de tener un suelo sano, con una buena estructura y rico en micro y macro nutrientes, llevando el beneficio a cultivos posteriores al de la pastura de alfalfa y para el tambero vecino el valor agregado será el de llevar un seguimiento cercano del alimento de las vacas, su proceso de crecimiento, la elección del momento de corte, su estado y su calidad ya que el alimento impacta directamente en el de la producción de leche.

Por otra parte, este estudio busca plantear un negocio rentable, que es un punto esencial para la toma de decisiones, debido a esto la valorización de la alfalfa tendrá un precio que sea de conveniencia para ambas partes. Este se obtuvo de la diferencia que se puede capturar del precio que le sale al tambero comprar un mega fardo de alfalfa y traerlo hasta su establecimiento, menos el costo de confección del silo de alfalfa.

Del costo que le sale al propietario del establecimiento el cultivo se le suma un 30 % que son 0,08 dólares por kg/MS, al tambero la confección le cuesta 0,13 dólares por kg/MS el precio final al que le quedaría el kg/MS es de 0,203 dólares. Traer un mega fardo de Córdoba tiene un costo de 0,21 dólares por kg/MS, como resultado el precio final de la pastura compite con el del mega fardo.

Capítulo 3

3.1 Marco metodológico

3.1.1 Margen bruto ex – ante y ex – post

Medidas que permiten estimar el análisis de resultado económico de la actividad a realizar en el establecimiento.

El margen bruto ex – post será utilizado para visualizar las acciones sin las mejoras realizadas, como serían los gastos de implantación y mantenimiento de una pastura tradicional.

El margen bruto ex – ante se hará el mismo análisis, pero contemplando la mejora realizada y un rendimiento estimado por hectárea, con esto se proyecta la rentabilidad futura.

Luego de realizar los cálculos ex – post y ex ante se podrá realizar una comparación entre los resultados tradicionales y los proyectados con la mejora.

3.1.2 ROI

El cálculo del ROI será utilizado para evaluar el desempeño financiero específicamente de la inversión realizada. Expresando cuándo las ganancias generadas se traducen en beneficios netos luego de considerar los costos asociados

$$ROI(\%) = \frac{\text{ingreso adicional} - \text{inversión inicial}}{\text{inversión inicial}} \times 100$$

Para lograr saber el ingreso adicional se calcula el aumento de rinde tn/ha que se produjo con la mejora para así llevar el valor en dólares.

Capítulo 4

4.1 Margen bruto ex – post

Tabla 1. Gasto de implantación — manejo tradicional (ex – post).

Observación	Insumo/Servicio	Tipo	Ha	Unid./Dosis	Precio unit.	Total s/arrend.	Actividad
Siembra directa fertilizando, Round Up Top, Perdure, Select, Breck True MSO Max	Round Up Top	Herbicidas	98	180	4,84	871,308	Implantación, pastura
Siembra directa fertilizando, Round Up Top, Perdure, Select, Breck True MSO Max	Select Plus	Herbicidas	98	48	8,76	420,528	Implantación, pastura
Siembra directa fertilizando, Round Up Top, Perdure, Select, Breck True MSO Max	Perdure	Herbicidas	98	37	18,5	684,5	Implantación, pastura
Siembra directa fertilizando, Round Up Top, Perdure, Select, Breck True MSO Max	Break Thru MSO Max	Humectantes	98	22	11,46	252,076	Implantación, pastura
Siembra directa fertilizando, Round Up Top, Perdure, Select, Breck True MSO Max	Pulverización con corte	Pulverización	98	98	6,07	595,3304	Implantación, pastura
Disco + rastra + rolo	Disco doble + rastra + rolo	Roturación	98	98	50,02	4902,2246	Implantación, pastura
Siembra directa fertilizando, Alfalfa, Nutrizinc	Disco doble + rastra + rolo	Roturación	98	98	50,02	4902,2246	Implantación, pastura
Siembra directa fertilizando, Alfalfa, Nutrizinc	Alfalfa	Semillas	98	1700	13,36	22711,49	Implantación, pastura
Siembra directa fertilizando, Alfalfa, Nutrizinc	Nutri Zinc	Fertilizantes	98	13000	0,80	10453,3	Implantación, pastura
					TOTAL:	45792,98	TOTAL ha: 467,28

Tabla 2. Gasto de mantenimiento — manejo tradicional (ex – post), a partir del segundo año.

Observación	Insumo/Servicio	Tipo	Ha	Unid./Dos is	Precio unit.	Total s/arrend.	Actividad
Pulverización mantenimiento	Venceweed Extra	Herbicidas	98	0,94	12,88	1186,57	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Brodal	Herbicidas	98	0,12	34,97	411,23	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Preside	Herbicidas	98	0,25	30,00	735,00	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Select Plus	Herbicidas	98	0,84	8,76	721,21	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Break Thru MSO Max	Humectantes	98	0,33	11,46	370,55	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Pulverización con corte	Pulverización	98	1	5,94	582,38	Mantenimiento, pastura
Pulverización kier, breack thru mso max	Kier	Insecticidas	98	1,01	7,30	722,83	Mantenimiento, pastura
Pulverización kier, breack thru mso max	Break Thru MSO Max	Humectantes	98	0,23	11,46	258,26	Mantenimiento, pastura
Pulverización kier, breack thru mso max	Pulverización con corte	Pulverización	98	1	6,15	602,22	Mantenimiento, pastura
Pulverización amicor, breack thru mso max	Coragen	Insecticidas	98	0,03	140	411,60	Mantenimiento, pastura
Pulverización amicor, breack thru mso max	Break Thru MSO Max	Humectantes	98	0,22	11,46	247,03	Mantenimiento, pastura
Pulverización amicor, breack thru mso max	Pulverización con corte	Pulverización	98	1	6,07	595,33	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	Fertilización voleo		98	0	15	0,00	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	Azufertil		98	0	0,3	0,00	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	Dolomita		98	0	0,29	0,00	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	PMA		98	0	0,8	0,00	Mantenimiento, pastura
					TOTAL:	6844,22	TOTAL ha: 69,84

Tabla 3. Resumen de actividades — manejo tradicional (ex – post).

Actividad	Gasto por actividad	Hectárea s	Gasto/ha	Amortización	Gasto	Interés
Gasto corrección	0	98	0,00	0,00		
Gasto de implantación	45792,98	98	467,28	93,46		
Gasto de mantenimiento	6844,22	98	69,84		69,84	8,16

Tabla 4. Costo unitario (C: G+A+I) — manejo tradicional (ex – post).

C: G+A+I	
Costo USD/Ha	171,46
Producción kg MS/ha	7000
Costo DLS/kg MS	0,024
Valor de picado (pesos)	321,43
Valor de picado (dólar)	0,28

Tabla 5. Cosecha y margen bruto — manejo tradicional (ex – post).

Cosecha	
Rinde / ha	7000
Precio USD / kg MS	-0,07
Ingreso bruto en USD por ha	-490
Costos directos	171,46
MARGEN BRUTO	-661,46

4.2 Margen bruto ex – ante

Tabla 6. Gasto de implantación — manejo propuesto (ex – ante).

Gastos de implantación	
TOTAL	45792,98
TOTAL ha	467,28

Tabla 7. Gasto de mantenimiento — manejo propuesto (ex – ante), a partir del segundo año.

Observación	Insumo/Servicio	Tipo	Ha	Unid./Dosis	Precio unit.	Total s/arrend.	Actividad
Pulverización mantenimiento	Venceweed Extra	Herbicidas	98	0,94	12,88	1186,57	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Brodal	Herbicidas	98	0,12	34,97	411,23	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Preside	Herbicidas	98	0,25	30,00	735,00	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Select Plus	Herbicidas	98	0,84	8,76	721,21	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Break Thru MSO Max	Humectantes	98	0,33	11,46	370,55	Mantenimiento, pastura
Pulverización mantenimiento	Pulverización con corte	Pulverización	98	1	5,94	582,38	Mantenimiento, pastura
Pulverización kier, breack thru mso max	Kier	Insecticidas	98	1,01	7,30	722,83	Mantenimiento, pastura
Pulverización kier, breack thru mso max	Break Thru MSO Max	Humectantes	98	0,23	11,46	258,26	Mantenimiento, pastura
Pulverización kier, breack thru mso max	Pulverización con corte	Pulverización	98	1	6,15	602,22	Mantenimiento, pastura
Pulverización amicor, breack thru mso max	Coragen	Insecticidas	98	0,03	140	411,60	Mantenimiento, pastura
Pulverización amicor, breack thru mso max	Break Thru MSO Max	Humectantes	98	0,22	11,46	247,03	Mantenimiento, pastura
Pulverización amicor, breack thru mso max	Pulverización con corte	Pulverización	98	1	6,07	595,33	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	Fertilización voleo		98	1	15	1470,00	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	Azufertil		98	160	0,3	4704,00	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	Dolomita		98	750	0,29	21315,00	Mantenimiento, pastura
Fertilización voleo	PMA		98	200	0,8	15680,00	Mantenimiento, pastura
					TOTAL:	50013,22	TOTAL ha: 510,34

Tabla 8. Mejoras — manejo propuesto (ex – ante).

Tipo	Insumos/Servicios	Total
Análisis	Análisis de Ca, Mg, Na	173,1348
	Análisis de cap. intercambio cationes	420,0063
	Análisis de MO	97,2528
	Análisis de N	51,1412
	Análisis de pH	122,4576
Fertilización	Fertilización al voleo	167,4402
Fertilizantes	Azufertil	2100
	Granucal (dolomita)	19174,368
Roturación	Disco doble + rastra + rolo	16793,9268
	Paratil	12991,5268
Total general		66733,3545

Tabla 9. Inversión — manejo propuesto (ex – ante).

Inversión	USD Total
Análisis	\$ 1.031,43
Fertilización	\$ 2.100,00
Fertilizantes	\$ 33.816,47
Roturación	\$ 29.785,45
Total general	\$ 66.733,35
USD/ha	\$ 680,95
Amortización a 5 años (680,95 / 5)	136,16

Tabla 10. Resumen de actividades — manejo propuesto (ex – ante).

Actividad	Gasto por actividad	Hectáreas	Gasto/ha	Amortización	Gasto	Interés
Gasto corrección	66733,35	98	680,95	136,19		
Gasto de implantación	45792,98	98	467,28	93,46		
Gasto de mantenimiento	50013,22	98	510,34		510,34	37,00

Tabla 11. Costo unitario (C: G+A+I) — manejo propuesto (ex – ante).

C: G+A+I	
Costo USD/Ha	776,98
Producción kg MS/ha	15000
Costo DLS/kg MS	0,052
Valor de picado (pesos)	150
Valor de picado (dólar)	0,13

4.3 ROI

DATOS		
Incremento en el rinde	8.000 kg MS/ha	
Precio de venta por kg/MS	0,08	
Superficie	98 ha	
Inversión realizada	680,95 ha	Total: 66.733,35
Amortización (/5 años)	136,19 ha	Total: 13.346,62
CÁLCULO DE INGRESO ADICIONAL		
Ingreso adicional = incremento total en el rendimiento × precio de venta por kg/MS		
Ingreso adicional	784.000 kg MS × 0,08 USD	
Ingreso adicional	62.720	

1. ROI TOTAL.

$$\text{ROI (\%)} = [(62.720 - 66.733,35) / 66.733,35] * 100$$

$$\text{ROI} = - 6,01\%$$

2. ROI AMORTIZADO.

$$\text{ROI (\%)} = [(62.720 - 13.346,62) / 13.346,62] * 100$$

$$\text{ROI} = 369,93\%$$

Capítulo 5

5.1 Conclusión

Los resultados obtenidos respaldaron la posibilidad de lograr el objetivo general del estudio, los rendimientos de las pasturas que se pueden lograr cuando se genera un ambiente favorable para el cultivo mediante el cuidado del suelo, demuestran, a través de los análisis económicos que el proyecto es rentable. Ya que comparando el margen bruto ex – post con el ex – ante se puede apreciar que, aunque los gastos sean mayores en la pastura con las mejoras realizadas al tener un mayor volumen de materia seca los costos se reducen y el resultado es aceptable.

En cuanto a la inversión realizada se puede apreciar, contemplando la amortización, de la mejora en el periodo que dura el cultivo el resultado es rentable, ya que se invirtieron 680,95 USD por hectárea amortizados a 5 años son 136,19 USD por hectárea generando un aumento de 8000 kilogramos de materia seca por hectárea anuales, dejando el rendimiento total por hectárea en 15.000 kilogramos de materia seca dando como resultado ingresos adicionales de 640 USD por hectárea. El cálculo de retorno de inversión (amortizado) dio como resultado 369,93%, esto significa que por cada dólar invertido se generó 3,70 USD, este número valida la inversión en la mejora.

Cabe destacar, a su vez, la importancia de un costo oculto que no se analizó económicamente: la reposición de micro y macronutrientes y el cuidado de la estructura del suelo, los cuales afectarán a cultivos posteriores a esta pastura de manera positiva. Esto lo vuelve invaluable y un punto clave del presente estudio.

Bibliografía

- García, F., & Michelena, R. (2002). *Encalado*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Google LLC. (2024). *Google Earth* [Imágenes satelitales]. <https://earth.google.com>
- Gudelj, V. J. (2022). *Evaluación del encalado sobre la acidez del suelo y el rendimiento de los cultivos*. INTA Marcos Juárez.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (s.f.). *Enfermedades de la alfalfa*. <https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-06/111219240807135200-Basigalup-p39-144.pdf>
- Panorama Agro. (s.f.). *Roya en alfalfa*. <https://panorama-agro.com/?p=3409>
- Peterson, P. (2018). [Póster sobre enfermedades de alfalfa]. North American Alfalfa Improvement Conference. https://www.naaic.org/Meetings/National/2018meeting/Presentations/Peterson_Poster.pdf
- Rossanigo, R. O., Spada, M. del C., & Bruno, O. A. (1995). *Cultivares de alfalfa, grados de reposo y panorama varietal*. INTA San Juan.
- Sanidad y Protección Vegetal. (s.f.). *Gomosis de la alfalfa*. <https://sanidadyproteccionvegetal.com/gomosis-de-la-alfalfa/>