



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo Final Presentado para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo

*Evaluación de la influencia y del comportamiento del
“Achaparramiento” sobre la alfalfa*

Director: Ing Agr (Ph.D.) Sergio Lenardon

Codirectora : Ing Agr (Dra.) Adriana Marinelli

AUTOR: MARCELO IGNACIO PERASSI

Año 2016 – Río Cuarto – Córdoba

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por iluminarme durante este trabajo y por permitir finalizar con éxito.

A mi familia porque me brindaron su apoyo tanto moral y económico para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor y ser orgullo para ellos y de toda la familia

Al prestigioso plantel educativo que forma parte de la facultad de agronomía que me brindaron su conocimiento y me dieron la oportunidad de superación.

Un agradecimiento singular debo a los profesores Sergio Lenardon y Adriana Marinelli que me ha orientado, apoyado y corregido en mi labor científica con un interés y una entrega que han sobrepasado, con mucho, todas las expectativas que, como alumno, deposité en su persona.

MUCHAS GRACIAS

INDICE GENERAL

Página

Agradecimientos.....	1
Resumen.....	5
Summary.....	6
Introducción.....	7
Hipótesis.....	16
Objetivo general.....	17
Materiales y Métodos.....	18
Resultados y discusión.....	20
Conclusiones.....	40
Bibliografía.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – flor de la alfalfa.....	7
Figura 2 - vaina de la alfalfa.....	7
Figura 3 - Estructura de plata de alfalfa.....	8
Figura 1: Acortamiento de entrenudos, deformación y abolladuras foliares en alfalfa.....	14
Figura 2 - Variable número de plantas sanas y enfermas vs Fecha de muestreo (I).....	21
Figura 6 - Variable número de plantas sanas y enfermas vs Fecha de muestreo (II).....	23
Figura 7- Evolución de la incidencia según diferentes fechas de muestreo.....	26
Figura 3 – Evolución del peso total de plantas sanas y enfermas según fecha de muestreo.....	27
Figura 4 - Variable Peso total de plantas sanas y enfermas vs Fecha de muestreo.....	29
Figura 5– Curva de Producción anual de forraje característica de la zona.....	33
Figura 11 - Producción plantas sanas en la experiencia vs Fecha de muestreo.....	33
Figura 12 – Producción plantas enferma en la experiencia vs Fecha de muestreo.....	34
Figura 13 – Peso de hojas sanasy enfermas vs fecha de muestra.....	36
Figura 14 - Peso de tallos sanos y enfermos vs fecha de muestra.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1 – Resultados.....	20
Tabla 2 - Test a Posteriori sanas según fecha de muestreo.....	22
Tabla 3 - Test a Posteriori enfermas según fecha de muestreo.....	22
Tabla 4 - Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (I).....	24
Tabla 5 - Incidencia de la enfermedad según fecha de muestreo.....	25
Tabla 6 – Test a Posteriori plantas sanas según fecha de muestreo.....	28
Tabla 7 - Test a Posteriori plantas enfermas según fecha de muestreo	28
Tabla 8 - Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (II).....	30
Tabla 9 - Porcentaje de superioridad de plantas sanas vs plantas enfermas.....	31
Tabla 10 - Porcentaje de superioridad de plantas sanas corrigiendo error.....	31
Tabla 11 - Comparación producción plantas sanas y enfermas.....	35
Tabla 12 - Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (III)....	37
Tabla 13 - Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (IV)....	39

RESUMEN

El “Achaparramiento” de la alfalfa, causado por un complejo viral, es actualmente una de las principales enfermedades de la alfalfa, por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar la influencia de esta enfermedad sobre la producción de forraje durante un período de crecimiento del cultivo. El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (CAMDOCEX) de la Universidad Nacional de Río Cuarto, situado sobre ruta 36, km 601, Río Cuarto, Córdoba. Su ubicación geográfica es 33° 07' S, 64° 14' W y 421 m.s.n.m. En una parcela de alfalfa del cv. Sureña del grupo 9 implantada en marzo del 2009 donde se detectó previamente la presencia del “Achaparramiento” de la alfalfa. El trabajo consistió en el seguimiento de la pastura realizando las evaluaciones pertinentes previas a cada corte de la misma, durante el ciclo de estudio se efectuaron cuatro cortes correspondientes a las fechas de 6/10/11, 2/12/11, 9/1/12, y 15/03/12. Las evaluaciones consistieron en medir la cantidad de plantas sanas y enfermas comprendidas dentro de un aro de un cuarto de metro cuadrado efectuando 20 mediciones con un muestreo sistemático según un diseño en W para cada corte. Posteriormente se midió la producción de materia seca en plantas enfermas o sanas, separando tallos de hojas, para su secado y pesado de manera independiente. A partir de las dos variables medidas (número de plantas y peso seco de plantas) se analizó la evolución de los valores obtenidos a lo largo de los 4 momentos de muestreo y se realizó una comparación entre las sanas y enfermas para cada fecha. Se determinó al final del estudio que las plantas enfermas produjeron menos materia seca que las sanas, y que la producción de ambas es diferente de acuerdo a las condiciones meteorológicas existentes. Además se observó que durante el ciclo del cultivo estudiado no se registraron nuevas infecciones, pero si un agravamiento de los síntomas en las plantas infectadas con anterioridad derivando en la muerte de muchas de ellas.

Palabras claves: Alfalfa, *Medicago sativa* L, *Alfalfa dwarf virus* (ADV); *Alfalfa mosaic virus* (AMV).

SUMMARY

The "stunt" of alfalfa, caused by a viral complex, is currently one of the major diseases of alfalfa, so the purpose of the report was to evaluate the influence of this disease for a period of crop growth.

The study was conducted at the Experimental Station of the Faculty of Agriculture and Veterinary (CAMDOCEX) of the National University of Río Cuarto, located on Route 36, km 601, Río Cuarto, Córdoba. Its geographical location is 07°S 33°, 64° and 421 14' W m.s.n.m. On a plot of alfalfa cv. Southern Group 9 established in March 2009 where the presence of "stunt" alfalfa previously detected.

The work consisted of following pasture performing prior to each cut in the same relevant assessments during the study cycle four cuts corresponding to the dates of 6/10/11, 2/12/11, 9/1 were made / 12 and 15/03/12.

The evaluations consisted of measuring the amount of healthy and diseased plants included within a ring of a room 20 square meter performing measurements according to a systematic sampling design W for each cut. Subsequently the production of dry matter in sick or healthy plants was measured, separating stems of leaves, for dried and weighed independently.

From the two measured variables (number of plants and plant dry weight) the evolution of the values obtained over the 4 sampling times and a comparison between healthy and diseased for each date was done was analyzed.

It was determined at the end of study diseased plants produced less dry matter than healthy, and that production of both is different according to the prevailing weather conditions. In addition, it was observed that during the crop cycle studied no new infections were reported, but a worsening of symptoms in infected plants previously resulting in the death of many of them.

Key words: : Alfalfa, *Medicago sativa* L, *Alfalfa dwarf virus* (ADV); *Alfalfa mosaic virus* (AMV).

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) pertenece a la Familia de las Leguminosas y es considerada la especie vegetal forrajera más antigua que se conoce en el mundo (Bariggi y Romero, 1980).

CARACTERÍSTICAS

En cuanto a las características morfológicas de esta especie se destacan que posee una raíz de tipo pivotante, la base de sus tallos se unen formando una estructura denominada “corona tipo leñosa” donde se ubican yemas de renuevo o accesorias. Sus flores son violáceas o blancas y su fruto es una vaina inerme en forma de espiral (Figuras 1 y 2). (Bariggi y Romero, 1980).



Figura 7- Flor de la alfalfa



Figura 6 - Vaina de la alfalfa

El crecimiento de la alfalfa tiene características particulares, dentro de las cuales sobresale su "perennidad". En alfalfas establecidas, el primer crecimiento se inicia a partir de las yemas ubicadas en la corona, y en crecimientos posteriores se suma el crecimiento de los tallos provenientes de las yemas axilares ubicadas en tallos remanentes (Bariggi y Romero, 1980).

En la Figura 3 se puede observar la estructura completa de la planta de alfalfa.



Figura 8-Estructura de planta de alfalfa

IMPORTANCIA DE LA ESPECIE

La alfalfa es un recurso fundamental para la producción agropecuaria en las regiones templadas del mundo. Su calidad nutritiva, producción de forraje, hábito de crecimiento, perennidad, plasticidad y capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, la convierten en una especie esencial para muchos sistemas de producción agropecuaria. Los sistemas intensivos a corral incluyen en la dieta animal a este forraje cosechado y procesado, mientras que los pastoriles la utilizan en pastoreo directo (Zubizarreta, 1992).

En la mayoría de las regiones de la Argentina donde las producciones de leche y carne son relevantes, esta especie forrajera es básica para la alimentación del ganado (Chimicz, 1988). Sin embargo, la dimensión real de su valor surge cuando se considera, el rol de esta leguminosa en la

sustentabilidad de los sistemas de producción, por su función en la recuperación de la fertilidad y estabilidad edáfica (Panigatti, 1992).

Es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mejorar la ganancia en peso o el rendimiento en producción individual de leche. Además constituye la base de la oferta forrajera como un forraje de calidad, que es posible cosecharlo y conservarlo como reserva forrajera, reduce costos variables, aumenta la estabilidad de producción, y bien manejado, no extrae del sistema uno de los recursos más escasos, como es el nitrógeno edáfico, sino que, por el contrario, incorpora materia orgánica y recupera fertilidad del suelo (Baldock *et al*, 1981).

EL CULTIVO

La superficie cubierta por alfalfa en pasturas puras y asociadas con gramíneas en el país es variable y su determinación ambigua. Los precios de los productos agropecuarios (carne, leche y granos) tienen el mayor efecto sobre el aumento o disminución de dicha superficie. Sin embargo, de acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria, existen unas 4 millones de hectáreas implantadas en la región pampeana argentina constituyéndose así después de la soja como el segundo cultivo en orden de importancia, en cuanto a superficie en nuestro país. Con respecto a la distribución provincial, Buenos Aires es la provincia con mayor superficie implantada participando con el 46% del área total sembrada anualmente, seguida por Córdoba (23%), Santa Fe (16%), La Pampa (11 %) y Entre Ríos (4 %) (Encuesta Nacional Agropecuaria 2010).

CONDICIONES ÓPTIMAS DE CULTIVO

Analizada la importancia del cultivo de alfalfa en los sistemas productivos pampeanos, es de gran interés conocer cuáles son las condiciones óptimas para el normal desarrollo cultivo bajo las cuales se logran los mejores rendimientos (Dardanelli y Collino 2007):

- Amplio periodo libre de heladas.
- Climas templados a templados-cálidos con alta luminosidad.
- Reducida humedad atmosférica.
- Temperaturas medias de 25°C.

Exigencia de agua

La disponibilidad de agua es el factor limitante para la producción de forraje de alfalfa. La principal fuente de suministro de agua es la lluvia, aunque en algunos casos habrá que considerar el aporte de la napa freática (el sistema radical de alfalfa puede utilizar el agua hasta 6 m de profundidad). Para lograr producciones aceptables se necesitan precipitaciones de 650 mm/anales y/o aporte de napas freáticas (Dardanelli y Collino 2007).

La alfalfa tiene un alto coeficiente de transpiración, es decir presenta una baja eficiencia de conversión de agua en materia seca y requiere alrededor de 850 lts de agua por kg de materia seca (MS) formada, (Jarsum, 1996), pudiendo variar según las estaciones del año de acuerdo a la demanda evaporativa (Ochoa, 1997).

Exigencias de suelo

El cultivo se adapta a diferentes condiciones de suelo siendo los más aptos los de textura franca. Una condición importante es que tengan buen drenaje y que sean lo suficientemente profundos para permitir un normal desarrollo radicular. La especie no prospera satisfactoriamente cuando existe algún impedimento en el perfil que pueda restringir su desarrollo. Los impedimentos pueden ser de tipo: mecánico (tosca, horizontes densos), físico (falta de aireación, exceso de humedad, saturación temporaria por la napa freática) o químico (acidez, alcalinidad elevada). Estos factores no sólo disminuyen la producción sino también la persistencia, ya que las plantas están imposibilitadas de acumular reservas suficientes para un aprovechamiento intensivo (Culot, 1986).

Exigencia de pH

El pH óptimo del suelo para permitir una buena implantación y persistencia, junto a una mayor actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno, es de 6,7-6,9; a su vez, en ese rango se encuentran disponibles para las plantas los nutrientes necesarios existentes en el suelo (Jarsum, 1996);

La alfalfa es medianamente resistente a la salinidad, ya que tolera suelos con conductividad eléctrica de hasta 8 dSm/m, pero a costa de una reducción significativa de su producción (50%). (Culot, 1986).

Exigencia de nutrientes

Con respecto a los nutrientes, existe una demanda continua que varía de acuerdo al ritmo de crecimiento y a la estación, siendo mayor cuando se produce el pico de producción (Romero *et al*, 1995).

La alfalfa es muy sensible al anegamiento, sobre todo de aguas estancadas. Esto limita la oxigenación a nivel radicular, provocando los mayores daños en estado de plántula y con altas temperaturas. Las plantas adultas son algo más tolerantes, siempre que la temperatura del suelo no sea elevada y el tiempo no sea prolongado (Culot, 1986).

Situaciones de napas freáticas fluctuantes cercanas a superficie que oscilan entre al 1 y 1,5 de profundidad y con una salinidad por arriba de los 5 dSm/m de conductividad eléctrica, representan valores críticos que limitan la producción y la persistencia de los alfalfares (Ochoa, 1980).

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

Dentro de los factores bióticos adversos que afectan la producción de la alfalfa en Argentina se han determinado una gran cantidad de enfermedades que causan pérdidas de productividad y persistencia del cultivo. Más de 25 micosis han sido descritas y caracterizadas, aunque sólo unas 10 adquieren significancia económica con alguna frecuencia (Hijano y Pérez Fernández, 1995).

Las enfermedades de la alfalfa pueden agruparse según la parte de la planta que afectan y se clasifican en tres grandes grupos:

De la corona y raíz

Las enfermedades de la corona y raíz, al ocasionar lesiones en estos tejidos, reducen la capacidad de absorción, de anclaje, de fijación simbiótica del nitrógeno y de almacenamiento de reservas. Entre las más importantes enfermedades de corona y raíz detectadas pueden mencionarse la “podredumbre húmeda” o “fitóftora” (*Phytophthora megasperma sp. medicaginis*), la “corchosis” (*Xylaria sp.*) y el “complejo de podredumbre de corona y raíz” o CPCR (varios patógenos), entre los que se han aislado: *Fusarium oxysporum sp. medicaginis*; *F. solani*; *F. roseum*; *Rhizoctonia solani*; *Phoma sp* etc. (Hijano y Pérez Fernández, 1995).

Del sistema vascular (marchitamientos)

Las enfermedades del sistema vascular o “marchitamientos” afectan el xilema, el principal medio de transporte de agua en la planta y conducen generalmente a la muerte de las mismas, en consecuencia disminuyen significativamente la producción del alfalfar. La principal enfermedad del sistema vascular que en la Argentina alcanza cierto grado de importancia es la “fusariosis” (*Fusarium oxysporum sp. medicaginis*) (Hijano y Pérez Fernández, 1995).

Del follaje (tallos y hojas)

Por lo general, las enfermedades foliares no ocasionan la muerte de la planta pero reducen el rendimiento, y la calidad del forraje. Dentro de las principales enfermedades fúngicas que afectan el follaje, pueden citarse a la “mancha ocular de la hoja” (*Leptosphaerulina briosiana*), el “manchón foliar amarillo” (*Leptotrochila medicaginis*), el “mildiu” (*Peronospora rifoliorum*), la “viruela” (*Pseudopeziza medicaginis*) y la “roya” (*Uromycesstriatus var medicaginis*). También se encuentra la “antracnosis” (*Colletotrichum trifolii*), que produce manchas en tallos (Hijano y Pérez Fernández, 1995).

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

Dentro de los factores bióticos referenciados sobre alfalfa, las virosis pueden representar una seria amenaza ya que modifican la cantidad y la calidad de los cortes para henos y fundamentalmente reducen significativamente la población de plantas, disminuyendo la productividad en los lotes afectados. Dentro de las virosis caracterizadas en nuestro país han adquirido relevancia económica las siguientes:

“Mosaico de la alfalfa”

El mosaico de la alfalfa es causado por el *Alfalfa mosaic virus* (AMV). El síntoma más típico que se observa es la aparición de mosaico de forma variable y de un color amarillo intenso, alternadas con el color verde normal de las hojas (Hijano y Pérez Fernández, 1995).

El AMV puede transmitirse de una planta infectada a su propia descendencia a través de la semilla, ya sea infectando su polen o sus óvulos. Además, puede transmitirse por insectos vectores cuando éstos se alimentan de una planta infectada y posteriormente de otra sana, adquiriendo el virus en la primera y portándolo e infectando a la segunda. Los pulgones transmiten en forma no persistente por lo que la transmisión puede ser muy rápida y efectiva (Hijano y Pérez Fernández, 1995).

Las consecuencias directas de la infección de la alfalfa por AMV son varias. Por un lado, puede reducir considerablemente la producción de semilla y la capacidad de germinación de las mismas. Por otro lado, la infección por AMV disminuye el grado de nodulación y por tanto, su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico.

Otras consecuencias son que se reduce el crecimiento de las raíces, se acumulan menores contenidos de proteína bruta en las plantas, aumentando además su susceptibilidad a las heladas y condicionando su supervivencia durante el invierno en aquellas zonas de clima riguroso (Hijano y Pérez Fernández, 1995).

“Achaparramiento de la alfalfa”

En los últimos años se ha observado daños crecientes de una nueva enfermedad viral que no ha sido citada con anteriormente en el país, ni en Sudamérica (Lenardon, 2010).

La enfermedad se caracteriza por un acortamiento severo de entrenudos y achaparramiento de la plantas, reducción de folíolos con deformaciones (abolladuras), lamina foliar con moteado suave, verde pálido-amarillento en los bordes, folíolos curvados hacia debajo de consistencia carnosa/engrosada (coriáceas), aclaramientos de nervaduras primarias y secundarias. También, las hojas afectadas presentan enaciones (verrugas) de diversas formas y tamaño en el envés de las hojas, sobre nervaduras primarias y secundarias. Estas verrugas adoptan distintas configuraciones, desde tipo rosario (pequeñas protuberancias) una al lado de otra, hasta prominentes y con deformaciones notables tipo quilla o uña de gato (Lenardon, 2010) (Figura 4).



Figura 9: Acortamiento de entrenudos, deformación y abolladuras de tejidos foliares en alfalfa.

La reducción de crecimiento (achaparramiento) y el enrollado de las hojas provocan disminuciones significativas en la producción de forraje y de manera paulatina, pérdidas en la densidad de las plantas debido a la debilidad de los rebrotes y competencia con malezas (Lenardon, 2010).

Por mucho tiempo se confundió este problema con los efectos ocasionados por los ataques de distintas especies de áfidos (pulgones) sobre este cultivo, por la similitud de los síntomas. Actualmente se está en condiciones de afirmar que el causante de estas alteraciones en alfalfa es un complejo de varios virus transmitidos por pulgones entre los que se destacan: *Alfalfa dwarf virus* (ADV); *Alfalfa mosaic virus* (AMV). El primer patógeno es un Rhabdovirus no descrito previamente en el país ni en Sudamérica (Bejerman *et al.*, 2011)

Según un estudio realizado recientemente por técnicos de INTA en donde, analizándose tejidos de plantas sintomáticas, con la utilización de técnicas serológicas, moleculares y de microscopía electrónica la enfermedad fue detectada en diversos lotes de las provincias de La Pampa, Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires y Santiago del Estero, y está presente en la actualidad con una prevalencia cercana al 90% en los lotes de alfalfa evaluados (Pérez Fernández, 2010).

Estimaciones preliminares indican que las pérdidas anuales estimadas de forraje en todo el país a causa de la enfermedad, sobre el área implantada con alfalfa, podrían alcanzar valores que llegarían a las 10.440.000 t de materia seca (MS), si la disminución de rendimiento se expresara en producción de carne y leche y asumiendo una alfalfa con 65% de digestibilidad y un contenido energético de 2,34 Mcal EM/Kg de materia seca los 10.440.000 t de MS/año significarían pérdidas de producción anuales de 1.044.000 t de carne (calculando que 1 kg de peso vivo insume 10 kg MS) y 11.668.235 litros de leche (considerando que por cada 17 kg de MS una vaca produce 19 litros de leche) (Basigalup, 2010).

HIPÓTESIS

“La enfermedad denominada Achaparramiento de la alfalfa, causada por un complejo viral, afecta la producción de forraje del cultivo.”

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar aspectos epidemiológicos de la enfermedad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la incidencia de la enfermedad durante un ciclo del cultivo.
- Determinar el efecto de la virosis sobre la producción de forraje.
- Evaluar la evolución de la enfermedad a lo largo del periodo de crecimiento del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo durante los meses de octubre-diciembre (2011) y enero – marzo (2012) en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (CAMDOCEX) de la Universidad Nacional de Río Cuarto, situado sobre ruta 36, km 601, Río Cuarto, Córdoba. Su ubicación geográfica es 33° 07`S, 64° 14`W y 421 m.s.n.m. En una parcela de alfalfa del cv. Sureña del grupo 9 implantada en marzo del 2009 donde se detectó previamente la presencia del “Achaparramiento” de la alfalfa. La parcela de alfalfa elegida tiene una superficie de 10 ha, cuyo suelo corresponde a un Haplustol típico franco arenoso muy fino.

Características de la región

La región posee un clima templado-subhúmedo, con un régimen de precipitaciones monzónico con lluvias concentradas en el período primavera-verano, con el 80% de las precipitaciones entre octubre y abril. La precipitación media anual oscila entre los 550 y 900 mm, siendo los meses de mayor precipitación diciembre y enero (130 mm/mes), mientras que julio y junio son los de menor precipitación (13 mm/mes). En esta zona hay alta frecuencia de ocurrencia de granizo.

La temperatura media anual es de 16 °C, siendo la media del mes más cálido enero (23°C) y la del mes más frío julio (9 °C). El período libre de heladas es de 256 días y se extiende desde mediados de septiembre a mediados de mayo.

El viento es un componente climático importante en la región, su dirección predominante es de noreste a sudoeste y las mayores velocidades se dan entre julio y noviembre.

TOMA DE MUESTRAS

Para cumplir con los objetivos planteados, el trabajo consistió en el seguimiento de la pastura realizando las evaluaciones pertinentes previas a cada corte de la misma, lo cual coincide con el estado de 10% de floración de la forrajera.

Determinado por las condiciones climatológicas durante el ciclo de estudio se efectuaron cuatro cortes correspondientes a las fechas de 6/10/11, 2/12/11, 9/1/12, y 15/03/12.

En la parcela se efectuó la medición de la incidencia de la enfermedad, y la determinación de la producción de forraje en cada unidad de muestreo. Para ello se realizó un muestreo sistemático según un diseño en W, cada unidad de muestreo fue determinada por el total de las plantas comprendidas dentro de un aro de un cuarto de metro cuadrado, con cinco unidades de muestreo por cada brazo de la W, efectuándose veinte estaciones de muestreo en total.

En cada estación de muestreo se estableció la cantidad de plantas sanas y enfermas. Posteriormente se midió la producción de materia seca en plantas enfermas o sanas, separando tallos de hojas, para su secado y pesado de manera independiente.

Luego de la toma y pesada de las muestras, los datos se colocaron en una tabla para sus análisis respectivos. Los análisis estadísticos a los que se recurrió son: en el caso de comparar 2 variables ejemplo, peso planta sana vs peso planta enferma, se llevo a cabo el test no paramétrico de Wilcoxon (para dos muestras independientes). Y en el caso de evaluar como fue la evolución de una variable, ejemplo (número de plantas sanas a lo largo de las fechas de muestreo) primero se realizo un test no paramétrico de Kruskal Wallis para verificar, que al menos uno de los datos presenta un efecto diferente, si es así se continua con un Test a Posteriori (también llamado test de a pares) y con esto se obtiene el nivel de diferencias entre los valores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla numero 1 se puede observar los resultados obtenidos, luego de la mediciones realizadas a campo, sobre la pastura de alfalfa.

Tabla 1 - Resultados

Fecha de Muestreo	Número de plantas sanas *	Número de plantas enfermas *	Peso seco de plantas sanas *		Peso seco de plantas enfermas *	
			Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
06/10/11	5,45	5,8	28,35	19,46	15,19	10,21
02/12/11	5,35	5,3	24,95	19,38	8,00	7,08
09/01/12	4,5	4,3	8,91	5,13	3,82	2,39
15/03/12	5,3	3,25	16,02	16,26	2,59	3,26

*Cada parámetro evaluado, como el *número* de plantas enfermas y sanas, los *pesos secos* de hoja y tallo, corresponden a una unidad de muestreo equivalente a un aro de cuarto de metro cuadrado. En el primer caso corresponden a número de plantas y en el segundo a gramos de materia seca. Los valores de cada fecha de muestreo son el promedio de veinte muestras tomadas al azar en cada fecha que se muestreo.

A partir de estos resultados se discutirá como fue la evolución de la enfermedad analizando dos variables:

- Variable número de plantas.
- Variable peso seco de plantas.

Para cada variable se analizó la evolución de los valores obtenidos a lo largo de los 4 momentos de muestreo y se hizo una comparación entre sanas y enfermas para cada fecha. Otros análisis que se realizó es: incidencia de la enfermedad, variación de la producción, y pérdida de la misma.

VARIABLE NÚMERO DE PLANTAS

Evolución del número de plantas

Para una mejor visualización de los datos obtenidos en la Tabla N°1, y facilitar un análisis exploratorio del comportamiento de la variable “Número de plantas”, se grafica la misma en función de los relevamientos realizados (Figura 5).

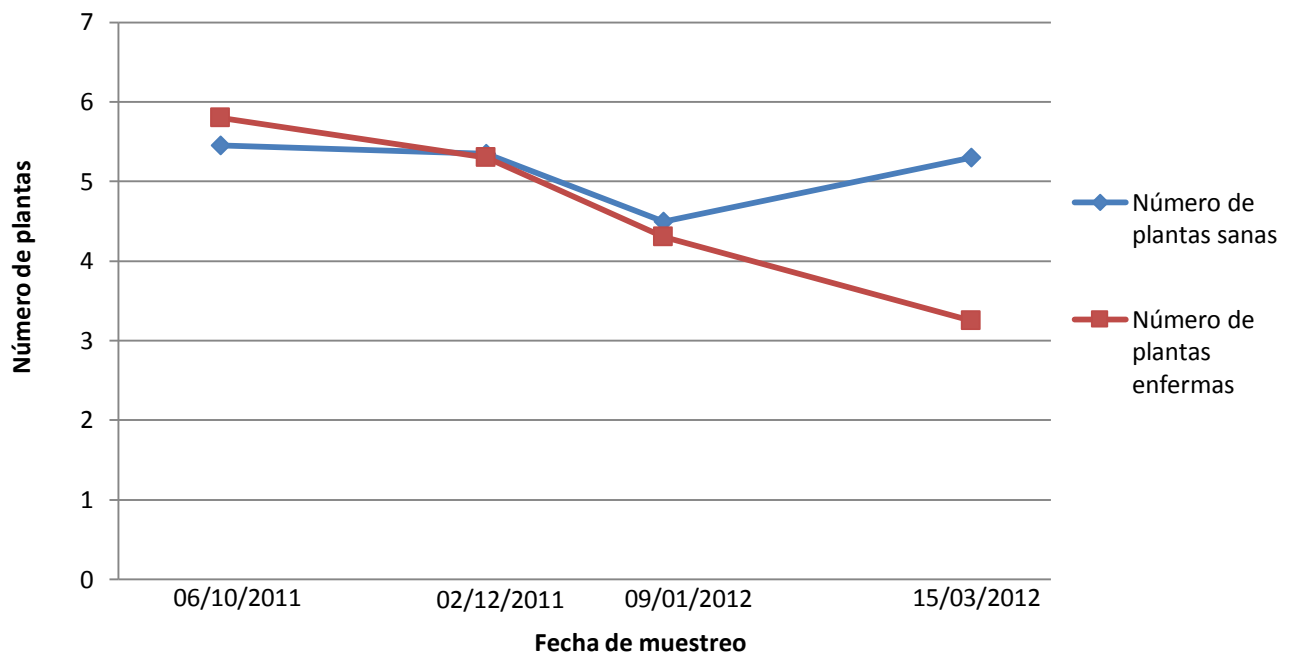


Figura 10 - Variable número de plantas sanas y enfermas vs Fecha de muestreo (I)

De acuerdo a lo observado en la Figura 5 se puede observar que la tendencia es la siguiente:

- En el caso de las *plantas sanas*, el número de plantas a lo largo de la experiencia se mantiene considerablemente estable. En el tercer muestreo se observa una leve disminución pero no es significativa.
- En el caso de las *plantas enfermas*, al contrario, se observa que si existe una disminución significativa de la variable “número de plantas” a lo largo del muestreo. Principalmente a partir de la tercera y cuarta fecha donde se observa una importante disminución en el número de individuos enfermos.

Para poder validar esta conclusión se realiza un análisis estadístico de los datos. Para ambas variables primero se realizó un test no paramétrico de Kruskal Wallis debido a que no se verifican los supuestos, y se comprobó que en ambos casos al menos una de las fechas presentaba un efecto diferente.

Luego se realizó un Test a Posteriori (también llamado test de a pares) y se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 2 y 3):

Tabla 2 - Test a Posteriori plantas sanas según fecha de muestreo

Fecha de muestra	Número de plantas sanas	
06/10/11	5,45	A
02/12/11	5,35	AB
09/01/12	4,5	B
15/03/12	5,3	A

Tabla N°3 - Test a Posteriori plantas enfermas según fecha de muestreo

Fecha de muestra	Número de plantas enfermas	
06/10/11	5,8	A
02/12/11	5,3	A
09/01/12	4,3	B
15/03/12	3,25	C

**Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Estos análisis estadísticos demuestran que en el caso de las *plantas sanas* los valores de la primera, segunda y cuarta fecha de recolección de muestras son similares entre si ya que no presentan diferencias significativas, lo mismo sucede entre entre la segunda y cuarta. Podrían considerarse diferencias entre el tercero comparado con el primero y el cuarto muestreo, pero la misma puede contemplarse como un error debido a que la toma de muestras se realiza totalmente al azar, concluyendo de esta manera que la variable número de *plantas sanas* se mantuvo constante.

En el caso de las *plantas enfermas*, en las dos primeras fechas la variable no muestra cambios significativos pero en la tercera y en la cuarta el relevamiento disminuye notablemente en forma significativa.

Con esto se puede concluir que durante el ciclo de cultivo analizado no se generaron nuevas infecciones que hubieran ocasionado una disminución en el stand de plantas sanas y un aumento del número de las enfermas, si se pudo observar un agravamiento de la enfermedad que derivó en la muerte de las plantas infectadas ocasionando esto la disminución del número de plantas enfermas.

Comparación de número de plantas sanas y enfermas

En la siguiente figura se grafican los mismos datos que la figura 5 pero en forma de barra, para visualizar mejor la diferencia entre plantas sanas y enfermas.

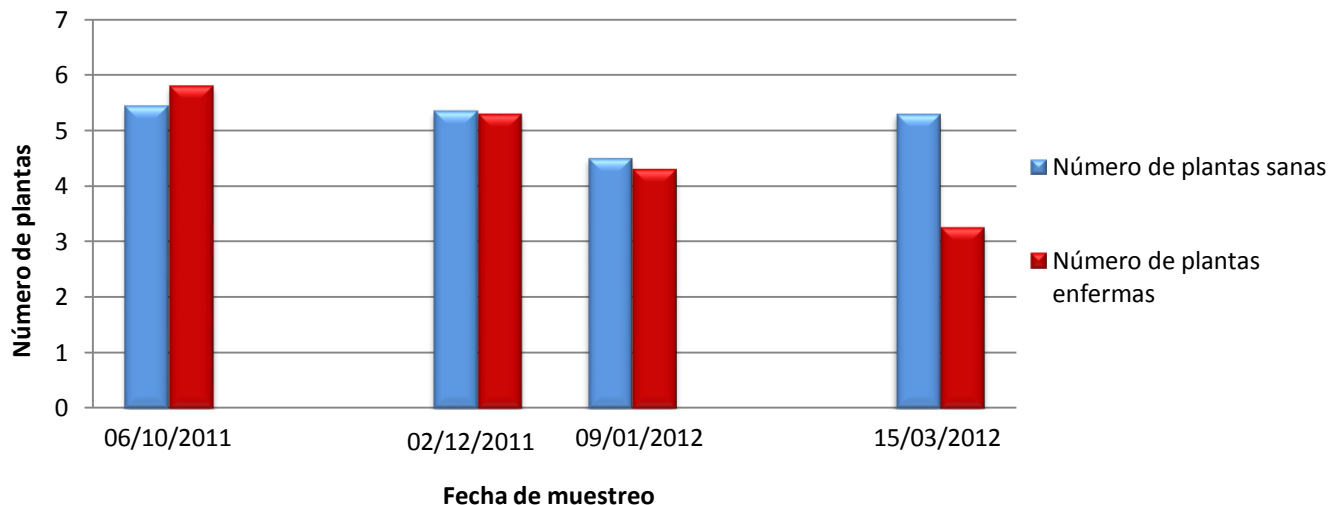


Figura 11 - Variable número de plantas sanas y enfermas vs Fecha de muestreo (II)

Se observa que únicamente en el primer relevamiento del día 06/10/2011 el número de plantas enfermas es levemente superior al número de plantas sanas, aunque esta diferencia no es significativa. En los demás relevamientos se observa que esto no ocurre y siempre el número de plantas sanas es superior al de enfermas, siendo esta diferencia en la última fecha del día 15/03/2012 muy significativa.

Para confirmar estas conjeturas, nuevamente se recurre a métodos de verificación estadística. En este caso se lleva a cabo el test no paramétrico de Wilcoxon (para dos muestras independientes). Se utiliza este método dado que la distribución en cada población (Relevamiento - Estado) no es simétrica. Los resultados se muestran en la tabla 4:

Hipótesis

H₀: No hay efecto debido al estado de la planta en el relevamiento 1, 2, 3,4

H₁: Hay efecto debido al estado de la plantas en el relevamiento 1,2, 3,4

Tabla N°4 - Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (I).

Relev	Clasif	Vble	G1	G2	n1	n2	RMedia1	Rmedia2	W	p(2 colas)
1,00	Estado	Nro. Plantas	E	S	20	20	22,55	18,45	451,00	0,2461
2,00	Estado	Nro. Plantas	E	S	20	20	21,90	19,10	438,00	0,4387
3,00	Estado	Nro. Plantas	E	S	20	20	20,4	20,53	409,50	0,9887
4,00	Estado	Nro. Plantas	E	S	20	20	11,90	29,10	238,00	<0,0001

Observando estos valores se concluye a nivel Inferencial que en el relevamiento 1, 2, y 3 no existen evidencias estadísticas para indicar que hay efecto debido al estado de la planta.

Por otra parte, en el relevamiento 4 (al igual de lo que se concluye a partir de la Figura 6) si existe evidencia estadística para indicar que existe diferencia entre los valores de número medio de plantas sanas y número medio de plantas enfermas.

Esta notable diferencia se da en el último periodo ya que, a raíz de lo explicado anteriormente, la enfermedad con el paso del tiempo ha causado severos daños en las plantas enfermas mientras que las plantas sanas se mantienen prácticamente igual, siendo los datos del último relevamiento quienes reflejan esta mayor diferencia.

Incidencia de la enfermedad

Comparar la variable número de plantas, en plantas sanas y enfermas en cada momento de muestreo tiene implicancia en el comportamiento de la incidencia de la enfermedad.

La misma refleja la proporción de individuos enfermos con relación al total y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Incidencia de la enfermedad} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas totales}} * 100$$

Los resultados obtenidos aplicando esta ecuación se observan a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5 - Incidencia de la enfermedad según fecha de muestreo

Fecha de muestreo	Porcentaje de incidencia	
06/10/11	51,55	A
02/12/11	49,76	A
09/01/12	48,86	A
15/03/12	38,01	B

Los valores de incidencia de la enfermedad para cada una de la fechas de muestreo se representa en forma grafica en la siguiente figura

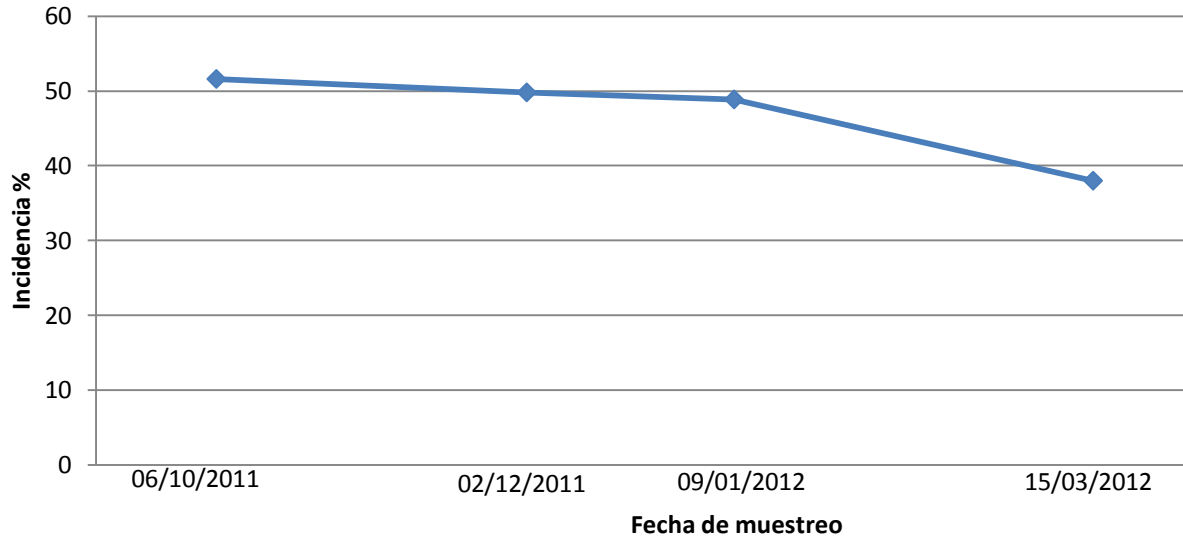


Figura 7- Evolución de la incidencia según diferentes fechas de muestreo.

Como se puede observar en la Figura 7, la incidencia se mantiene estable durante los tres primeros relevamientos con valores similares al 50%, en el último relevamiento se produjo una disminución de un 12% aproximadamente.

La evolución de la incidencia de la enfermedad se explica a partir de lo analizado en el punto anterior. En los tres primeros muestreos al observarse un valor similar entre el número de plantas sanas y plantas enfermas la incidencia toma un valor que ronda el 50%, y partir del último muestreo donde el número de plantas enfermas disminuye considerablemente la incidencia de la enfermedad se ve disminuida.

VARIABLE PESO SECO DE PLANTAS

Evolución del peso seco de plantas

En la Figura 8 que se presenta a continuación se grafica la variable “Peso seco de planta” sanas y enfermas vs fecha de muestreo. Cabe aclarar que el peso es el peso total, es decir la suma de tallos y hojas.

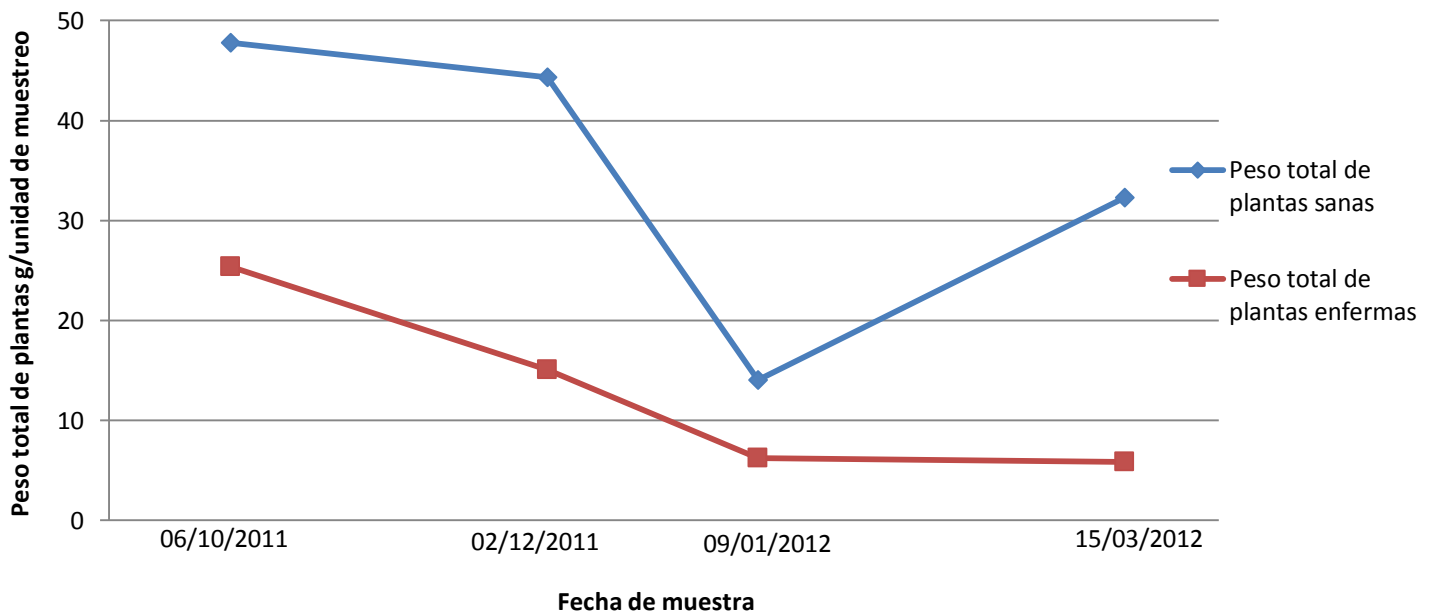


Figura 12 – Evolución del peso total de plantas sanas y enfermas según fecha de muestreo

A raíz de lo observado en el gráfico se puede decir que:

-En el caso de las *plantas sanas* entre el primer y segundo relevamiento existe una caída de producción pero no es demasiado marcada; luego, en el relevamiento del día 09/01/2012 se destaca una caída brusca de producción la cual vuelve a elevarse en el último relevamiento.

- Por el contrario, se observa en el caso de las *plantas enfermas*, una caída de la producción de tendencia lineal a lo largo de los tres primeros relevamientos y luego se estabiliza en el último.

Nuevamente para validar estas conclusiones se recurre a un análisis estadístico. En primer lugar, para ambas variables, se realiza el test no paramétrico Kruskal Wallis, debido a que no se verifican los supuestos. Con esto se comprobó que en ambos casos existían evidencias estadísticamente significativas que de que al menos uno de los relevamientos presentaba un efecto diferente.

Luego se realiza Test a Posteriori (test de a pares) obteniendo los siguientes resultados, mostrados en la tabla 6 y 7:

Tabla 6– Test a Posteriori plantas sanas según fecha de muestreo.

Fecha de muestra	Peso total de plantas sanas	
06/10/11	47,815	A
02/12/11	44,34	A
09/01/12	14,04	C
15/03/12	32,28	B

Tabla 7 - Test a Posteriori plantas enfermas según fecha de muestreo.

Fecha de muestra	Peso total de plantas enfermas	
06/10/11	25,4	A
02/12/11	15,08	B
09/01/12	6,21	C
15/03/12	5,84	C

**Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

En este caso, al igual que anteriormente, los datos obtenidos estadísticamente coinciden con lo observado a nivel gráfico.

Las curvas de evolución de la variable peso a través del tiempo no arrojar ninguna conclusión si no son comparadas con las curvas típicas de producción de forraje que posee la alfalfa para la región en donde se realiza el estudio, y además afectada por las condiciones meteorológicas del periodo estudiado. Al comparar las curvas típicas con las obtenidas a partir de las *plantas sanas*

nos permitirá determinar si el comportamiento fue el esperado, y luego comparar con la curva obtenida a partir del valor en peso de las plantas *enfermas* para determinar el efecto ocasionado por la enfermedad. Esta comparación se realizara en un punto más adelante donde se analizara la producción.

Comparación de peso de plantas sanas y enfermas

En la siguiente figura se refleja el mismo gráfico anterior (Figura 8) pero en forma de barra para visualizar mejor la diferencia entre plantas sanas y enfermas.

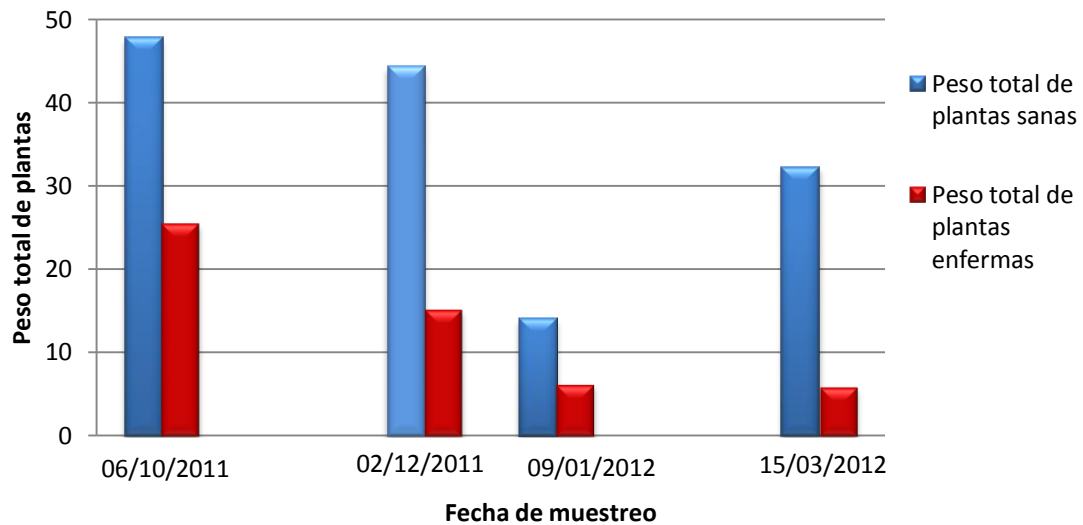


Figura 13 - Variable Peso total de plantas sanas y enfermas vs Fecha de muestreo

Aunque el análisis a nivel exploratorio arroja diferencias muy marcadas de producción entre las plantas sanas y enfermas es necesario realizar un análisis Inferencial para ver si estadísticamente se demuestra lo observado a nivel muestral.

Dado que la distribución en cada población (Relevamiento Estado) no es simétrica realizamos el test no paramétrico de Wilcoxon (para dos muestras independientes).

A continuación se muestran los resultados de este experimento, tabla 8:

Hipótesis

H₀: No hay efecto debido al estado de la planta en el relevamiento 1,2,3,4

H₁: Hay efecto debido al estado de la planta en el relevamiento 1,2,3,4

Tabla 8- Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (II)

Relev	Clasific	Vble	G1	G2	n1	n2	Rmedia1	Rmedia2	W	p(2 colas)
1,00	Estado	PesoTotal	E	S	20	20	12,08	28,93	241,50	<0,0001
2,00	Estado	PesoTotal	E	S	20	20	11,05	29,95	221,00	<0,0001
3,00	Estado	PesoTotal	E	S	20	20	12,1	28,85	243,00	<0,0001
4,00	Estado	PesoTotal	E	S	20	20	10,50	30,50	210,00	<0,0001

Con esto se comprueba que existen evidencias estadísticas para decir que hay diferencias en los valores de producción en ambos estados de las plantas. Se asegura entonces que la producción de las plantas sanas es superior al de las plantas enfermas en todas las fechas donde se realizaron muestreos.

Otra forma de observar la diferencia de las plantas sanas y enfermas y realizar una comparación, analizando la variable peso es realizando la siguiente tabla.

- Primero se considera al valor relativo del peso de las plantas sanas como el 100%.
- Luego se calcula el porcentaje relativo de las enfermas en relación a las sanas:

$$\frac{\text{Peso plantas enfermas}}{\text{Peso plantas sanas}} * 100$$

- Por último la diferencia de ambos valores representa el porcentaje de superioridad que experimentaron las plantas sanas.

Tabla 1 - Porcentaje de superioridad de plantas sanas vs plantas enfermas

Valor relativo sanas [%]	Valor relativo enfermas [%]	Diferencia [%]
100	53,12	46,88
100	34,01	65,99
100	44,23	55,77
100	18,09	81,91

Estos valores pueden estar enmascarados por la existencia de una diferencia de número de plantas entre las sanas y las enfermas. Para evitar estos posibles errores, a continuación se muestra en la tabla 10, los valores a partir del peso total por planta es decir, dividiendo el peso total por el número de plantas. El procedimiento de cálculo es el mismo que anteriormente.

Tabla 10 - Porcentaje de superioridad de plantas sanas corrigiendo error

Peso por planta enferma	Peso por planta sana	Valor relativo sana [%]	Valor relativo enferma [%]	Diferencia [%]
4,38	8,77	100	49,92	50,08
2,85	8,29	100	34,33	65,67
1,44	3,12	100	46,29	53,71
1,80	6,09	100	29,50	70,50

Se puede concluir que la superioridad de las plantas sanas es muy marcada, y en todos los casos supera el 50%. En el muestreo 1 y 3 el valor de peso enfermo equivale aproximadamente al 50% del peso sano. No es así en los muestreos 2 y 4, donde el peso de una planta sana es un 300% superior al de las enfermas.

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

La producción de alfalfa al igual que todas las forrajeras está sujeta a los factores climáticos característicos de la región en donde se lleva a cabo la actividad. Los factores como temperatura y la duración del día determinan un comportamiento particular en la producción de forraje a lo largo de los meses del año, este comportamiento se verá modificado además por la cantidad de precipitaciones durante el ciclo del cultivo.

Por esta razón, es importante comparar la curva de producción real obtenida en la temporada analizada con las curvas hipotéticas existente para esta región obtenidas a partir que de la condiciones medias que predominan.

Producción total de plantas sanas

Para comparar los valores reales con los datos obtenidos se consideran en primer lugar las plantas sanas para evitar el efecto que puede producir la enfermedad, ya que en esta sección solo se analiza la producción. Luego se realizará una comparación para ver el efecto de la enfermedad en la producción.

En la figura 10 se muestra la curva de producción característica de la zona (con un círculo rojo en las fechas de interés) y en la figura 11 la obtenida en la experiencia propia. Las curvas presentan diferentes unidades de medición, la curva histórica presenta la producción de forraje en kg de materia seca por ha y la curva obtenida en este ensayo en gramos de materia seca por un cuarto de metro², dado que el objetivo es solo comparar el comportamiento de las curvas, las unidades expresadas en cada una no deben tenerse en cuenta.

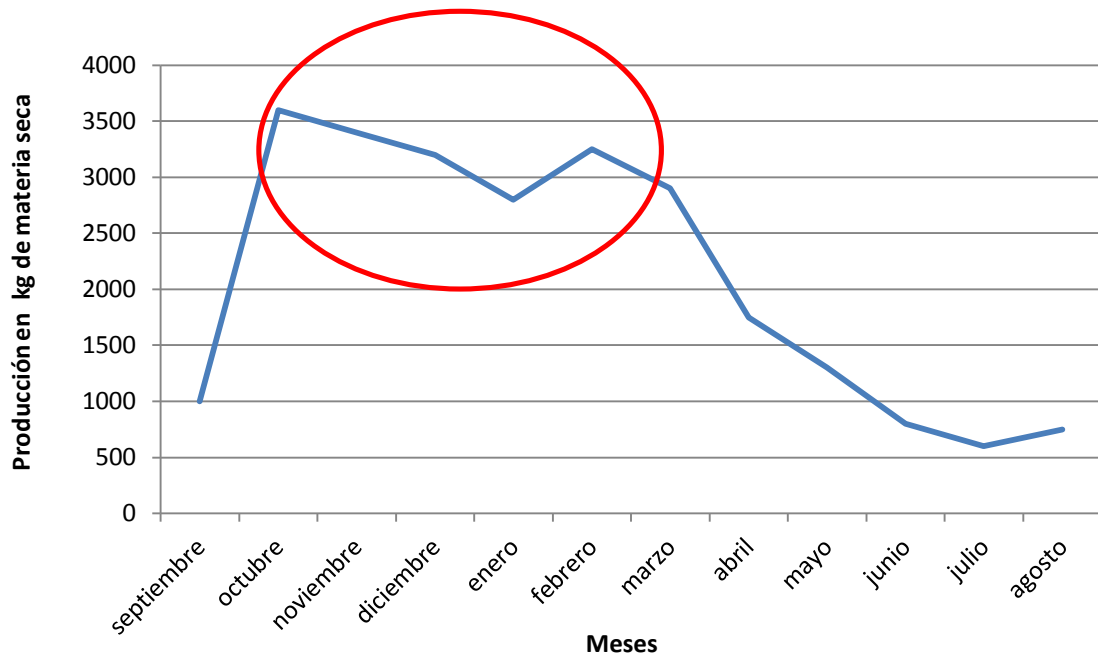


Figura 14– Curva de Producción anual de forraje característica de la zona

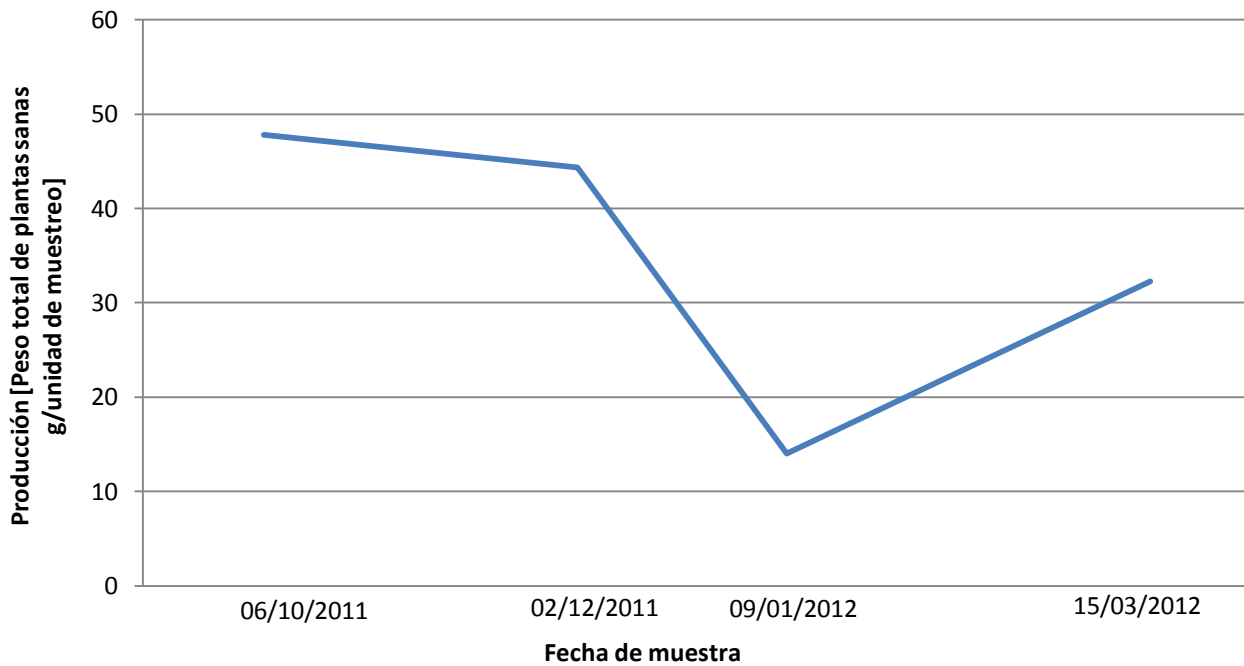


Figura 15 - Producción plantas sana en la experiencia vs Fecha de muestreo

Como se aprecia, la curva obtenida en la experiencia (Figura 11) tiene gran similitud con los datos medios históricos de la zona (Figura 10).

En ambas curvas la producción máxima se visualiza en el mes de Octubre, luego cae (no tan abruptamente) hasta Diciembre, en el mes sucesivo vuelve a disminuir pero esta vez mas notablemente (debido a condiciones climáticas más críticas de la región) produciéndose un mínimo en el mes de Enero. Luego, en los meses de febrero y marzo la producción muestra un aumento.

Es importante aclarar que para el ciclo agrícola estudiado las lluvias fueron muy escasas, con un déficit hídrico alto entre los meses de Diciembre y Enero. Esta falta hídrica fue agravada por altas temperaturas superiores a las registradas históricamente. Esta sequia generó en el mes de Enero una caída de producción muy contundente.

Se puede concluir, entonces, que la curva de producción de las plantas sanas fue *muy similar* a la curva típica para esta región, con la única diferencia que en Enero se observa una caída mayor a la normal por lo que se explicó anteriormente.

Producción total de plantas enfermas

A continuación se presenta en la figura 12 la producción de plantas enfermas:

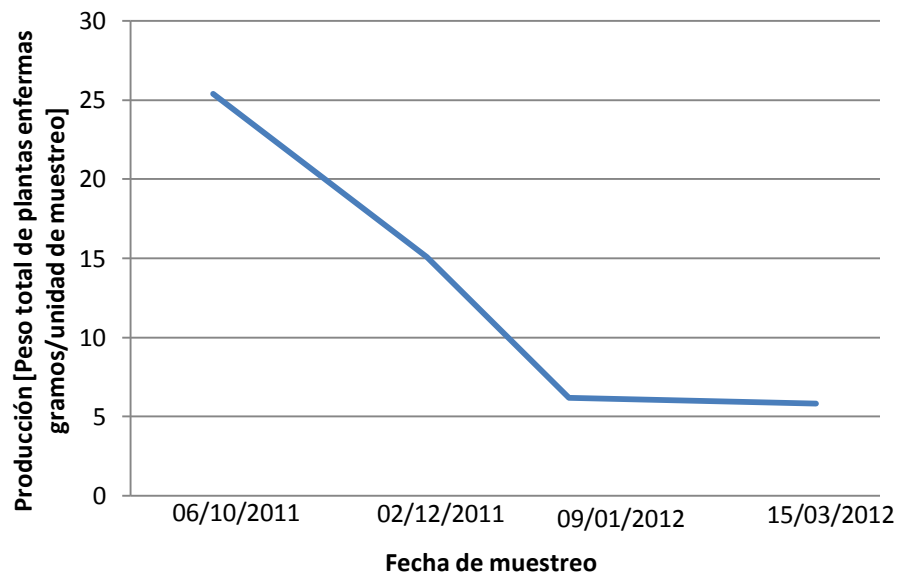


Figura 16 - Producción plantas enferma en la experiencia vs Fecha de muestreo

Como se puede observar, el comportamiento de plantas enfermas difiere de la curva de producción de plantas sanas por lo que también difiere a la curva característica de la zona. Principalmente porque disminuye la producción notablemente ya en el segundo relevamiento, y además, luego de la caída de producción en el mes de Enero (por la sequia) la producción no se recupera sino que vuelve a caer.

Para explicar esto, se realiza una tabla comparativa (tabla 11) en donde se muestran los valores de producción para cada relevamiento (para sanas y para enfermas) y los valores relativos de producción comparados con el primer relevamiento, tomando este como el cien por ciento.

Tabla 11- Comparación producción plantas sanas y enfermas

Fecha de muestra	Plantas enfermas		Plantas sanas	
	Peso	Valor relativo [%]	Peso	Valor relativo [%]
06/10/11	25,4	100	47,82	100
02/12/11	15,08	59,37	44,34	92,72
09/01/12	6,21	24,44	14,04	29,36
15/03/12	5,84	22,99	32,28	67,50

En el caso de *plantas sanas*, en el segundo relevamiento del día 02/12/2011 la producción disminuye en pequeña proporción comparado con el primer relevamiento del día 06/10/11.

Sin embargo, en las *plantas enfermas* en el segundo relevamiento ya se observa una caída significativa de la producción en un 40%.

Esto puede deberse a que en este período la falta de precipitaciones se hace notar (como explicamos anteriormente, existió una sequia importante en el mes de Diciembre y Enero) dando como resultado una caída de producción, pero afectando mucho más a las plantas enfermas.

Del segundo al tercer muestreo tanto para plantas sanas como para plantas enfermas la caída en la producción fue considerable y afecta de manera similar a ambas. Esto se debe probablemente a que la falta de agua fue tal que ni siquiera la plantas sanas pudieron extraer del suelo lo suficiente para producir cantidades de forraje normales.

Del tercer al cuarto muestreo las plantas sanas lograron una recuperación en la producción de forraje ya que las condiciones hídricas fueron más favorables. No sucedió lo mismo en el caso de las plantas enfermas, las mismas por la falta de agua redujeron su capacidad de rebrote y se afectó además el estado de plantas, es por esto que no lograron una recuperación en la producción de forraje en el último muestreo.

Producción de hojas y tallos

Además de obtener el valor de producción total, se discriminó entre tallos y hojas (tanto de las plantas sanas como de las plantas enfermas) para poder evaluar si la enfermedad afecta de manera diferente alguno de los dos parámetros agronómicos determinantes de la calidad de esta forrajera.

Producción de hojas

En la figura 13 se muestra la variable peso de hojas, tanto como para sanas y enfermas vs fecha de muestreo. Con este gráfico y el posterior análisis estadístico se puede determinar si existe o no diferencia entre la producción de hojas sanas y enfermas.

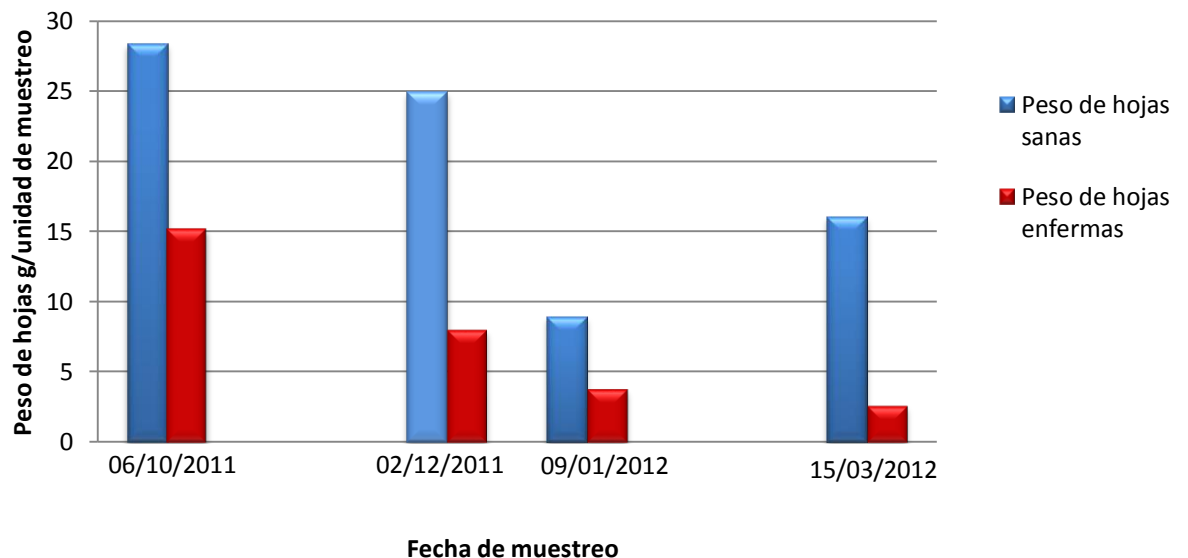


Figura 17 – Peso de hojas sanas y enfermas vs fecha de muestreo

En base a la figura 13 de puede concluir que existe una diferencia entre el peso de hojas de plantas sanas con respecto a las enfermas. Siendo mayor, en todas las fechas, el peso de hojas sanas que el peso de hojas enfermas.

A su vez, la tendencia es similar al caso de la producción total: En el mes de Diciembre y Enero sufren ambas (sanas y enfermas) una disminución en la producción por la falta de precipitaciones, pero luego cuando las condiciones climáticas mejoran en el caso de plantas sanas crece la producción, pero en el caso de plantas enfermas disminuye aun más.

Para validar si existe o no diferencia real entre los casos sanos y enfermos, se realiza nuevamente un análisis estadístico.

Dado que la distribución en cada población (Relevamiento-Estado) no es simétrica realizamos el test no paramétrico de Wilcoxon (para dos muestras independientes). En la tabla 12 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 2- Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (III).

Relev	Clasific	Vble	G1	G2	n1	n2	Rmedia1	R-media2	W	p(2 colas)
1,00	Estado	PesoHojas	E	S	20	20	11,75	29,25	235,00	<0,0001
2,00	Estado	PesoHojas	E	S	20	20	10,90	30,10	218,00	<0,0001
3,00	Estado	PesoHojas	E	S	20	20	11,90	29,10	238,00	<0,0001
4,00	Estado	PesoHojas	E	S	20	20	10,50	30,50	210,00	<0,0001

Para los cuatro Relevamientos se ha detectado evidencia estadística acerca del efecto debido al estado de la hoja, $p < 0.0001$.

Producción de tallos

En la figura 13 se muestra la variable peso de tallos, tanto como para sanas y enfermas vs fecha de muestreo. Con este gráfico y el posterior análisis estadístico se puede determinar si existe o no diferencia entre la producción de tallos sanas y enfermas.

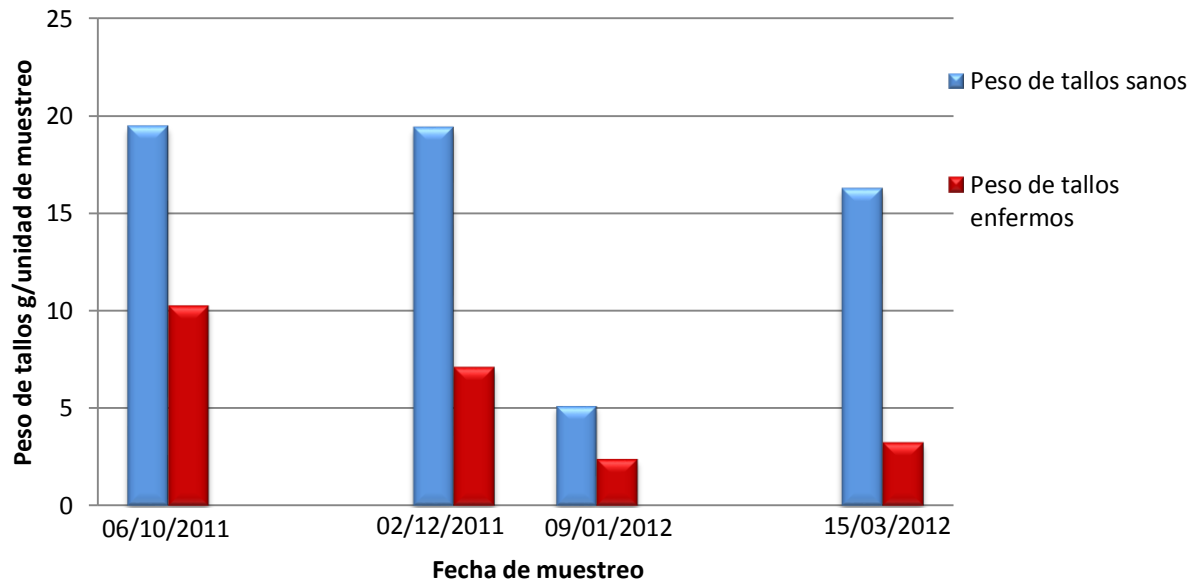


Figura 18 - Peso de tallos sanos y enfermos vs fecha de muestreo

Tal como lo indica la Figura 14, se observa una tendencia similar a lo ocurrido con el peso de las hojas y además indica que sí existe diferencia entre las plantas sanas y enfermas.

Recurriendo al análisis estadístico de Wilcoxon, se obtienen los siguientes resultados (Tabla 13):

Tabla 13 - Prueba de Wilcoxon para muestras independientes según relevamiento (IV).

Relev	Clasific	Vble	G1	G2	n1	n2	Rmedia1	R-media2	W	p(2 colas)
1,00	Estado	PesoTallos	E	S	20	20	12,65	28,35	253,0	<0,0001
2,00	Estado	PesoTallos	E	S	20	20	11,23	29,78	224,50	<0,0001
3,00	Estado	PesoTallos	E	S	20	20	12,80	28,20	256,00	<0,0001
4,00	Estado	PesoTallos	E	S	20	20	10,50	30,50	210,00	<0,0001

Para los cuatro Relevamientos se ha detectado evidencia estadística acerca del efecto debido al estado del tallo $p < 0.0001$.

A partir de lo analizado se puede concluir que tanto para peso de hoja como para peso de tallo el comportamiento fue muy similar al encontrado para peso total, tanto en las formas de las curvas de producción y en los valores de peso seco obtenidos.

CONCLUSIONES

- *La variable “Número de plantas” sanas se mantuvo considerablemente constante:* Esto demuestra que durante este ciclo de producción de la pastura no existieron nuevas infecciones que implicarían una disminución en el número de plantas sanas y un aumento de las enfermas. La falta de nuevas infecciones se debieron probablemente a que los vectores no encontraron las condiciones propicias para desarrollarse e infectar nuevas plantas.
- *La variable “Número de plantas” enfermas disminuyó:* Esto comprueba que la enfermedad afecta el “stand” de plantas de la pastura, causada por la muerte de las plantas que presentaban síntomas. Esta pérdida de plantas se produce ya que la enfermedad afecta el desarrollo foliar por los síntomas característicos que produce, esto llevaría a una menor captación de la radiación, menor producción de foto asimilados y con esto compromete la capacidad de acumular reservas que serán las necesarias para el próximo rebrote.
- *La producción de forraje fue afectado por el estado de la planta:* Las plantas sanas produjeron mayor cantidad de forraje que la enfermas, superando en más del 50% en los tres primeros relevamientos y superando el 70% en el último relevamiento.

- *La producción de forraje tuvo variaciones a través de los relevamientos:* En el caso de las plantas sanas la curva de producción de forraje a lo largo de los relevamientos tuvo un comportamiento similar al característico de la región condicionado por las características climáticas. En el caso de las plantas enfermas, no solo la producción fue más baja que las plantas sanas, sino que el comportamiento fue muy diferente al característico de la región. Existieron dos momentos en el cual las diferencias de producción se agudizaron, ambos momentos coinciden con déficit hídricos y altas temperaturas, esto comprobaría el hecho que el virus además de afectar la parte aérea genera menor desarrollo de sistema radical. Por este motivo, ante un estrés, las plantas enfermas no tienen la misma capacidad que las plantas sanas para extraer agua a mayor profundidad y esto derivaría a una menor producción de forraje.

BIBLIOGRAFÍA

- **BARIGGI, C. Y ROMERO, N.** 1980. Crecimiento de la alfalfa y utilización en la región pampeana. En: Investigación, tecnología y producción de alfalfa. Colección científica del INTA. Bs.As: 121;133-136; 139.
- **OCHOA, L.H.**1997. La alfalfa en Santiago del Estero. En: Alfalfa, 3as jornadas técnicas del NOA. INTA-CIASE-PSA-FAyA y DGAYG.
- **BALDOCK, J.O.; R.L. HIGGS; W.H. PAULSON; J.A. JAKOBS; y W.D. SCHRADER.** 1981. Legume and mineral N effects on crop yields in several crop sequences in the upper Missipi valley. *Agronomy Journal* 73: 885-90.
- **JARSUM, B.** 1996. Condiciones del suelo para alfalfa. En: V Jornadas nacionales de alfalfa en acción. INTA Manfredi- AER Villa María: 16.
- **CULOT, J.P.** 1986. Nutrición mineral y fertilización en el ambiente de la región pampeana. En: Investigación, tecnología y producción de alfalfa. Colección científica del INTA. Bs.As: 83.
- **COLLINO D., DARDANELLI J. y M. DE LUCA** 2007. Uso del agua y la radiación para la producción de forraje. En *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Basigalup D. (Ed.) P. 45-65
- **ROMERO, N. A., JUAN, N. A. Y ROMERO, L.A.** 1995. Establecimiento de la alfalfa en la región pampeana. En: E.H. Hijano y A. Navarro (ed) *La alfalfa en la Argentina*, Subprograma Alfalfa-INTA, Agro Cuyo, manuales 11: 23.
- **OCHOA, L.H.** 1980. El cultivo de la alfalfa en las áreas de riego de Santiago del Estero. En: I Reunión técnica de alfalfa del noroeste argentino. INTA EEA La Banda, Santiago del Estero: 17
- **BEJERMAN, N.; C. NOME; F. GIOLITTI; E. KITAJIMA; S. DE BREUIL; J. PÉREZ FERNÁNDEZ; D. BASIGALUP; M. CORNACCHIONE; S. LENARDON.** 2011. First Report of a Rhabdovirus Infecting Alfalfa in Argentina. *Plant Disease*: 95: 771.
- **BASIGALUP, D.H.** 2010. Nueva enfermedad en alfalfa. Boletín de informe del INTA.
- **CHIMICZ, J.** 1988. Los sistemas de producción de leche en Argentina *Revista Argentina de Producción Animal* 8:155-168.



- **HIJANO E.H. y J. PÉREZ FERNÁNDEZ.** 1995. Enfermedades de la alfalfa. En: La alfalfa en la Argentina (Hijano, E.H & A. Navarro, eds.). Enciclopedia Agro de Cuyo. Manuales 11: 125-146
- **LENARDON, S.** 2010. Nueva enfermedad en alfalfa. Boletín de informe del INTA.
- **PANIGATTI, J.L.** 1992. Las rotaciones agrícolas con pasturas en la pampa húmeda Argentina. Revista INIA de Investigaciones Agronómicas 1: 215-225.
- **PÉREZ FERNÁNDEZ, J.** 2010. Nueva enfermedad en alfalfa. Boletín de informe del INTA.
- **ZUBIZARRETA, J.** 1992 Producción lechera en Estados Unidos. Revista CREA N° 156: 80-84.
- **ENCUESTA NACIONAL AGROPECUARIA.** 2010. En: www.indec.gov.ar/agropecario/metodologia.asp
- **SOFTWARE INFOSTAT** www.infostat.com.ar