



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar
al Grado de Ingeniero Agrónomo”

**CRECIMIENTO Y FENOLOGÍA DE ALFALFA INTEGRANTE DE UNA
SILVOPASTURA REGADA CON EFLUENTES DOMICILIARIOS Y AGUA DE
PERFORACION**

Alumno: Isabettini Alexis Omar

DNI: 32139653

Director: Licenciada Cecilia Saroff

Co-Director: Ing. Agr. José Omar Plevich

Río Cuarto – Córdoba

Noviembre/2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: **Crecimiento y fenología de alfalfa integrante de una silvopastura regada con efluentes domiciliarios y agua de perforación**

Autor: Isabettini Alexis Omar
DNI: 32139653

Director: Lic. M. Sc. Saroff, Cecilia
Co-Director: Ing. Agr. Plevich, José Omar

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Ing. Agr. Omar. M. Baroto

Ing. Agr. Judith Garcia

Lic. Cecilia Saroff

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaria Académica: ____/____/____

Secretario Académico

Dedico este trabajo a las personas que compartieron conmigo esta experiencia y a mi familia, a mis padres por darme la posibilidad de estudiar y acceder al título de Ingeniero Agrónomo, en especial a mi novia Valentina, a todos mis amigos y a las personas que conocí en la universidad en la cual pasamos muy lindos momentos.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN.....	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
INDICE DE FIGURAS.....	IV
INDICE DE CUADROS.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
INTRODUCCION.....	1
HIPÓTESIS.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
ANTECEDENTES.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	6
RESULTADOS Y DISCUSION.....	12
Cuantificación de acumulación de materia seca.....	12
Producción de materia seca por corte.....	13
Eficiencia de uso del agua (EUA).....	14
Desarrollo fenológico de alfalfa para el periodo de rebrote de otoño.....	15
Contenidos de nitratos y fosfatos en el suelo.....	17
Calidad de la biomasa.....	18
CONCLUSIONES.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	21
ANEXO.....	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto. Residencia Estudiantil Universitaria. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	6
Figura 2: Diagrama del lugar donde se llevó a cabo el proyecto. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	7
Figura 3: Laboratorio donde se realizó el procesamiento de las muestras. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	10
Figura 4: Producción total de materia seca en alfalfa, para los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	12
Figura 5: Producción de materia seca de alfalfa por corte y precipitaciones a lo largo del ciclo de producción, para los tres tratamientos en estudio. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.	14
Figura 6: Evaluación del estado medio de la pastura (EMP) y días después del corte (DDC), para los 3 tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	16

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Determinación fisicoquímica del agua de perforación. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	8
Cuadro 2: Determinación fisicoquímica agua de efluentes domiciliarios. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	8
Cuadro 3: Determinación de Nitratos y fosfatos en el suelo para los diferentes tratamientos, agua de efluentes domiciliarios, perforación y secano. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	9
Cuadro 4: Estados de madurez de la alfalfa en base al desarrollo morfológico de tallos.....	11
Cuadro 5: Valores medios de biomasa de alfalfa (Kg MS.ha-1) en cada corte, afectada por los diferentes tratamientos.....	13
Cuadro 6: Eficiencia de uso del agua. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	15
Cuadro 7: Estado medio de la pastura (ETP) y tasa de desarrollo (TD) de alfalfa regadas y del testigo que creció en condiciones de secano. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	16
Cuadro 8: Análisis de calidad de la biomasa forrajera del cultivo de alfalfa para los 3 tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	18

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del riego con efluentes domiciliarios sobre el desarrollo fenológico y acumulación de materia seca del cultivo alfalfa (*Medicago sativa*) integrante de una silvopastura.

El ensayo se llevo a cabo en Campus de la Universidad Nacional de Rio Cuarto, al sur de la residencia estudiantil universitaria. La silvopastura estuvo integrada por dos callejones de alfalfa de 35 metros de largo y 10 metros de ancho, con dos años de establecimiento delimitados a cada lado por una doble hilera de álamos (*Populus deltoides*) en su tercer año de implantación, también se evaluó un testigo con las mismas dimensiones pero sin el efecto de los álamos. Cada callejón se dividió en 3 bloques de igual dimensión, de 11 metros de largo y 10 metros de ancho. Uno de los callejones recibió el aporte de riego con efluentes domiciliarios, mientras que otro recibió el riego con agua de perforación y el tercero creció en condiciones de secano, recibiendo solo el agua proveniente de las precipitaciones. Los riegos fueron efectuados cuando ocurrieron condiciones de sequia temporal. Para contar con repeticiones de los tratamientos cada bloque se lo dividió en tres parcelas y dentro de cada parcela se tomo 1 muestra. Los datos fueron tratados estadísticamente con ANOVA. De la leguminosa con dos años de implantación se extrajeron muestras de biomasa aérea para la obtención de la cuantificación de materia seca producida, desarrollo fenológico, análisis de calidad, además de extraerse muestras de suelo para determinar el contenido de agua y así obtener la eficiencia de uso del agua. Los resultados mostraron que el uso del agua con efluentes domiciliarios produjo la misma o superior cantidad de materia seca que el tratamiento que se lo rego con agua de perforación y las diferencias fueron solo explicadas por el aporte de agua y no por la calidad de la misma.

Palabras claves: alfalfa- materia seca- desarrollo fenológico- riego- aguas residuales

SUMMARY

The purpose of this paper was to study the effect of irrigation with sewage water on the phenological development and the accumulation of dry matter of alfalfa (*Medicago sativa*), member of a silvopasture.

The test took place at the Campus of the National University of Rio Cuarto (UNRC), south of the college dormitory. The silvopasture consisted of two alleys of alfalfa 35 meters long and 10 meters wide with two years of establishment, delimited at each side by a double row of poplars (*Populus deltoides*) which were in their third year of implantation. It was also evaluated a control alley of the same dimensions of the previous ones but without the effect of the poplars. Each alley was divided into 3 blocks of the same dimensions, 11 meters long and 10 meters wide. One of the alleys was irrigated with sewage water, another with ground-water, and the third grew in dry land conditions receiving only rain water. Irrigation was made under conditions of temporary draught. In order to have repetitions of the treatments, each block was divided into three plots, and one sample was taken from each of them. The data was statistically analyzed with ANOVA. A sample of aerial biomass was extracted from the leguminous with two years of implantation to obtain the quantification of produced dry-matter, phenological development, and quality analysis. Moreover, a sample of soil was extracted in order to determine water content and thus to obtain water-use efficiency. The results showed that the use of sewage water produced the same or a greater quantity of dry matter than the irrigation with ground-water, and the differences were only explained by the volume of water applied and not by its quality.

Key words: Lucerne- dry matter- phonological development- irrigation- sewage waters

INTRODUCCION

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la leguminosa forrajera cultivada más utilizada en la alimentación del ganado en las regiones semiáridas, subhúmedas y húmedas del país. En la región pampeana, la disponibilidad de agua es el principal factor limitante para la producción de forraje en secano. En cultivos perennes como la alfalfa, cuya duración promedio en buenas condiciones de manejo es de 4 años (Rossanigo *et al.*, 1995), el agua almacenada en el suelo solo tiene una influencia relativa durante el primer año de vida. Por lo tanto, la principal fuente de suministro de agua para el cultivo, considerando su ciclo en conjunto, es la lluvia (Borg y Grimes, 1986).

La alfalfa se define como una especie de días largos de acuerdo a su respuesta al fotoperíodo por lo que el crecimiento de las plantas está fuertemente controlado tanto por éste como por el tiempo termal; sin embargo, existen evidencias que el contenido de humedad del suelo es un factor determinante para que ocurra este proceso (Spada *et al.*, 2007). Sulc *et al.* (1999) estiman que el crecimiento está más limitado por la humedad del suelo que por el tiempo termal y fotoperíodo.

Los requerimientos nutricionales varían según el nivel de producción y al manejo a que es sometido el cultivo. Bajo cualquier sistema de aprovechamiento hay una demanda continua de nutrientes durante todo el ciclo de producción, pero la intensidad de la demanda cambia en función de las condiciones ambientales y el estado de desarrollo de la planta (Rossanigo *et al.* 1995).

Esta leguminosa requiere altas cantidades de Nitrógeno (N), que es aportado mayoritariamente por la acción de los Rizobium, que lo fijan a partir del N existente en el medio ambiente. Es un elemento esencial para las gramíneas que suelen acompañar a la alfalfa, aunque una referilización a esta última no asegura mayor producción o mejor calidad. El elemento más importante para el cultivo es el fósforo, determinante para un establecimiento exitoso y buen desarrollo radicular. En Argentina, existen zonas con un marcado déficit de este nutriente, presente en cantidades inferiores a 18 ppm, lo cual hace necesario la práctica de la fertilización (Rossanigo *et al.*, 1995).

Debido al desarrollo de la agricultura, la ganadería está siendo cada vez más desplazada a zonas marginales, donde los pastos tienen baja calidad y en las regiones con épocas secas prolongadas se puede presentar escasez de alimento. Una buena táctica para incrementar la productividad está en desarrollar estrategias de producción que permitan la utilización de especies forrajeras de calidad

optimizando su uso y de esta manera superar las deficiencias nutricionales de los sistemas de producción animal. Para lograr esto se requiere integrar alternativas de producción y utilización de forrajes como es el riego con aguas residuales, valiéndose del aporte de nutrientes de este tipo de aguas y el efecto depurativo de la especie vegetal (NAP, 1996).

El presente proyecto plantea evaluar el componente herbáceo de un sistema silvopastoril en callejones compuesto por álamo (*Populus deltoides* Var. Catfish 5) y alfalfa (*Medicago sativa*), utilizada como filtro verde de aguas residuales domiciliarias de las residencias universitarias del campus de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

HIPÓTESIS

El riego con efluentes domiciliarios constituye una fuente potencial de nutrientes para las plantas, modificando el crecimiento y las etapas fenológicas de leguminosas como la alfalfa, lo que la convierte en una especie apta para la aplicación de la tecnología de filtro verde de aguas residuales domiciliarias.

OBJETIVO GENERAL

- Analizar el efecto del riego con efluentes domiciliarios sobre el desarrollo fenológico y acumulación de materia seca en alfalfa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la acumulación de materia seca en cada corte y en el total de los mismos.
- Establecer la eficiencia de uso del agua en el cultivo de alfalfa.
- Describir el desarrollo fenológico del cultivo de alfalfa creciendo bajo distintas condiciones de riego.
- Verificar el estado nutricional del suelo mediante el análisis del contenido de nitratos y fosfatos a distintas profundidades en todos los tratamientos.
- Analizar la calidad de la biomasa forrajera de alfalfa para determinar el efecto del riego con efluentes domiciliarios.

ANTECEDENTES

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, desde los intensivos a corral que la incluyen en la dieta animal como forraje cosechado y procesado, hasta los pastoriles que la utilizan en pastoreo directo (Zubizarreta, 1992).

Gran parte de los requerimientos nitrogenados que requiere el cultivo de alfalfa los satisface por medio de la fijación biológica de nitrógeno FBN, a través de la relación simbiótica con la bacteria *Sinorhizobium meliloti*. La alfalfa puede derivar de la (FBN) entre el 43 y el 64 % de sus requerimientos totales de nitrógeno. Se ha determinado que este cultivo puede fijar entre 50 y 740 kg de N₂ ha⁻¹ .año⁻¹, con un promedio de aproximadamente 200 kg N₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Vance, 1978).

La alfalfa alcanza los máximos rendimientos con más de 25 ppm de fósforo (P) en el suelo; valores inferiores deprimen el crecimiento de manera significativa. Esto se debe fundamentalmente a la alta exigencia en P que posee la alfalfa. Una buena pastura en base a alfalfa puede extraer unos 60 kg de P /ha/año, lo que implica que el suelo debería disponer de unos 160 g/ha/día; sin embargo, debido al crecimiento estacional, los requerimientos de P pueden incrementarse a más de 500 g/ha/día cuando las plantas crecen activamente. Evidentemente, estos niveles de extracción sólo pueden ser sostenidos por suelos muy bien provistos de fósforo (Quintero y Boschetti, 2007).

Los requerimientos hídricos, como en todos los vegetales, dependen de la pérdida por evapotranspiración, que está regulada por factores ambientales (temperaturas, vientos, humedad relativa) y morfológicos (número y tamaño de estomas, área foliar, estructura de la planta). Las condiciones ambientales van a influir directamente en el crecimiento, calidad y requerimiento de la alfalfa. La producción potencial de forraje requiere de una disponibilidad no limitante de agua para satisfacer la transpiración del cultivo. La alfalfa como cultivo perenne, consume agua durante todo el año, aún durante el reposo invernal, generando una demanda evapotranspiratoria mayor que la de un sistema de cultivos anuales. El consumo de agua medido en las variedades Monarca SP INTA y Victoria SP INTA, en un ensayo sin limitaciones hídricas conducido en Manfredi, Córdoba, fue muy similar para ambas y alcanzó durante tres campañas los 1464 mm al año para un rendimiento de forraje del orden de 28 tn de materia seca por hectárea (López *et al.*, 1997). El consumo

potencial de 1464 mm por año representa el 90% de la evapotranspiración potencial calculada con la fórmula de Penman-FAO (Allen *et al.*, 1998). Si se asume que esta proporción se mantiene constante para toda la Región Pampeana, se puede estimar que las necesidades de agua entre las diferentes localidades varían desde un valor máximo de 1550 mm en Paraná a un mínimo de 1100 mm en Balcarce. Esos valores de consumo potencial del cultivo están dentro de un rango de 400-1800 mm mencionados por Doorenbos y Kassam (1979) y Sheaffer *et al.* (1988).

Siendo el agua un elemento deficitario no es posible desperdiciar importantes volúmenes diarios que se eliminan de nuestras ciudades. Hay que tener en cuenta que resulta más económico bombear el agua desde sistemas o piletas de tratamientos, que extraerlas de los acuíferos subterráneos, y que los contenidos naturales de nutrientes del agua cloacal, en especial de fósforo y nitrógeno, representan fertilización gratuita (Comisión Provincial de Aprovechamiento Hídrico, 2009).

Las altas demandas de consumo de agua para el uso doméstico, industrial y agrícola han generado la necesidad de investigar y adoptar nuevas tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento de este recurso. A pesar de que la contaminación del agua es un problema local, regional y mundial, es necesario advertir que el grado de pureza de las mismas depende de su uso y de las medidas de saneamiento básicas. Las impurezas de mayor significado sanitario con el uso del agua son las bacterias, los microorganismos patógenos y los tóxicos químicos, entre los cuales, los nitratos, detergentes, el arsénico y plomo, entre otros, forman parte de los efluentes cloacales y son una de las causas contaminantes del agua (Barcelo Pérez, 2003).

Los problemas ecológicos y de salud pública originados por las aguas residuales han sido mejor atendidos por los países desarrollados, en los cuales la población tiene mayores conocimientos sobre la contaminación y, a su vez, dispone del dinero suficiente para realizar las obras de ingeniería que los resuelva (Hernández *et al.*, 1996).

En Argentina, algunas ciudades del país cuentan con métodos de saneamiento urbano, donde se recolectan, concentran, almacenan y tratan los desechos urbanos mediante obras de ingeniería descargando el agua tratada en cursos permanentes de agua. Estas obras han tenido escasa adopción en pequeñas localidades donde las aguas residuales se vierten en sumideros, pozos negros o fosas sépticas inadecuadas, ocasionando la contaminación de las napas de agua. Las localidades pequeñas, no pueden tratar sus aguas residuales con métodos de depuración convencionales ni

mantener instalaciones sofisticadas debido a que los costos de inversión de estas instalaciones son muy elevados y en muchos casos se han constituidos en obras inaccesibles (Bustamante, 1990).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1989) señala que en América Latina sólo el 10% de las aguas residuales colectadas en alcantarillados reciben algún tratamiento antes de ser dispuestas en los cuerpos de agua, como ríos y mares. Esto significa que alrededor de 400 m³/s de desagües vienen contaminando el medio ambiente y constituyen un vector de transmisión de parásitos, bacterias y virus patógenos. Por otra parte, Bartone (1990) menciona que la escasez de agua ha determinado el uso de las aguas residuales en la agricultura, estimándose que actualmente existen en América Latina cerca de 500.000 hectáreas regadas con éstas.

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto fue llevado a cabo en el sector sur de las residencias estudiantiles universitarias, ubicadas dentro del campus de la Universidad Nacional de Río Cuarto. En este sistema se encuentra establecida una silvopastura con una superficie de 2100 m². La cual está compuesta por tres trincheras forestales de dos hileras de plantas cada una, en un marco de plantación en trebolillo (3 m de distancia en la hilera). Cada trincherera se encuentra separada por un callejón de 10 metros de ancho, en los cuales se halla implantado el cultivo de alfalfa con 2 años de establecimiento. Cada callejón se dividió en 3 bloques de igual dimensión, 11 metros de largo y 10 metros de ancho y cada bloque se lo dividió en tres parcelas y dentro de cada parcela se tomó 1 muestra.

La alfalfa fue sembrada en la primavera de 2006 con un distanciamiento entre hileras de 0,7 m con una densidad de siembra de 18 kg.ha⁻¹.



Figura 1: Ubicación del proyecto. Residencia Estudiantil Universitaria.

Los tratamientos de riego fueron realizados uno con agua de los efluentes domiciliarios, otro con agua de perforación y un tercero que sólo recibió el agua proveniente de las precipitaciones el cual fue considerado como testigo. Los riegos se efectuaron cuando ocurrieron condiciones de sequía temporal.

El agua limpia se obtuvo de una perforación ubicada en el predio, la cual a través de una bomba centrífuga es llevada al lugar donde se encuentra el sistema de riego.

La fuente de agua residual tiene su origen en las Residencias Estudiantiles Universitarias, ubicada en el campus de la Universidad Nacional de Rio Cuarto (UNRC), con una población de aproximadamente 432 habitantes. La misma es recolectada en una cámara séptica donde experimenta un proceso de degradación parcial en condiciones anaeróbicas, posteriormente pasa por un sistema de tamiz (de 3 mm de diámetro) que permite separar los restos gruesos e inorgánicos, a continuación el agua es acumulada en un tanque de 85 mil litros y utilizado para diferentes proyectos. En este proyecto, cuando fue necesario efectuar un riego, el agua se acumuló durante 3 días en un tanque antes de ser utilizada, desde este lugar el agua fue dirigida por gravedad a un sistema de riego de caudal variable.

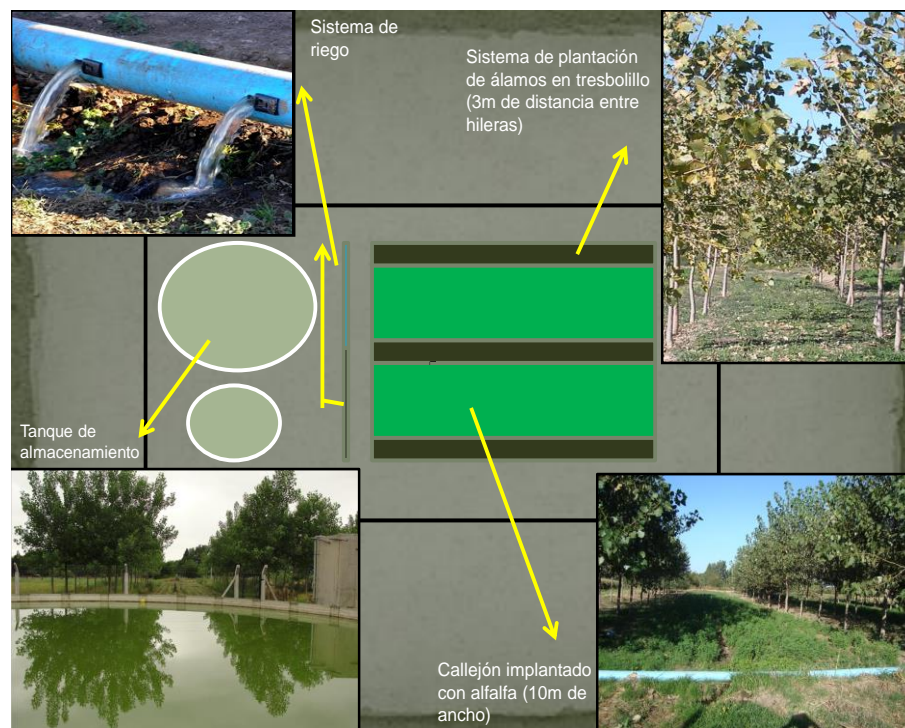


Figura 2: Diagrama del lugar donde se llevó a cabo el proyecto. UNRC. Río Cuarto. Córdoba

Determinación fisicoquímica del agua utilizada en los riegos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua proveniente de efluentes domiciliarios y de perforación se presentan en los cuadros siguientes.

Cuadro 1: Determinación fisicoquímica del agua de perforación.

DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS BASICAS		
		mg/l
Fosfato	PO_4^{-3}	0
Nitrato	NO_3^{-}	4,5
Nitrito	NO_2^{-}	0,032
Amonio	NH_4^{+}	0
STD		226
Materia Organica	MO	234
Conductividad Electrica (20°C)	CE	0,41 dS/m
pH		7,72
Temperatura	T°	23 °C

Cuadro 2: Determinación fisicoquímica agua de efluentes domiciliarios.

DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS BASICAS		
		mg/l
Fosfato	PO_4^{-3}	23
Nitrato	NO_3^{-}	18,3
Nitrito	NO_2^{-}	0,002
Amonio	NH_4^{+}	0,14
STD		261
Demanda Quimica de Oxigeno	DQO	879
Conductividad Electrica (20 °C)	CE	0,49 dS/m
pH		7,96
Temperatura	T°	23.9 °C

Durante todo el desarrollo del cultivo, con una frecuencia aproximada de 10 días, se determinó la lámina de agua almacenada en el suelo por método gravimétrico a las siguientes profundidades: 0-20, 20-40, 40-60, 60-70, 70-80 y 80-100 cm con lo que se obtuvo el agua útil en el suelo para cada uno de esos periodos.

El suelo es de origen fluvio - eólico. Tiene aportes de materiales del río mezclado con los aportados por el viento, por lo que ha tenido una génesis particular, dando valores -en varias propiedades, entre ella posiblemente fósforo, fuera de los rangos normales para los suelos representativos de la zona. (Degioanni, A., 2011)¹

¹ Comunicación personal

Al finalizar el ensayo (verano del 2009) se realizó un muestreo del suelo por capas de 0-20, 20-40, 40-60 cm en los distintos tratamientos. Las muestras fueron enviadas a un laboratorio particular donde se les realizó la determinación del contenido de nitratos y fosfatos. Cuyos resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Contenido de Nitratos y Fosfatos en el suelo para los diferentes tratamientos de riego agua de efluentes domiciliarios, perforación y secano.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	N-NO ₃ ⁻	P_PO ₄ ⁻	Hº
	cm	ppm	ppm	%
Agua de perforación	0-20	27,39	49,77	10,35
Agua de efluentes domiciliarios		27,87	68,03	13,17
Secano		34,23	72,67	13,3
Agua de perforación	20-40	11,86	25,93	6,29
Agua de efluentes domiciliarios		18,35	45,47	8,37
Secano		21,07	62,93	9,8
Agua de perforación	40-60	18,10	16,5	4,1
Agua de efluentes domiciliarios		7,30	23,6	4,5
Secano		7,49	35,3	7,01

Durante primavera, verano y otoño el cultivo de alfalfa se cortó cuando alcanzó el 10% de floración, momento óptimo para su utilización, compatibilizando la producción de forraje, la calidad y la persistencia. El corte se ejecutó de forma manual a 3 cm de altura realizando 3 muestras en cada bloque (uno por parcela), abarcando una superficie de 0.49 m² cada una. Las muestras fueron procesadas y secadas en estufa de aire forzado hasta peso constante para posteriormente pesarlas y determinar la producción en kg de MS.ha⁻¹. Una alícuota de las mismas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal del departamento de Producción Animal, FAV-UNRC para realizar los análisis de calidad de la biomasa y así obtener los siguientes parámetros: Cenizas, proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), contenido celular (CC), fibra detergente ácido (FDA), lignina detergente ácido (LDA), digestibilidad química (Van Soest) y energía metabólica (EM) Mcal/Kg.M.S.

El resto del bloque se cortó con una máquina (Gravelly) a la altura de 3 cm y el forraje fue retirado con rastrillos de forma manual, para permitir el rebrote de la leguminosa y así cumplir cada ciclo de cortes.



Figura 3: Laboratorio donde se realizó el procesamiento de las muestras. UNRC. Río Cuarto. Córdoba

En el primer ciclo de crecimiento de otoño, semanalmente se cortaron todos los tallos incluidos en un marco de $0,49 \text{ m}^2$ a un altura de 3 cm, hasta que las plantas alcanzaron el 10% de floración. Efectuando 3 muestras por tratamiento. Los tallos se clasificaron individualmente según la escala propuesta por Kalu y Fick, (1981) de 10 estados de madurez (Cuadro 4), se registró la cantidad de tallos en cada estado y se calculó el índice de Estadio Medio por Conteo (EMC) como:

$$\text{EMC} = \sum (S \times N) / C$$

Donde

EMC= Índice de estadio medio por conteo

S= estadio de madurez

N= cantidad de tallos en ese estado

C= total de tallos (Kalu y Fick, 1981)

Cuadro 4: Estados de madurez de la alfalfa en base al desarrollo morfológico de tallos.

Estadio de madurez	Denominación	Definición Morfológica
0	Vegetativo temprano	Ausencia de yemas y hojas axilares
1	Vegetativo medio	Presencia de primeras hojas originadas de yemas axilares
2	Vegetativo tardío	Presencia de ramificaciones axilares
3	Botón temprano	1 á 2 nudos con botones florales
4	Botón tardío	Más de 3 nudos con botones florales
5	Floración temprana	1 nudo con una flor abierta
6	Floración tardía	Más de 2 nudos con una flor abierta
7	Fructificación temprana	1 a 3 nudos con vainas verdes
8	Fructificación tardía	Más de 4 nudos vainas verdes
9	Semillas maduras	Nudos con vainas marrones

La tasa de desarrollo (TD) de la alfalfa para cada tratamiento se calculó como la pendiente de la regresión lineal entre el estado medio de la pastura y los días transcurridos desde el corte. Este análisis se realizó para los valores de EMC obtenidos como fue explicado anteriormente.

La Eficiencia de Uso del Agua (EUA) se determinó teniendo en cuenta la cantidad total de agua recibida por el forraje (riego más precipitación), afectado por la correspondiente eficiencia de riego y un coeficiente que determinó la precipitación efectiva (Hussain y Al-Jaloud, 1998). La ecuación resultante quedó expresada como la relación entre el rendimiento en kg de materia seca y el total de agua recibida.

$$\text{EUA (Kg mm}^{-1}\text{)} = \text{Rendimiento (Kg MS)} / \text{Total de agua recibida (mm)}$$

El diseño estadístico fue en bloques completamente aleatorizados (Steel y Torrie, 1997) con tres repeticiones. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y cuando existieron diferencias entre medias fueron tratados mediante el método LSD de Fisher. Para la evaluación se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Producción de materia seca acumulada

Para poder analizar el efecto del riego (ya sea con agua de efluentes domiciliarios o con agua de perforación) frente a un testigo sin riego, se examinó la acumulación de la materia seca de alfalfa en todo su ciclo de producción, estos resultados se presentan en la Figura 4.

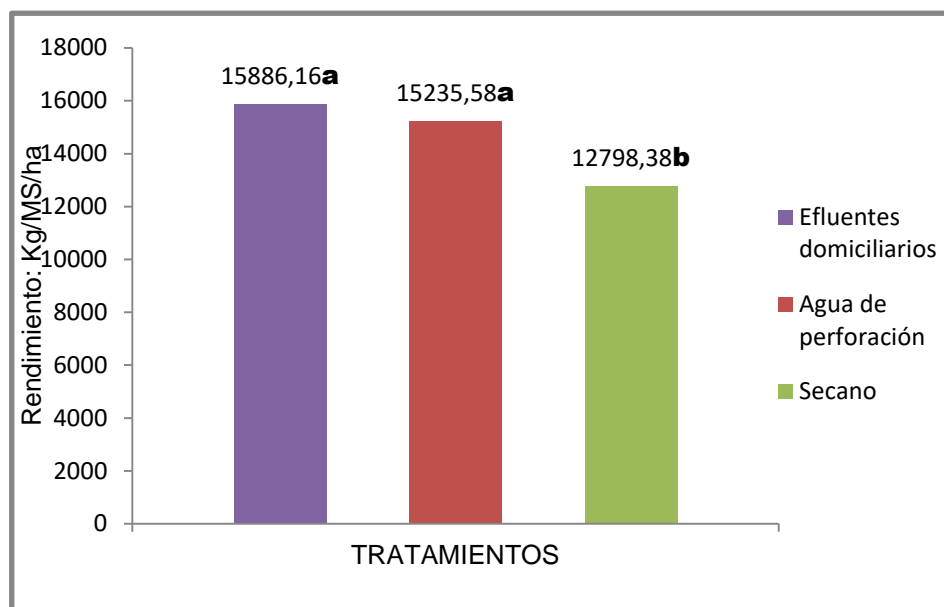


Figura: 4 Producción total de materia seca en alfalfa (kg MS/ha/año), para los diferentes tratamientos.

En la Figura 4 se observan diferencias estadísticamente significativas en la producción de materia seca favorable a los tratamientos que recibieron el aporte de agua, en comparación con el testigo donde la producción cayó aproximadamente $3000 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$. No encontrar diferencias en los tratamientos con riego, a pesar del aporte de nitrógeno y fósforo del agua de efluentes domiciliarios (cuadro 1 y 2) probablemente se deba al tipo de suelo y porcentaje de estos nutrientes en el suelo del ensayo (cuadro3).

Las diferencias encontradas en la producción de biomasa de alfalfa con y sin riego coincide con Collino *et al.* (2005), quienes explicaron sus resultados al hecho de que con un estrés hídrico moderado la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFA_i) se redujo entre un 14 y 23%, aunque sin disminuir la Eficiencia del uso de radiación (EUR), lo que indica que solo se afectó el proceso de expansión foliar. Como consecuencia el cultivo no logro una cobertura completa y no

pudo aprovechar la totalidad de la radiación incidente. Cuando el estrés hídrico es severo la RFA_i cae en un 40% y disminuye no solo la cobertura si no también la EUR, lo cual indica que hubo un cierre estomático.

b) Producción de materia seca por corte

Para poder analizar lo ocurrido con la producción de materia seca durante el ciclo del cultivo se presentan los valores medios de biomasa de alfalfa en cada corte afectada por los diferentes tratamientos. Puede observarse que en el primero, quinto y sexto corte hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 5: Valores medios de biomasa de alfalfa (Kg MS.ha⁻¹) en cada corte, afectada por los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS DE RIEGO	FECHA DE CORTE					
	22/10/2008	21/11/2008	29/12/2008	04/02/2009	20/03/2009	11/05/2009
Con efluentes domiciliarios	3367.3a	2924.4a	3310.2a	2432.6a	2461.2a	1382a
Con agua de perforación	2551 b	2216.3a	3989.7a	2763.2a	2338.7a	1371.4a
Testigo sin riego	2469.3 b	2118a	3381.6a	2293.8a	1502 b	995.9 b
C.V. (%)	18,5	22,15	18,1	21,14	15,87	10,61
Probabilidad	0,0155	0,0779	0,1734	0,3191	0,0005	0,0003

Para comprender los valores obtenidos, en la figura 5 se presenta la producción de biomasa de alfalfa por corte junto con la precipitación acumulada en ese periodo.

Se observa que en el primer y segundo corte la producción de materia seca de la leguminosa que fue regada con agua de efluentes domiciliarios es mayor, aunque estas diferencias en el segundo corte no fueron estadísticamente significativas. En el tercero y cuarto corte no hubo estadísticamente diferencias en la producción de biomasa, lo cual está relacionado con las altas precipitaciones (261 mm acumulados hasta el tercer corte y 133 mm hasta el cuarto corte) siendo el aporte de agua igual para los tres tratamientos ya que no se realizaron riegos en todo este período.

En los dos últimos cortes, donde se debieron realizar riegos para mantener el nivel de agua a capacidad de campo, los tratamientos regados tanto con efluentes domiciliarios como con agua de

perforación tuvieron una mayor producción de forraje en comparación con el testigo, siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

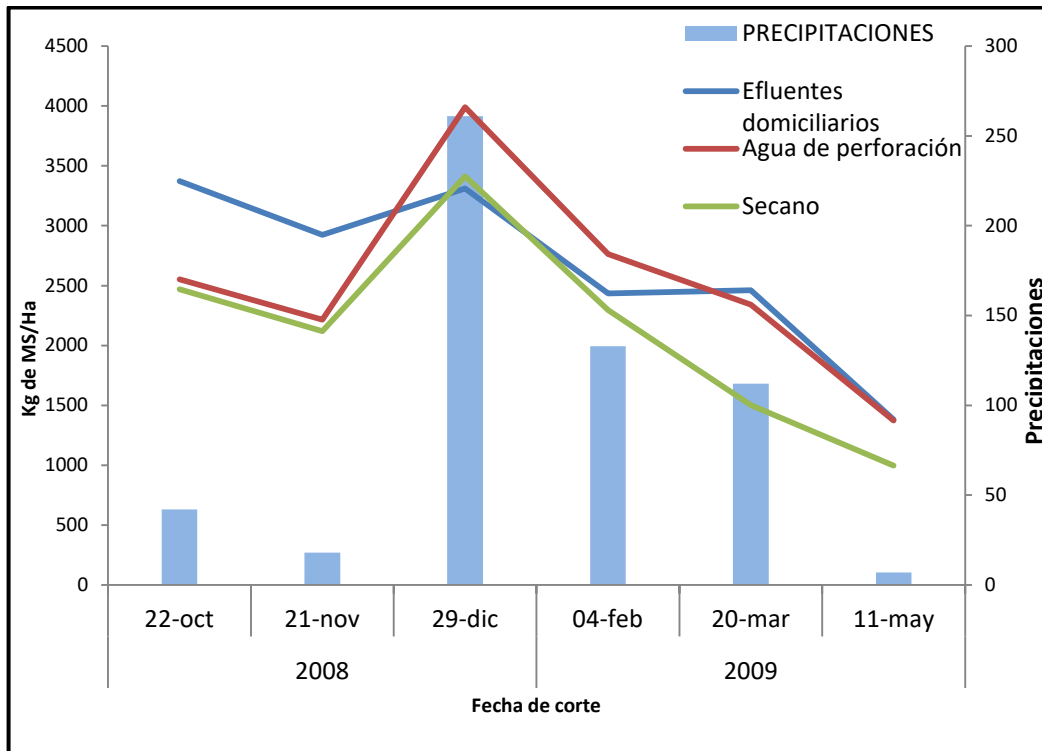


Figura 5: Producción de materia seca de alfalfa por corte y precipitaciones a lo largo del ciclo de producción, para los tres tratamientos en estudio.

Esto muestra que a medida que el contenido de agua en el suelo aumenta, la producción de materia seca también aumenta, lo cual concuerda con lo dicho por López, *et al.* (1997), quienes afirman que la producción potencial de forraje requiere de una disponibilidad no limitante de agua para satisfacer la transpiración del cultivo.

c) Eficiencia de uso del agua (EUA)

Como la principal limitante para la producción agropecuaria es el agua, la alfalfa, al ser un cultivo perenne posee una alta demanda hídrica y, a la vez resulta ineficiente en el uso del agua (Grimes et al., 1992).

En el Cuadro 5 se muestra la eficiencia del uso del agua, en kg de MS producida por milímetro de agua consumida en cada uno de los tres tratamientos.

Cuadro 6: Eficiencia de uso del agua.

TRATAMIENTO	EUA Kg mm ⁻¹
Efluentes domiciliarios	19,04 b
Agua de perforación	19,22 b
Testigo	22,56 a

Se puede observar en el Cuadro 6 que la mayor eficiencia de uso del agua fue lograda por el testigo, produciendo una mayor cantidad de forraje por milímetro de agua consumido en comparación con los que recibieron el aporte de láminas de agua tanto sucia como limpia. Resultados similares fueron encontrados por Collino *et al.*, (2005), donde la EUA aumentaba a medida que se incrementaba el nivel de estrés hídrico. Este tipo de relación significa que la producción de materia seca se reduce menos que el consumo de agua.

d) Desarrollo fenológico de alfalfa para el periodo de rebrote de otoño

La expresión de cada estadio fenológico es un resultado de la historia ambiental y fisiológica del cultivo, que si bien es simple definir el momento de utilización en base al 10% de floración no se tienen en cuenta esos antecedentes. Fundamentándose en estos conceptos Kalu y Fick (1981) establecen un método que se basa en la altura y la presencia de diversos órganos en el tallo. De este modo, describen 10 estadios de madurez divididos en tres estados vegetativos, dos de botón floral, dos de floración y tres de fructificación. A partir de esto se calcularon los índices de estadio medio de la pastura (EMP).

La pendiente de la regresión lineal entre la EMP y los días transcurridos desde el corte determinó la tasa de desarrollo de la pastura.

La siguiente figura muestra la variación del estado medio de la pastura (EMP) a medida que transcurren los días después del rebrote.

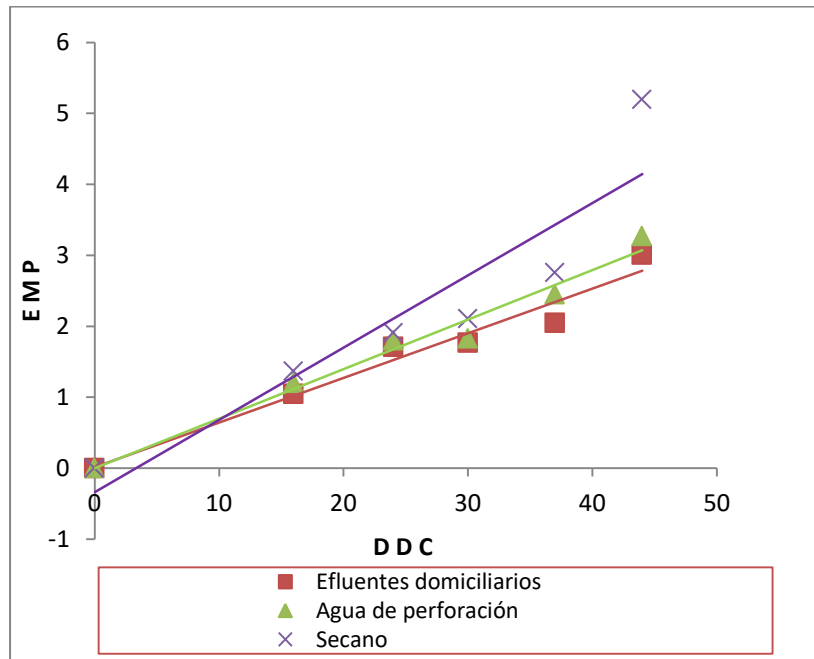


Figura 6: Evaluación del estado medio de la pastura (EMP) y días después del corte (DDC), para los 3 tratamientos.

Como se puede observar en el Figura 6 el estadio medio de la pastura no difiere mucho entre tratamientos en los primeros 10 a 20 días de producido el rebrote de la leguminosa. Las diferencias se hacen más marcadas a partir de los 20 días en adelante y siempre el testigo con un mayor EMP en comparación con los demás tratamientos. Estos resultados estarían demostrando que, al comienzo del rebrote, cuando la demanda de agua es menor, no se encontraron diferencias entre los tratamientos, pero a medida que las plantas aumentan su biomasa, aumenta la transpiración y por lo tanto la necesidad de agua es mayor, haciendo que aquellas plantas que tienen un déficit hídrico se desarrollan más rápidamente.

Esto puede ser explicado con el Cuadro 7 donde se observa la tasa de desarrollo para los diferentes tratamientos con sus respectivos estadios medio de la pastura.

Cuadro 7: Estado medio de la pastura (EMP) y tasa de desarrollo (TD) de alfalfa regadas y del testigo que creció en condiciones de secano.

TRATAMIENTO	EMP	TD
Efluentes domiciliarios	3,01	0,0630
Agua de perforación	3,27	0,0698
Testigo	5,2	0,1019

Con lo dicho anteriormente y observando la tasa de desarrollo que tuvieron los diferentes tratamientos podemos ver que el testigo creció a una mayor tasa en comparación con los regados, con lo cual llegó antes al 10% de floración, mientras que no hubo diferencias en los dos tratamientos con riego.

Resultados similares fueron encontrados por Spada *et al.* (2007) donde describieron el desarrollo fenológico de dos cultivares de alfalfa creciendo en tres niveles de humedad del suelo: secano y riego para mantener un 30% y 60% de agua útil y encontraron que en secano llegaron al momento óptimo de utilización aproximadamente una semana antes. Por su parte, Sulc *et al.* (1999) y Sanderson y Wedin (1989), encontraron que con menores niveles de humedad en el suelo el cultivo de alfalfa se desarrolló más rápido.

e) Contenidos de nitratos y fosfatos en el suelo

Así como la duración del periodo libre de heladas regula la longitud del ciclo anual de crecimiento, la disponibilidad de agua y nutrientes condiciona la capacidad de conversión de la energía solar (radiación) en materia seca, con tasas dependientes de la temperatura y otros factores según el manejo realizado. Los nutrientes provistos por el suelo, los fertilizantes y otros procesos biológicos tienen un papel preponderante en el destino productivo de la pastura (Melegar *et al.*, 2000).

Como la leguminosa responde ante el agregado de nutrientes especialmente el fósforo cuando éste se encuentre deficitario, fue necesario la verificación del estado nutricional del suelo a través de la distribución de nitratos y fosfatos a diferentes profundidades

Quintero y Boschetti (2007), observaron que la alfalfa alcanza los máximos rendimientos con más de 25 ppm de P en el suelo; valores inferiores deprimen el crecimiento de manera significativa.

De acuerdo con la información brindada en el Cuadro 3 los niveles de fosfatos superan ampliamente el nivel crítico que se mencionó, con lo cual podemos concluir que el fósforo en ninguno de los casos se presenta como un factor limitante como para producir una depreciación en el rendimiento de la leguminosa.

En cuanto al nitrógeno, podemos ver que a profundidad de 40 a 60 cm no presenta diferencias el tratamiento con agua de efluentes domiciliarios y el tomado como testigo, con lo que podemos concluir que no hay acumulación de nitratos en profundidad.

f) Calidad de la biomasa

Como último objetivo se planteo el análisis de calidad de la biomasa forrajera para determinar si el uso de agua de efluentes domiciliarios producía algún efecto en la calidad de la leguminosa. Analizando los componentes que se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8: Análisis de calidad de la biomasa forrajera del cultivo de alfalfa para los 3 tratamientos.

COMPONENTES ANALIZADOS EN %	Secano	Efluentes domiciliarios	Agua de perforación
Cenizas	9.66	11.61	11.19
Proteína Bruta (PB)	25.12	25.5	25.72
Fibra Detergente Neutro (FDN)	32.28	31.19	32.9
Contenido Celular (CC)	67.72	68.81	67.1
Fibra Detergente Acido (FDA)	24.63	26.09	22.83
Lignina Detergente Acido (LDA)	5.03	4.91	5.33
Digestibilidad. Química (Van Soest)	66.14	68	63.77
Energía Metabólica (EM) Mcal/Kg.M.S	2.39	2.45	2.3

Atendiendo a los datos de suelo mostrados anteriormente donde los niveles de fósforo y nitrógeno no son limitantes en ninguno de los tres tratamientos y observando el Cuadro 8 donde los tratamientos no muestran diferencias, concluimos que debido al excelente contenido nutricional del suelo la calidad de la leguminosa es similar en los tres casos.

Resultados semejantes fueron encontrados por Spada (2003). Dado la alta calidad del forraje, su mejoramiento por el efecto del riego no sería un factor determinante al momento de decidir sobre esta técnica.

CONCLUSIONES

En las condiciones que se realizó el ensayo, la evaluación de la biomasa aérea de la leguminosa, el desarrollo fenológico y la eficiencia de uso del agua permitió alcanzar las siguientes conclusiones:

- La producción de biomasa fue similar tanto para el tratamiento con agua de efluentes domiciliarios como en el que se uso agua de perforación, pero no ocurrió lo mismo con el testigo que solo recibió el agua proveniente de las precipitaciones por lo cual su producción fue menor. Con esto podemos concluir que riegos con agua de efluentes domiciliarios puede usarse sin ningún problema para la producción de alfalfa produciendo rindes iguales o superiores a los producidos cuando se riega con agua de perforación.
- Las diferencias en la producción de materia seca total se deben al aporte de agua y no a la calidad de la misma, debido a que el suelo en el cual se cultivó alfalfa tiene muy altos contenido de nutrientes, en especial de fósforo, unos de los elementos que explica las mayores diferencias en producción cuando hay deficiencias. Por lo cual sería conveniente el desarrollo de un ensayo similar en otro tipo de suelo.
- En cuanto al análisis de la calidad de biomasa tampoco se encontró diferencias. La calidad de la misma no presento variaciones entre tratamientos que recibieron el aporte de agua y el testigo el cual creció en condiciones de secano, debido a que el contenido de nutrientes presentes en el suelo se encontraba muy superior a los niveles críticos del cultivo, no presentando así ningún tipo de deficiencias.
- Fenológicamente pudimos ver que el testigo fue desarrollándose a una mayor tasa de crecimiento que los tratamientos regados, por lo cual su estadio medio de la pastura fue mayor que los demás tratamientos alcanzando el momento de utilización con anticipación a los demás.
- Teniendo en cuenta que el suelo se encontraba con un nivel óptimo de nutrientes en solución, no se encontró diferencias significativas en el crecimiento y fenología de la leguminosa que recibió el aporte del agua de efluentes domiciliarios y la que fue regada con agua de perforación. Finalmente, en base a los resultados del presente trabajo se puede concluir que el agua de efluentes domiciliarios puede ser utilizada para la producción de

alfalfa sin que la misma cause efectos sobre la contaminación del suelo, por lo cual es una especie apta para la aplicación de filtro verde.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R. G.; L. S. PEREIRA, D. RAES y M. SMITH. 1998. Reference evapotranspiration (ET_o). In: FAO (ed) **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. p: 35-92
- BARCELO PEREZ C. 2003. **Aguas de consumo y aguas servidas en la vivienda**. En: www.cepis.org.pe/plataforma/arquitectura/clase81/clase81.htm. Consultado 03-03-2009.
- BARTONE (1990). **International perspective on water management and wastewater reuse – Appropriate Technologies**. IAWPRC Biennial International Conference and Water Reuse Seminar, Kyoto, Japón. 12p.
- BORG, H. y D. W. GRIMES. 1986. **Depth development of root whit time: an empirical description**. Trans. ASAE 29: 194-196.
- BUSTAMANTE, L. 1990. **Environ. Geol. and Water Sciences**. 16 (3):197-185.
- COMISION PROVINCIAL DE APROVECHAMIENTO HIDRICO 2009. En: <http://www.lapampa.gov.ar /podEjecutivo/CCopahi.htm>. Consultada 03/03/2009.
- COLLINO, D.J.; DARDANELLI, J.L.; DE LUCA, M.J. y R.W. RACCA. 2005. Temperature and water availability effects on radiation and water use efficiencies in alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Aust. J. Exp. Agric.** 45:383-390.
- DOORENBOS, J. y A. H. KASSAN. 1979. **Yield response to water**. FAO **Irrigation and Drainage**. 133p.
- GRIMES, D. W., P. L. WILEY, y W. R. SHEESLEY. 1992. **Alfalfa yield and plant water relations with variable irrigation**. **Crop Sci**. 32: 1381-1387.
- HERNÁNDEZ MUÑOZ, A., A. HERNANDEZ LEHMANN y P. GALÁN MARTÍNES 1996. **“Manuel de depuración Uralita”**. Ed. Paraninfo. 429 pág. España.
- HUSSAIN, G. y A. A. AL-JALOUUD 1998. **Effect of irrigation and nitrogen on yield components and water use efficiency of barley in Saudi Arabia**. **Agric. Wat**. 36: 55-70.
- INFOSTAT, 2009. Infostat/profesional, Version 2009p1. Software Estadístico. Grupo infostat/FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- KALU, B. A. y G. W. FICK. 1981. **Quantifying morphological development of alfalfa for studies of herbage quality**. **Crop Sci** 21:267-271
- LÓPEZ, J.; L. DARDANELLI, D. COLLINO, R. SERENO y R. W. RACCA. 1997. Efecto del grado de reposo invernal sobre la producción, consumo y eficiencia del uso del agua en alfalfa cultivada bajo riego. **RIA** 28 (2): 41-48

- MELEGAR, R., J. LAVANDERA y M. CAMOZZI. 2000. **Alfalfa: la fertilización balanceada es la clave para la productividad**. In: AAPRESID (org) **Jornadas de intercambio técnico – Pasturas en siembra directa**-, p: 52-59
- MUÑOZ D. y F. FRANCISCO. 1997. **Descripción físico-biótica y diagnóstico ambiental del valle de Mezquital**. H 60. Seminario de uso de aguas residuales para riego. "Problemática del valle de Mezquital". Universidad Nacional Autónoma de México. p: 1-4.
- NATIONAL ACADEMY OF PRESS (NAP) 1996. Use **of reclaimed water and sludge in food crop production**. <http://www.nap.edu/readingroom/books/sludge/summary.html>. Consultado: Febrero del 2009.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 1989. **Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en Agricultura y Acuicultura**. Serie de Informes Técnicos 778. Ginebra, Suiza. 59p.
- QUINTERO C. E y N. G BOSCHETTI 2007. Fertilización fosfatada de pasturas en implantación en suelos de Entre Ríos (Argentina). **Ciencia del Suelo**. AACCS. 13(2):60-65.
- ROSSANIGO, R. O., M. del C. SPADA y O. A. BRUNO. 1995. **Evaluación de cultivares de alfalfa y panorama varietal en Argentina**. In E. H. Hijano y A. Navarro (eds). La alfalfa en la Argentina. ISSN 0327-3377. INTA. Enc. Agro de Cuyo, Manual N° 11. Cap. 4. p: 63-78
- SANDERSON M.A. y W. F. WEDIN 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. **Agronomy Journal** 81: 864-869.
- SHEAFFER, C. C., C. B. TANNER y M. B. KIRKHAN. 1988. **Water relations and irrigation**. p: 373-409 In: A. A. Hanson, D. K. Barnes and R. R. Hill (eds.) **Alfalfa and alfalfa improvement**. Agron. Monograph 29. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- SPADA M. del C. 2003. **¿Cómo se acumula la producción de forraje de alfalfa?** Jornada Técnica Todo Alfalfa. EEA Manfredi INTA (Área Producción Animal), 18p.
- SPADA M. del C.; C. GUZMÁN, y M. TABLADA. 2007. Desarrollo fenológico de cultivares de alfalfa creciendo bajo niveles contrastantes de humedad del suelo en Córdoba, Argentina **APPA - ALPA** - Cusco, Perú, 2007 p:1-5.
- STEEL, R. y H. TORRIE 1997. **Bioestadística: principios y procedimientos**. 2^{da} Edición Mc Graw - Hill. 622p.
- SULC R. M.; K. A ALBRECHT; V. N. OWENS; J. H. CHERNERY. 1999. **Update on predicting harvest time for alfalfa**. In: Proc. Tri-state dairy nutrition conv. For Wayne, p: 167-177.

- VANCE, C. P. 1978. Nitrogen fixation in alfalfa: an overview. In Proc 8th **Annu. Alfalfa Symp.**, p:34-41.
- VILLAFANE R. 1998. **Diseño agronómico del riego**. Fundación Polar y Universidad Central de Venezuela (FAGRO) . Maracay. 147p
- ZUBIZARRETA, J. 1992 **Producción lechera en EE. UU.** Revista CREA n° 156:80-84

ANEXO

PRIMER CORTE Alfalfa: 22/10/2008

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GrMS/Ha	18	0,56	0,42	18,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9997,95	4	2499,49	4,08	0,0233
BLOQUE	2849,54	2	1424,77	2,33	0,1368
AGUA	7148,41	2	3574,20	5,84	0,0155
Error	7959,40	13	612,26		
Total	17957,34	17			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=30,86282

Error: 612,2613 gl: 13

AGUA	Medias	n	
TESTIGO	121,06	6	A
LIMPIA	125,00	6	A
SUCIA	165,17	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

SEGUNDO CORTE Alfalfa: 21/11/2008

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PRODUCCION GrMS	18	0,50	0,35	25,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11549,72	4	2887,43	3,25	0,0471
BLOQUE	5986,95	2	2993,48	3,37	0,0664
AGUA	5562,76	2	2781,38	3,13	0,0779
Error	11564,10	13	889,55		
Total	23113,81	17			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=30,49480

Error: 889,5460 gl: 13

AGUA	Medias	n	
TESTIGO	103,89	6	A
LIMPIA	108,62	6	A
SUCIA	143,32	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,10$)

TERCER CORTE Alfalfa: 29/12/2008

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GrMS/Ha	18	0,49	0,33	18,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12389,38	4	3097,34	3,11	0,0534
BLOQUE	8377,57	2	4188,78	4,20	0,0392
AGUA	4011,81	2	2005,91	2,01	0,1734
Error	12966,45	13	997,42		
Total	25355,83	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=39,39182

Error: 997,4192 gl: 13

AGUA	Medias	n	
SUCIA	162,27	6	A
TESTIGO	165,73	6	A
LIMPIA	195,53	6	A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)***CUARTO CORTE Alfalfa: 04/02/2009****Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GrMS/Ha	18	0,41	0,23	21,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6059,83	4	1514,96	2,26	0,1183
BLOQUE	4387,46	2	2193,73	3,28	0,0705
AGUA	1672,37	2	836,19	1,25	0,3191
Error	8705,66	13	669,67		
Total	14765,49	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=32,27724

Error: 669,6660 gl: 13

AGUA	Medias	n	
TESTIGO	112,48	6	A
SUCIA	119,25	6	A
LIMPIA	135,45	6	A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)***QUINTO CORTE Alfalfa: 20/03/2009****Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

GrMS/Ha 18 0,76 0,68 15,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10767,26	4	2691,81	10,08	0,0006
BLOQUE	2906,73	2	1453,36	5,44	0,0192
AGUA	7860,53	2	3930,26	14,71	0,0005
Error	3472,40	13	267,11		
Total	14239,66	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=20,38498

Error: 267,1076 gl: 13

AGUA	Medias	n	
TESTIGO	73,62	6	A
LIMPIA	114,69	6	B
SUCIA	120,62	6	B

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)***SEXTO CORTE Alfalfa: 11/05/2009****Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GrMS/Ha	18	0,80	0,74	10,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2172,91	4	543,23	12,85	0,0002
BLOQUE	779,04	2	389,52	9,21	0,0032
AGUA	1393,86	2	696,93	16,49	0,0003
Error	549,53	13	42,27		
Total	2722,43	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=8,10942

Error: 42,2712 gl: 13

AGUA	Medias	n	
TESTIGO	48,84	6	A
LIMPIA	67,26	6	B
SUCIA	67,75	6	B

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)***ANÁLISIS INFOSTAT BIOMASA TOTAL****Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

PRODUCCION GrMS 18 0,75 0,67 9,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	193483,70	4	48370,93	9,63	0,0008
BLOQUE	115547,80	2	57773,90	11,50	0,0013
AGUA	77935,90	2	38967,95	7,76	0,0061
Error	65302,47	13	5023,27		
Total	258786,17	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=88,40164

Error: 5023,2668 gl: 13

BLOQUE	Medias	n	
2,00	613,63	6	A
3,00	727,98	6	B
1,00	808,93	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=88,40164

Error: 5023,2668 gl: 13

AGUA	Medias	n	
TESTIGO	625,62	6	A
LIMPIA	746,54	6	B
SUCIA	778,37	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

EFICIENCIA DE USO DEL AGUA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EUA	18	0,70	0,60	11,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	150,43	4	37,61	7,47	0,0024
BLOQUE	103,32	2	51,66	10,26	0,0021
AGUA	47,11	2	23,55	4,68	0,0295
Error	65,43	13	5,03		
Total	215,86	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,79825

Error: 5,0331 gl: 13

AGUA	Medias	n	
SUCIA	19,04	6	A
LIMPIA	19,22	6	A
TESTIGO	22,56	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)