

## Rendimiento y calidad de un cultivo de avena (*Avena sativa* L.) bajo distintas láminas de riego en el NO de Chubut, Argentina

Dellacanonica C <sup>(1)</sup> – Bermejillo A. <sup>(2)</sup> - Morábito J <sup>(2)-(3)</sup>

<sup>(1)</sup> INTA EEA Esquel – Chubut [cdellacanonica@correo.inta.gov.ar](mailto:cdellacanonica@correo.inta.gov.ar)

<sup>(2)</sup> FCA-UNCuyo – Mendoza.

<sup>(3)</sup> INA-CRA Mendoza.

### Resumen

La ganadería bovina es una de las principales actividades agropecuarias en la región NO de Chubut.

La avena, en esta provincia, se cultiva normalmente en condiciones de secano. El cultivo, se utiliza principalmente en la confección de reservas forrajeras para el ganado en el invierno, aunque también se destina a grano con el mismo fin.

Existe desde hace muchos años, un interés creciente de intensificar los sistemas agrícolas buscando aumentar las productividades y la eficiencia en el uso del agua, un bien escaso y clave en la producción. Productores particulares y en asociaciones han adquirido equipos de riego por aspersión. Sin embargo, la falta de experiencias locales en el manejo del riego y en la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos son temas pendientes.

El presente estudio abordó la evaluación del efecto de distintas láminas aplicadas con un equipo enrollador o cañón de riego a partir del estado fenológico de encañazón, sobre la calidad y el rendimiento de un cultivo de avena sin limitaciones de nitrógeno sembrado en el NO de Chubut. El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental Trevelin, dependiente de la Estación Experimental Agroforestal del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Esquel a 43° 7' 8.81" de latitud Sur, 71° 32' 22.36" de longitud Oeste. Se llevó a cabo un cultivo de avena (*Avena sativa* var. *Máxima*) sembrado a fines de octubre de 2011, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, dispuestos en una sola franja, siguiendo la pendiente longitudinal natural del terreno. El tamaño de la unidad experimental fue de 5 m x 24 m (120 m<sup>2</sup>), aunque la parcela regada fue mayor. Los tratamientos consistieron en la aplicación de tres láminas contrastantes: 14 mm, 24,1 mm y 36,1 mm

Los resultados de producción de forraje indican diferencias significativas entre tratamientos a favor de la lámina mayor. Las láminas mayor, intermedia y menor cubrieron, respectivamente, el 61 % 52% y 37 % de los requerimientos hídricos de la etapa encañazón – grano lechoso del cultivo. Queda pendiente el análisis en profundidad de la dinámica del agua en el perfil de suelo, como así también los resultados y análisis de rendimiento en grano y calidad del forraje.

**Palabras clave:** gramínea - forraje - calidad de forrajes - aspersión- humedad de suelo- requerimientos hídricos

## **INTRODUCCIÓN**

La ganadera bovina es una de las principales actividades agropecuarias en la región NO de Chubut. De acuerdo a las estadísticas del Censo Nacional Agropecuario 2002, entre los departamentos de Futaleufú y Cushamen (ambos situados al Nor- Oeste) concentran el 44 % del ganado bovino de la provincia (Dirección General de Estadísticas y Censos Chubut, 2002).

Debido a que la producción de forraje en esta región es sumamente estacionaria y explosiva primavera-estival, cobra gran importancia la obtención de reservas para el resto del año, donde el crecimiento vegetativo es mínimo a nulo.

La avena (en esta provincia) se cultiva normalmente en condiciones de secano. El cultivo se utiliza principalmente en la confección de reservas forrajeras para el ganado en el invierno. Una encuesta agrícola realizada por integrantes de la Oficina de Gestión Agroforestal Trevelin (depto. Futaleufú), reveló que en la última temporada también se destinó parte de la producción de avena a grano, también como alimento suplementario de los animales (Lateulade, 2011).

Existe desde hace muchos años, un interés creciente en la necesidad de aumentar las productividades de los sistemas agrícolas, con eficiencias cada vez mayores en el uso del agua, debido a su rol clave en la producción tanto como bien escaso.

Con estas expectativas, Asociaciones de productores y agricultores particulares han adquirido equipos de riego por aspersión. Sin embargo, la falta de experiencias locales en el manejo del riego y en la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos, representa un tema pendiente.

El presente estudio abordará los efectos de tres láminas contrastantes (14mm, 24.1mm y 36.1mm) sobre la calidad y el rendimiento en un cultivo de avena (forraje y grano) sin limitaciones de nitrógeno sembrado en el NO de Chubut. Las láminas fueron aplicadas con un equipo enrollador o cañón de riego en la etapa comprendida entre encañazón – grano lechoso. Además busca determinar, qué proporción de la ETc cubrió cada una de las láminas aplicadas en la etapa encañazón – grano lechoso; el efecto de las láminas aplicadas en la dinámica de la humedad en el perfil del suelo; la eficiencia de uso del agua por parte del cultivo y un precedente de uso y resultados de esta tecnología sobre un cultivo típico en la región.

Cabe aclarar que este trabajo forma parte de una tesis de posgrado que está en elaboración y se presentarán los resultados preliminares alcanzados hasta el momento. Los resultados de calidad de forraje, de la cosecha de grano y eficiencia de uso del agua por parte del cultivo están aún pendientes.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental Trevelin, dependiente de la Estación Experimental Agroforestal del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Esquel a 43° 7' 8.81'' de latitud Sur, 71° 32' 22.36'' de longitud Oeste.

El cultivo de avena (*Avena sativa* var. Máxima) fue sembrado a fines de octubre de 2011 (duración del ciclo del cultivo 130 días) en siembra directa a razón de 100 kg de semilla ha<sup>-1</sup> (poder germinativo 85 %, pureza 90 %), con una sembradora marca Juber modelo 2018 y

a una distancia de 0,17 m entre hileras. Al momento de la siembra, el cultivo recibió una fertilización de base con un arrancador de composición 9 : 46: 0 4: 6 ( N:P:K Ca: S) a razón de 80 kg ha<sup>-1</sup>. El cultivo antecesor fue un alfalfar de 7 años. El lote entró en barbecho químico en mayo del mismo año, realizándose en dicho momento la aplicación de un herbicida de cobertura total.

Las caracterización del sitio de estudio se realizó mediante la toma de muestras de suelo a tres profundidades: 0 -20, 20 – 40 y 40 – 60, para cada una de las parcelas bajo tratamiento. Las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos del Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), a excepción de las constantes hídricas que fueron determinadas por el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Bariloche. Los resultados de dichos análisis se resumen en cuadro 1. Los datos presentados en dicho cuadro son datos promedio por estrato para todo el sitio bajo estudio.

**Cuadro 1.** Resumen de las características físico – químicas del lote bajo ensayo.

Estrato (cm)	Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	pH (1:1)	CE dS/m (1:5)	CIC (meq 100 g <sup>-1</sup> )	MO % <sup>(1)</sup>	N total %	C (%)	Relac C/N
0-20	0,83	5,7	0,31	94,09	11,82	4,92	6,87	1,55
20-40	0,89	5,9	0,19	90,96	9,15	2,88	5,32	1,95
40-60	0,97	6,0	0,18	80,50	5,92	1,98	3,44	1,74

Estrato (cm)	P disp. mg kg <sup>-1(2)</sup>	K (meq 100 g <sup>(-1)</sup> )	Na (meq 100 g <sup>-1</sup> )	Ca (meq 100 g <sup>-1</sup> )	Mg (meq 100 g <sup>-1</sup> )	Humedad en Capacidad de Campo %	Humedad en Punto de Marchitez Permanente %	Agua útil %
0-20	7,31	1,50	16,18	16,67	7,19	38,5	18,1	20,4
20-40	3,14	0,73	16,47	15,06	6,78	30,6	17,2	13,3
40-60	2,75	0,44	16,65	14,67	8,22	27,7	14,5	13,2

(1) Método de Davies, por combustión seca

(2) P. Olsen

Estos datos están en coincidencia con aquellos reportados por Ortiz (1976), Colmet Dâage et al (1988) y Colmet Dâage (1993) para la descripción general de la zona.

Para el riego se dispuso de un cañón o enrollador marca Irri – Ar (origen Italia), modelo 100 / 330, acompañado por una tractobomba acoplada a un motor marca Deutz F4L 2011, 2300 r.p.m. modelo MDAR 224 con equipamiento estándar. La bomba corresponde a una Rovatti F43K80 / 3 – E. El equipo dispone de un odómetro y dos tablas específicas necesarias para su operación. Para la aplicación de las láminas correspondientes a los tratamientos se utilizó la boquilla 28.

La caracterización físico química del agua de riego se realizó en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cuyo con los siguientes resultados (cuadro 2):

**Cuadro 2.** Resultados físico – químicos del análisis de agua de riego

pH	CE	Na	K	Ca	Mg	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	μS	me L <sup>-1</sup>	me L <sup>-1</sup>	me L <sup>-1</sup>	me L <sup>-1</sup>				
<b>8,45</b>	<b>48</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>0,35</b>	<b>0,15</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,25</b>	<b>0</b>

El tamaño de la unidad experimental considerado fue de de 5 m x 24 m (120 m<sup>2</sup>) (aunque la parcela regada fue mayor) en un diseño de bloques al azar dispuestos en una sola franja siguiendo la pendiente longitudinal natural del terreno. El factor de bloqueo lo constituyó la pendiente, con una zona alta (bloque 1), zona media (bloque 2) y zona baja (bloque 3).

Tres láminas distintas, 14 mm (lámina menor), 24.1mm (lámina intermedia) y 36.1 mm (lámina mayor), suministradas en cuatro oportunidades al cultivo de avena durante la etapa comprendida entre el estado fenológico de encañazón y grano lechoso (28/12/2011 al 01/02/2012) constituyeron los tratamientos. Estas láminas teóricas (de tabla) se aplicaron con el enrollador o cañón de riego, utilizando siempre la misma boquilla. Combinando las marchas y el comando de apertura de la turbina, se reguló la velocidad de retroceso del equipo y por ende la intensidad de agua precipitada (lámina).

A campo se determinó la intensidad de precipitación y la uniformidad de distribución del riego a través de la instalación de recipientes colectores (Merriam y Keller, 1978) en una de las repeticiones de cada tratamiento. Los recipientes colectores fueron dispuestos en sentido perpendicular a la trayectoria de retroceso del equipo enrollador a nivel de suelo. De esta manera se obtuvo el dato de la precipitación real y efectiva que llegó al mismo.

Los datos meteorológicos de temperatura de aire exterior (°C), lluvia caída (mm), velocidad de viento promedio (km h<sup>-1</sup>), y humedad relativa de aire exterior (%) se obtuvieron de la estación meteorológica Pegasus, número de serie 1483, instalada en el Campo Experimental Trevelin en inmediaciones del lote donde se ubicó el ensayo (página on – line: <http://200.69.240.233:8080/pegasus2/Principal.aspx>).

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) se calculó de acuerdo a la ecuación de Penmann – Monteith (Al – Kaysi et al, 1997) con datos de radiación faltantes sugerida en la publicación FAO 56 (Allen et al., 2006). Para el cálculo de la precipitación efectiva se utilizó la ecuación de Anderson para cada evento: Ppe = (Pp (mm) - 12) \*0.8 (Chambouleyron, 2005) donde Pp es el dato de las precipitaciones expresadas en mm. En el balance hídrico, la evapotranspiración de referencia, se multiplicó por el coeficiente del cultivo (kc) de acuerdo a la etapa promedio en que se encontraba el cultivo según los datos sugeridos por FAO 56 (Allen et al., 2006) y se le restaron las precipitaciones ocurridas durante ese mismo período de tiempo (Neal et al, 2011).

De acuerdo a ello, se utilizó un kc = 1.1 (mitad del cultivo) durante los primeros 17 días del período considerado y luego un kc = 0.7 (mitad tardía del cultivo) para los 16 días restantes. De esta manera, la evapotranspiración del cultivo (ET) para el período comprendido entre encañazón y grano lechoso resultó ser la sumatoria de la evapotranspiración diaria (ET<sub>o</sub>), multiplicada por el kc menos la precipitación efectiva (Ppe): ET=(ET<sub>o</sub> x kc)- Ppe.

El seguimiento de la humedad de suelo se realizó mediante muestreo con barreno, a tres profundidades 0 – 20, 20 – 40 y 40 – 60, en cada una de las parcelas, 24 hs posteriores a la finalización del riego. Se determinó el contenido de humedad a través del método gravimétrico.

Posterior al último riego se esperó una semana para realizar la cosecha del material para la evaluación de producción y calidad de forraje (cultivo en estado de grano lechoso) y 25 días más tarde se cosechó el material para la evaluación del rendimiento en grano.

Dentro de la parcela de 120 m<sup>2</sup>, al momento de cosecha y en ambos casos (tanto para la evaluación del forraje como del grano), se tomaron cuatro submuestras (Philipp et al, 2005) siguiendo el procedimiento del muestreo aleatorizado sistemático. Las submuestras para la evaluación de forraje se obtuvieron utilizando marcos de 0.3 m x 0.6 m. En el caso de la cosecha del material para la evaluación de grano se utilizaron marcos de 1 m x 1 m.

Para obtener el dato de rendimiento se sumaron tanto los pesos como las superficies cosechadas de las submuestras y luego se proyectó al dato de kg materia seca (MS ha<sup>-1</sup>) por hectárea, para cada repetición y tratamiento. Es decir: peso submuestra 1 + peso submuestra 2 + peso submuestra 3 + peso submuestra 4 = peso cosechado (kg MS) en 0.72 m<sup>2</sup> ((0.3 m x 0.6 m) x 4 = 0.72 m<sup>2</sup>). Si en 0.72 m<sup>2</sup> se cosecharon “x” kg MS, en 10000 m<sup>2</sup> (= 1 ha) = kg MS ha<sup>-1</sup> = (10000 m<sup>2</sup> x “x” kg MS) / 0.72 m<sup>2</sup>.

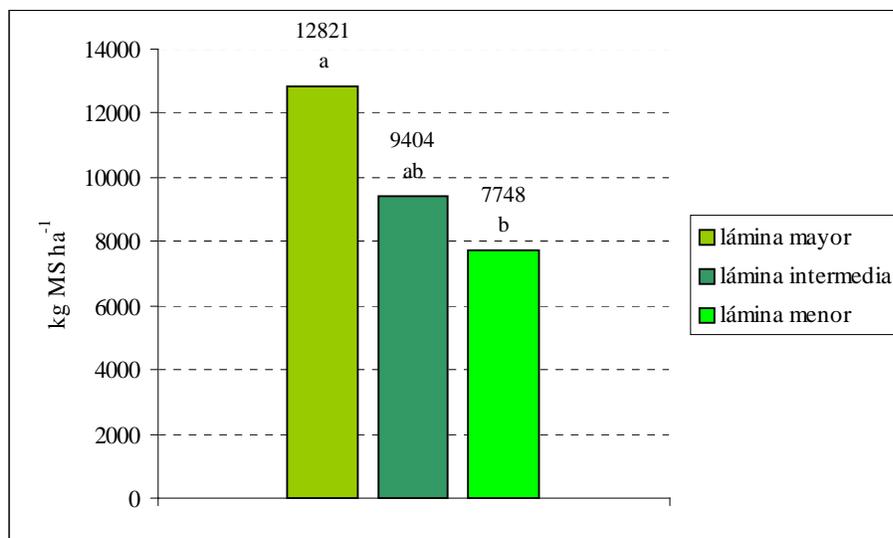
Para el caso de las determinaciones de calidad, se formó una sola muestra compuesta por fracciones de cada submuestra cosechada hasta reunir 1 kg. de materia seca en total por repetición y por tratamiento.

Los datos obtenidos hasta el momento fueron analizados en un ANOVA con la ayuda del software estadístico InfoStat versión 2010 (Di Rienzo et al, 2010).

## **RESULTADOS (preliminares) y DISCUSIÓN**

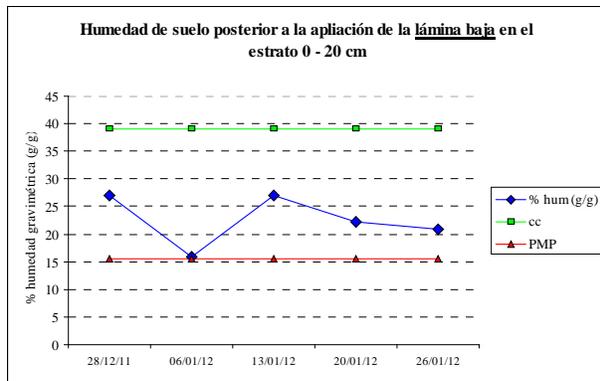
A continuación se presentan en forma gráfica parte de los resultados obtenidos hasta el momento. En ellos podrá observarse el rendimiento en kg MS ha<sup>-1</sup> obtenidos para cada tratamiento (gráfico 1), y el efecto de las láminas aplicadas en el % de humedad de suelo determinado por gravimetría 24 hs después de la aplicación de cada lámina y en cada uno de los estratos considerados: 0-20 cm, 20 – 40 y 40 – 60 cm. (gráficos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, y 10). En el gráfico 11 se representa la demanda evapotranspirativa del cultivo calculada para la etapa comprendida entre encañazón y grano lechoso.

**Grafico 1.** Producción de forraje de avena (kg MS ha<sup>-1</sup>) en función de las láminas de riego aplicadas. Letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05)

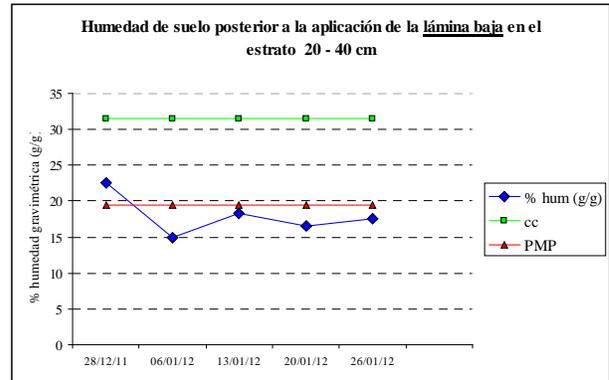


Los resultados de producción de forraje de avena ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) presentados en el gráfico 1 muestran diferencias significativas entre los tratamientos de lámina mayor a y menor pero no respecto de la intermedia

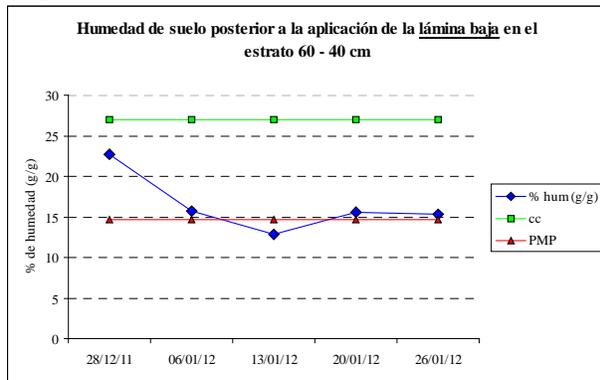
**Gráfico 2.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina menor en el estrato 0 – 20 cm



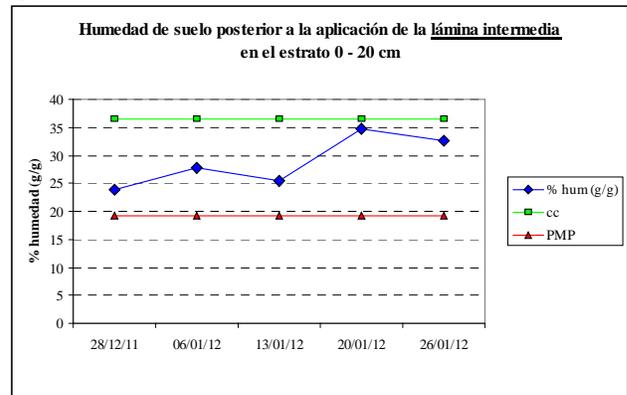
**Gráfico 3.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina menor en el estrato 20 – 40 cm



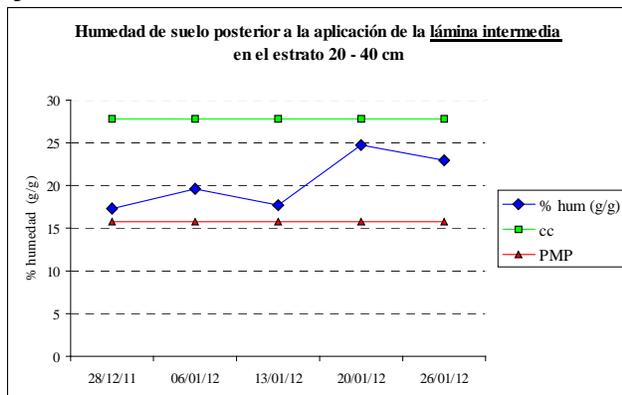
**Gráfico 4.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina menor en el estrato 40 – 60 cm



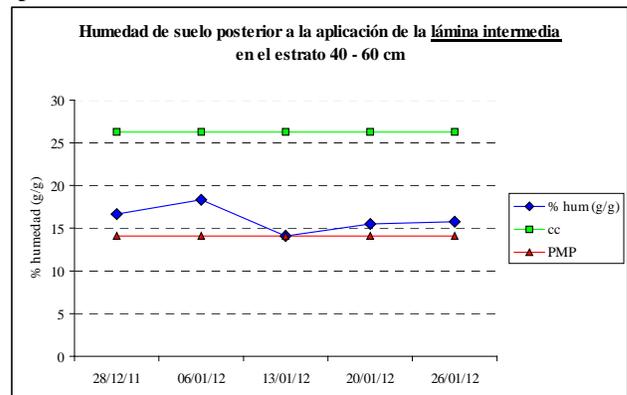
**Gráfico 5.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina intermedia en el estrato 0 – 20 cm



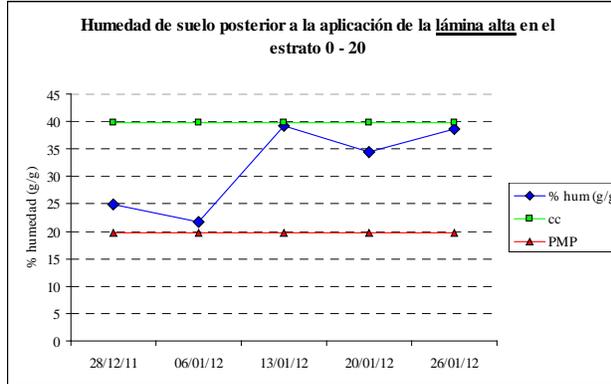
**Gráfico 6.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina intermedia en el estrato 20 – 40 cm



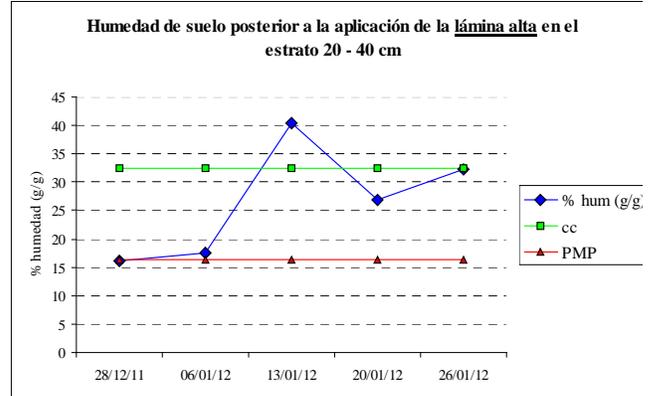
**Gráfico 7.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina intermedia en el estrato 40 – 60 cm



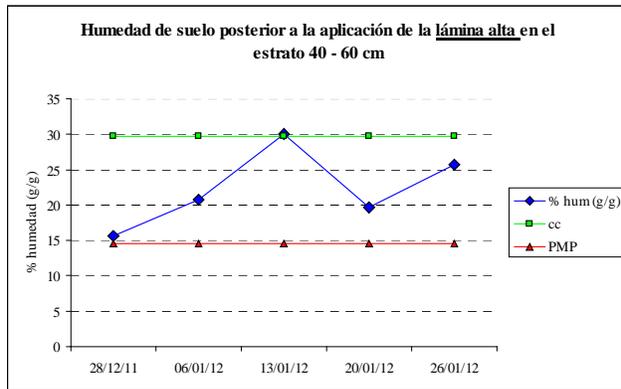
**Gráfico 8.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina mayor en el estrato 0 - 20 cm



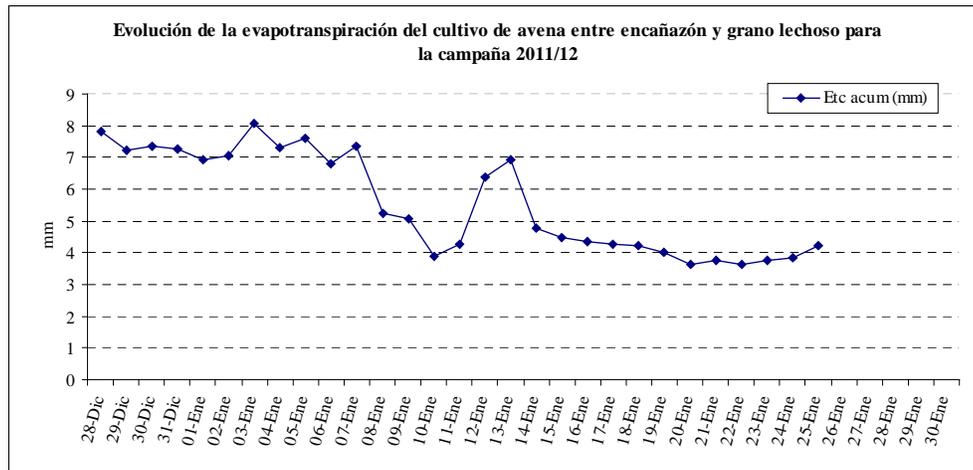
**Gráfico 9.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina mayor en el estrato 20 - 40 cm



**Gráfico 10.** Evolución de la humedad de suelo posterior a la aplicación de la lámina mayor en el estrato 40 - 60 cm



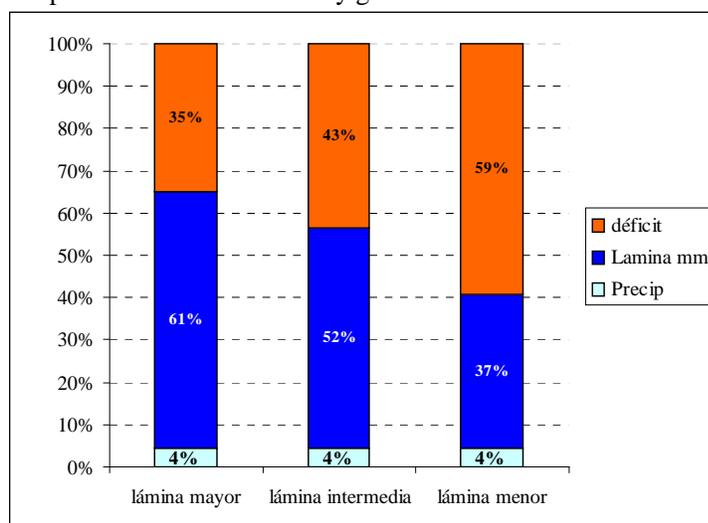
**Gráfico 11.** Evolución de la demanda evapotranspirativa diaria calculada por medio de la ecuación Penman-Monteith con datos de radiación faltante. El período considerado abarca desde encañazón (28/12/2011) hasta una semana antes de la cosecha (01/02/2012) del cultivo en estado de grano lechoso



Tal como se mencionó anteriormente, los resultados de la producción de forraje muestran una diferencia a favor de la lámina mayor, y corresponden a una densidad de 130 plantas m<sup>-2</sup>.

Teóricamente, la lámina mayor, intermedia y menor debían cubrir el 81%, 54% y 31 % respectivamente de los requerimientos hídricos del cultivo durante la etapa comprendida entre encañazón y grano lechoso. Sin embargo, la expectativa de producción de forraje no mostró tales resultados. En el gráfico 12 se presenta la participación real que tuvo cada tratamiento en cubrir los requerimientos hídricos del cultivo en la etapa de interés, resultado de los datos relevados de los recipientes recolectores dispuestos en el suelo para tal fin. También puede apreciarse la fracción de participación de las precipitaciones calculadas de acuerdo a la ecuación para cada evento descrito en la sección de materiales y métodos. La fracción no cubierta por la suma de la precipitación efectiva y las láminas de riego se presenta como déficit.

**Gráfico 12.** Participación de cada tratamiento en cubrir los requerimientos hídricos del cultivo de avena en la etapa comprendida entre encañazón y grano lechoso



De esta manera, las láminas que efectivamente llegaron al suelo, presentaron valores reducidos respecto de las programadas por tabla. Seguramente una fracción de las láminas aplicadas se evaporaron, otras han sido arrastradas por el viento (deriva) y otra parte haya quedado retenida en el follaje, aunque se carece de tal información

Por otra parte, el sistema de riego empleado es muy susceptible a la influencia de la acción del viento, actuando como dispersante de la lámina aplicada, y disminuyendo la eficiencia de aplicación. El coeficiente de uniformidad medio de Christiansen (CUC) calculado entre todos los eventos de riego fue del 67.5 %, en un rango que va desde 46.5 % al 78 %, con una superficie media regada de 2 ha por pasada, un diámetro mojado promedio de 60 m, siendo necesario un solapamiento del 20 % entre pasadas para alcanzar el CUC medio mencionado.

Por otra parte, los resultados presentados en los gráficos 2 a 10 muestran en todos los casos una humedad de suelo inicial, previa a las aplicaciones de riego, relativamente baja en todos los estratos (28/12/2011). Al decidir un riego estratégico para el cultivo tal que pueda suplir los requerimientos de evapotranspiración del cultivo de una etapa determinada, no se prioriza el devolver al suelo una lámina tal que lo lleve a capacidad de campo. Sin embargo, de las láminas aquí ensayadas aquella que estuvo más cerca de lograr que el suelo recupere la capacidad de campo fue la lámina mayor hacia el final de las aplicaciones, y en los estratos 0 – 20 y 20 - 40. Llama la atención el pico que presentan los gráficos 8, 9 y 10 correspondientes al efecto de la lámina mayor en la fecha del 13/01/2012. Esto podría estar reflejando que de haber logrado una lámina efectiva similar a la programada en todas las aplicaciones, el tratamiento de la lámina mayor hubiese superado la capacidad de campo rápidamente. Los picos en descenso que ocurren después, en la fecha del 20/01/2012 también son llamativos en este mismo tratamiento. Curiosamente en dicha fecha la láminas real aplicada fue lo más parecida a la programada, con un valor de lámina media aplicada de 33.64 mm. Sin embargo, no debe olvidarse que en este análisis el sistema suelo no puede considerarse sin contemplar el cultivo que crece por sobre la superficie. Palta (2010) en sus estudios para la zona trigueña de la Pampa Húmeda reporta una concentración del 65 % de las raíces entre los 0.2 y 0.7 m de suelo al momento de encañazón del cultivo aunque Maldonado (2004) reportó en sus estudios del centro – sur de Chile una concentración del 75 % de la masa de raíces del cultivo de trigo en los primeros 30 cm de profundidad del suelo. En dicho estrato, el cultivo extrae entre el 50 % y 60 % de los requerimientos de agua necesarios para su crecimiento. De acuerdo con Palta (2010) podría pensarse en una mayor actividad de raíces para la fecha en respuesta a una mayor recuperación del sistema radical posterior a los primeros riegos.

Es notable el efecto de la lámina menor aplicada en el estrato 0 – 20 cm y cómo evidentemente la misma no tiene un efecto útil para el cultivo en los estratos posteriores (20 – 40 y 40 – 60) al quedar prácticamente el suelo por debajo del punto de marchitez permanente. Nuevamente, esto también podría estar indicando que la mayor concentración de raíces activas del cultivo se encuentre por debajo de los 20 cm y que el escaso recurso de agua que llegara hasta dicho estrato haya sido rápidamente utilizado por el cultivo.

En cuanto a la lámina intermedia (gráficos 5, 6 y 7) parecería obtenerse una mayor respuesta al riego en los dos primeros estratos (0 – 20 cm y 20 – 40 cm) aunque poco efecto de la misma sobre el estrato 40 – 60 cm.

Evidentemente la interacción entre los dos sistemas (suelo y suelo interacción cultivo) amerita mayor indagación para dar una respuesta más acabada al respecto.

## **CONCLUSIONES**

Se presentan aquí los avances alcanzados hasta el momento del proyecto final de tesis. Quedan aún pendientes los resultados de rendimiento de grano, calidad del forraje y eficiencias en el uso del agua.

De los resultados presentados hasta el momento deberá profundizarse en el análisis de la interacción del sistema suelo – cultivo y de su influencia en la dinámica del agua en el perfil.

Futuros trabajos deberán contemplar, a la hora de evaluar las láminas efectivas aplicadas, recipientes colectores a la altura del cultivo, además de los recipientes colectores a nivel de suelo, para poder estimar la fracción de agua precipitada que queda retenida en el follaje del cultivo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Allen R. G, Pereira L.S, Raes D, Smith M. 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO – Serie de Riego y Drenaje No. 56.
- Al-Kaisi M, Berrada A, Stack M. 1997. Evaluation of irrigation scheduling program and spring wheat yield response in Southwestern Colorado. *Agricultural Water Management* 34: 137-148.
- Chambouleyron, Jorge. "*Hidrología agrícola*". 2005 En: Chambouleyron, Jorge. Riego y drenaje (Tomo I). 1a. ed. Mendoza: EDIUNC, p 199-333
- Colmet Dâage F, Marcolin A, López C, Lanciotti M, Ayesa J, Bran D, Andenmatten E, Broquen P, Girardin J, Cortés G, Irrisari J, Besoain E, Sadzawka A, Sepúlveda G, Massaro S, Millot G, Bouleau P. 1988. Características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de la cordillera y precordillera del Norte de la Patagonia. Bariloche. Convenio INTA – ORSTOM. S.C. de Bariloche, Río Negro. 167 p.
- Colmet Dâage F. 1993. Principales areas forestales de Argentina. Productividad elevada y sostenida: dos características favorables en el Cono Sur. *Suelos Forestales* 10: 257 – 269.
- Dirección General de Estadísticas Generales y Censos de Chubut. 2002. [www.estadistica.chubut.gov.ar](http://www.estadistica.chubut.gov.ar)
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2010. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Lateulade J. I. 2011. Oficina de Gestión Agroforestal Travelin (OGA Trevelin - EEA INTA Esquel). En comunicación personal.
- Maldonado I I. 2004. Requerimientos de agua en la producción de trigo. En: Boletín INIA No. 114. Cap. 7: 143 – 158.
- Merriam J. L, Keller J. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management. Utah State University, Logan, UT. 271 pag.
- Neal, J.S, Fulkerson W.J, Hacker R.B. 2011. Differences in water use efficiency among annual forages used by the dairy industry under optimum and deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 98: 759 – 774.
- Ortiz E. 1976. Materia orgánica y nitrógeno en suelos de Patagonia. *IDIA Suplemento* 33: 79 – 83.
- Palta J.A. 2010. Baja eficiencia de absorción de Nitrógeno en trigo ¿ podemos mejorarlo?. En: Avances en ecofisiología de cultivo de granos. Editorial FAUBA. Cap. 8: 169 – 179.
- Phillipp D, Allen V. G, Mitchell R. B, Brown C.P, Wester D. B.2005. Forage Nutritive Value and Morphology of Three Old World Blustems under a Range of Irrigation Levels. *Crop Science* 45: 2258 – 2268