

COLZA, BAJO RIEGO EN MENDOZA RENDIMIENTOS BAJO DISTINTOS REGÍMENES DE RIEGO EN PERÍODOS NO CRÍTICOS

Antonini, C.⁽¹⁾; C. Mirábile;⁽²⁾ Arenas; F. Emli⁽¹⁾.; S. Noreikat;⁽¹⁾ ; Barros, A.⁽¹⁾;
J. Monteleone⁽¹⁾

(1) *Facultad de Ciencias Agrarias*

(2) *Centro Regional Andino- I.N.A*

carlosmirabile@hotmail.com

RESUMEN

La colza, cultivo utilizado desde la antigüedad para la alimentación y la iluminación, en la actualidad tiene como destino principal la obtención de aceite de excelente calidad bromatológica para consumo humano y su harina para uso animal dado su gran tenor proteico. Hoy se agrega el interés de su cultivo para la obtención de biodiesel. Las semillas, tienen hasta un 50% de su peso en materia grasa y rendimientos en Argentina de 1200 a 1500 litros de aceite/ha

Es un cultivo de ciclo invierno-primaveral, de bajo requerimiento hídrico, el cual está siendo estudiado últimamente en nuestra Provincia por la Facultad de Ciencias Agrarias en el oasis Norte) y el Inta en el oasis Centro-La Consulta..

Siendo Mendoza de clima árido donde los cultivos solo prosperan bajo riego, el agua es un recurso restrictivo por excelencia, se hace imprescindible entonces no solo cuantificar sus necesidades hídricas totales, sino también determinar el manejo óptimo del riego en cuanto láminas y momentos de aplicación, a fin de maximizar la ecuación producción por m³ de agua aplicada.

Es importante determinar y cuantificar los ahorros de agua que se puedan realizar durante la fase o período no crítico al estrés hídrico, sin que esto produzca disminuciones en el rendimiento que incidan negativamente en la ecuación económica. Para ello se analizará, durante dos años la respuesta del cultivo al riego diferenciado, aplicándose 4 diferentes tratamientos durante el período no sensible, reponiéndose en todos los casos durante el período crítico el 100% de la demanda evapotranspirativa. Los períodos no sensibles son: Plántula, Roseta y Elongación. Los tratamientos s los siguientes

T1 en donde se aplicara el 100 % de las necesidades hídricas del cultivo y luego tres tratamientos denominados T0, T2 y T3 en donde se aplicaran respectivamente el 125, 75 y 50 % de las mismas.

- A partir de la cuantificación del rendimiento en granos y % de aceite de cada ensayo se podrá determinar el manejo del riego que arroje la mejor relación producción por m³ de agua (eficiencia de uso del agua) como también a cuantificar el factor KY (de sensibilidad al suministro de agua para el período no crítico).
- Esto se aportará valiosa información al conocimiento de la tecnología del cultivo de la colza en zonas áridas bajo riego, lo cual redundara en una mejor difusión y aceptación de los agricultores a desarrollar el cultivo en la zona.

Palabras clave: Colza, Riego deficitario, Producción

INTRODUCCIÓN (*)

La colza, crucífera originaria de Euroasia, es una especie utilizada por el hombre desde la antigüedad, sus primeros usos fueron para la alimentación y la iluminación, en la actualidad el destino principal es la obtención de aceite de excelente calidad en la alimentación humana y también para consumo animal debido a su elevado tenor proteico. A nivel mundial es la oleaginosa de ciclo invierno-primaveral de mayor importancia y expansión en los últimos años. Su cultivo está cobrando cada vez más importancia, previéndose un incremento en las superficies sembradas (Dronne y Gohin, 2005). Desde hace unos años, debido a la producción de biocombustibles, el cultivo cobró un impulso, inusitado como cultivo **bioenergético**, dado que cumple con todos los requisitos de calidad, de acuerdo al estándar europeo (Körbitz, 1999)

En Canadá comienza su mejoramiento lográndose obtener variedades que no son tóxicas para el hombre (bajo porcentaje de ácido erúxico) y que producen un aceite de elevada calidad al poseer bajo contenido de ácidos grasos saturados (la mitad de lo que contiene el aceite de oliva), tiene buen tenor de ácidos omega 3 y omega 6 (no sintetizados por el organismo), por lo que protegen de problemas cardiovasculares, coronarios y del sistema nervioso, como también alteraciones de la vista, baja el contenido de colesterol malo, posee buena cantidad de colesterol bueno, reduce el riesgo de enfermedades como cáncer, diabetes y es rico en vitamina E.

En Argentina, la producción de aceites vegetales, se hace exclusivamente basándose en cultivos estivales. La colza se presenta como una interesante alternativa de producción invernal para una amplia zona, sin embargo el cultivo tiene problemas tecnológicos que no se han podido subsanar debido a la escasa inversión que se ha realizado en investigación y experimentación. Mucha de la tecnología que se está empleando proviene de los principales países productores, con escasa o nula adaptación local.

La Cátedra de Agricultura Especial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N. Cuyo (Mendoza) desde el año 2002 viene realizando ensayos de colza bajo riego con el objetivo de analizar el comportamiento y adaptación de distintas variedades a las condiciones agro ecológicas de nuestra zona. En la Facultad de Ciencias Agrarias, Bajuk Marcos et al, 2004, "Cultivo de Colza bajo Riego en Mendoza", logra la descripción de las fases fenológicas distintos cultivares de colza en siembras escalonadas en el oasis norte y fechas de siembra en las condiciones ecológicas de nuestros oasis.

En Argentina a partir del año 2010 debe usarse en el gasoil un mínimo de 5% de biodiesel. es por esa razón que se hace indispensable realizar estudios de factibilidad de diferentes cultivos alternativos en diversas zonas del país, que nos permitan abastecer las demandas de productos de este tipo para el mercado interno y externo.

Según estadísticas de la SAGYP en las actuales áreas de cultivo del país (zonas de secano), el rendimiento promedio está en el orden 1,3 a 1,6 TN. / ha; ensayos bajo riego realizados en Mendoza por la Cátedra de Agricultura especial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.Cuyo ha determinado en variedades, como impulse, eclipse entre otras, rendimientos de hasta 3,3 veces superiores, según momento de cosecha y mediante la aplicación de 9 riegos

(*) El presente estudio se encuentra en su fase inicial, no obstante se presenta para que se conozcan los objetivos, los cuales se consideran de importancia para la economía de nuestra zona

de 60 a 70mm cada uno, mientras que ensayos del INTA “La Consulta” realizados por el ingeniero Javier Castillo, dentro de la red nacional de evaluación de cultivares de colza arrojan resultados muy favorables, ya que de 21 cultivares estudiados en 7 localidades del país, en la campaña 2007 en “La Consulta” 12 variedades obtuvieron el máximo rendimiento y las 9 restantes ocuparon el segundo lugar ; destacándose las variedades Teddy y Sw 2836 con 3900 y 3620 kg/ha . El promedio global de rendimiento en La Consulta fue de 3200 Kg./ha aproximadamente, el doble de la media del país.

Todo lo expresado demuestra la importancia de continuar y profundizar las líneas de investigación actuales en las zonas bajo riego, ya que al ser el cultivo de ciclo invierno-primaveral y demandar bajas exigencias hídricas, podría desarrollarse en Mendoza con ventajas comparativas usando el recurso hídrico en la época de menor demanda por parte de los cultivos tradicionales.

Al hablar de cultivarla (en zonas áridas) bajo riego, se hace imprescindible no solo cuantificar sus necesidades hídricas, sino también los rendimientos en semilla y aceite que se pueden obtener con distintos manejos del riego en cuanto laminas y momentos de aplicación, todo ello a fin de determinar el manejo que maximice la ecuación Kg. de semilla y o aceite por m³ de agua aplicada, habida cuenta que la variable agua es el recurso restrictivo en las zonas áridas y que su costo es un insumo importante del cultivo por lo que se debe maximizar su acción.

Como todo cultivo nuevo que se quiere introducir en una zona, indefectiblemente deberá competir con otros ya afianzados en la región y de cuyo manejo el agricultor tiene basta experiencia, es por ello que toma vital importancia suministrarle a los agricultores las herramientas y conocimientos necesarios sobre el riego, no en cuanto a las necesidades de agua mes a mes, sino también sobre manejos diferenciales del riego que permitan un ahorro de agua sin disminución económica de los rendimientos a fin de maximizar los beneficios de su implantación. Con esto estaríamos aportando al conocimiento de la tecnología de cultivo de la colza en zonas áridas bajo riego.

OBJETIVOS

Particulares

- Analizar, el impacto de riegos deficitarios, en los períodos no sensibles de la planta al déficit hídrico, sobre el rendimiento en semilla y aceite.
- Aportar información necesaria sobre el riego para el cultivo de la colza en nuestra zona árida.

Generales

- Maximizar los beneficios del riego en cuanto a la producción de semilla y aceite
- Lograr un uso eficiente del escaso recurso hídrico con que cuentan las zonas áridas, logrando un manejo sustentable de las variables suelo y agua.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

En todo cultivo, durante su período de máxima sensibilidad al estrés hídrico (en colza es desde floración a maduración y llenado de grano) los déficit de agua producen severas disminuciones de rendimiento. Los Riegos deficitarios en períodos no críticos no afectan significativamente la producción ni la calidad del aceite en el cultivo de colza. y permiten ahorrar agua.

METODOLOGÍA

El ensayo se lleva a cabo en la Finca de la Facultad de Ciencias Agrarias, sobre la variedad SW 2836, variedad de tipo primaveral, ciclo corto (167 días). La densidad de siembra fue de 6 kg de semilla por hectárea, la distancia entre surcos de 0,70 m., obteniéndose luego de la germinación un stand de 100 plantas/m².

En el estudio se analizan 4 tratamientos (incluyendo el testigo) con 4 repeticiones para cada uno, durante el período de dos años; para ello:

- ❖ Se decidió realizar un diseño experimental en bloques al azar y dentro de ellos repeticiones al azar, por lo que se dispone de 4 bloques que contienen cada uno de ellos 4 parcelas distribuidas al azar (sorteo); siendo 16 el total de parcelas.
- ❖ Sobre un ancho de potrero implantado de 112 surcos se demarcaron 4 bloques formados cada uno de ellos por 28 hileras o surcos de plantación, en donde cada parcela tiene un ancho de 7 hileras (4,9 m) y un largo de 10 m, en las que se evaluará una subparcela efectiva de 10,5 m² (5 m de largo x 2,1 m de ancho) ubicada en el centro geográfico de cada parcela. Es decir de los 7 surcos de la parcela se toman los 3 centrales para conformar la subparcela a fin de evitar los efectos de bordura.

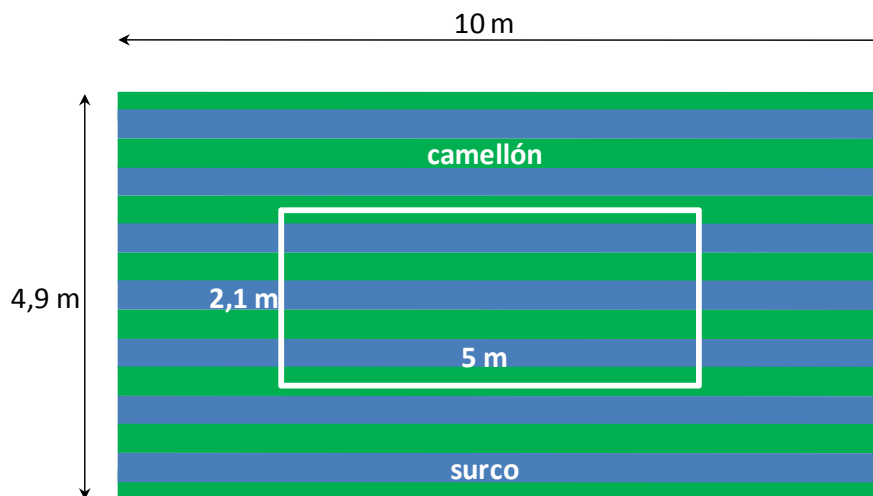


Figura 1: Dimensiones de la parcela (10 * 4,9 m) y de la parcela neta (2,1 * 5 m) (en azul los surcos y en verde los camellones)

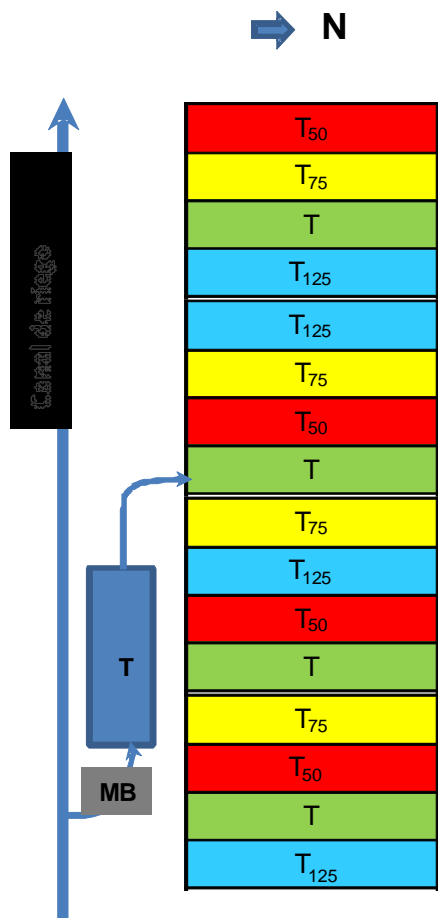


Figura 2: Esquema de los 4 bloques al azar

- ❖ Ensayos de colza realizados en la misma propiedad en los años 2004-2006 y 2007-2009 por Bayuk, Antonini y Lelio, han permitido determinar tres etapas fenológicas bien diferenciadas, ellas son: fase vegetativa (fase 1), reproductiva o crítica (fase 2) y de maduración (fase 3). Por lo que se está estudiando y analizando la fenología del cultivo a fin de conocer perfectamente los momentos de inicio y fin de cada etapa fisiológica, confeccionando la planilla de observaciones donde se registran los cambios morfológicos que se van produciendo y que indican el inicio y final los distintos estadios del cultivo.-
- ❖ Como se ha mencionado se efectuaron 4 tratamientos diferentes de riego durante el período de baja sensibilidad al déficit hídrico que involucra a las Fases 1 y 3 antes mencionadas; ellos son:

T0	se aplica el 125 %	de las necesidades hídricas de dicho período
T1	se aplica el 100 %	de las necesidades hídricas (testigo)
T2	se aplica el 75 %	de las necesidades hídricas
T3	se aplica el 50 %	de las necesidades hídricas

mientras que durante el período sensible al déficit hídrico (Fase 2) se aplica en todas las parcelas el requerimiento hídrico óptimo del cultivo(100% de sus necesidades).- El esquema de los tratamientos a aplicar se presenta en la Tabla n°1

Tabla 1: tratamientos de riego del ensayo planificado

Tratamiento	Fase 1 Vegetativa	Fase 2 Reproductiva (crítica)	Fase 3 Maduración
	Subfases		
	germinación, plántula, roseta, elongación	floración, fructificación, llenado de grano	maduración, caída 1º pétalo, granos negros
T ₀	125	100	125
T ₁	100	100	100
T ₂	75	100	75
T ₃	50	100	50

Para la programación de los riegos se sigue la metodología del balance hídrico, que establece que:

$$\text{Lámina de riego} = \Sigma ((E_{To} * K_c - (p_p * 0,8) - AC)) + d_{per}$$

donde:

E_{to} : evapotranspiración del cultivo de referencia

K_c : coeficiente del cultivo

P_p : lluvia

AC : ascenso capilar = 0 (ya que el agua freática se encuentra a profundidad)

d_{per} : lámina de percolación para asegurar el balance salino en el suelo.

El valor de E_{to} se determina diariamente a partir de los datos de las estaciones meteorológicas más próximas al ensayo que la Dirección de Contingencias Climáticas publica en su página web. Para ello se trazaron los polígonos de Thiessen a partir de las coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas más cercanas a la finca, con el fin de determinar la zona de influencia de cada una de ellas observándose que la finca estaba situada dentro del radio de acción de las estaciones “Montecaseros” y “Tres Porteñas”, por lo que para el cálculo de las láminas de riego se ha partido de la evapotranspiración potencial y la precipitación suministrada dichas estaciones.

Se hace un promedio entre ambas. Dicho valor se calcula con la metodología de Penmann-Monteith. Se usan los valores de K_c , para transformar el valor de E_{to} en E_c.-

El K_c del cultivo se elabora de acuerdo a la metodología de FAO (Guidelines for Computing Crop Water Requirements) teniendo en cuenta las fechas de aparición y el tiempo de duración de las fases fenológicas del cultivo.

La lámina de percolación es la altura de agua necesaria para lixiviar las sales disueltas en el agua de riego y/o en el perfil de suelo explorado por las raíces del cultivo, de acuerdo a niveles predeterminados, su cálculo se efectuará utilizando el modelo Balansal de Mirábile y Fornero (INA) que utiliza las ecuaciones propuesta por Van der Molen (1983):

Se efectuará riego a riego el balance hídrico salino del suelo, para cada tratamiento, utilizando el modelo Balansal antes mencionado, ya se ha realizado el balance luego del primer riego diferencial aplicado (2do riego).

Nota: Inmediatamente después de la siembra, se dio un riego abundante y uniforme a todas las parcelas, con el objeto que el suelo tuviese humedad suficiente por un tiempo prolongado, debido a que en los meses de junio y julio se produce la corta anual y el Departamento General de Irrigación no suministra agua a la red de canales. Es por eso que este primer riego dado el 25 de mayo, no es computado dentro del esquema de riegos diferenciados que sí se producen a partir del segundo riego.

La lámina de riego total se multiplica en los períodos no críticos, con los coeficientes de 1,25; 1; 0,75 y 0,50 según el tratamiento que corresponde regar.

Los intervalos de riego son los mismos para los diferentes tratamientos.

Se realizan los siguientes controles:

del riego: medición de volumen de agua aplicado a cada parcela.

La reposición de las láminas de riego/volumen de agua se efectúan mediante el llenado de un tanque de PVC de 200 litros, el cual es llenado con una bomba de eje horizontal, que toma agua de la acequia de riego que corre perpendicular a las parcelas, la descarga del tanque se produce a través de una manguera conectada al clapé de salida. Para determinar con precisión el caudal que eroga la manguera se medirá el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido y se calculará el caudal como cociente entre volumen sobre tiempo. También se podrá usar directamente la manguera proveniente de la bomba, para lo cual se calculará el caudal de la misma manera.

Una vez conocido el caudal de la bomba se confecciona una planilla de doble entrada que permite conocer el tiempo necesario para aplicar la lámina correspondiente a cada tratamiento:

Al inicio de los riegos se extrajo muestra de agua para determinar su salinidad total, pH y RAS y realizar su clasificación correspondiente.

del estado hídrico del suelo: se aplicó el método gravimétrico tomando muestras de suelo momentos antes y 48 horas después de cada riego en cada subparcela en 1 sitio y a 3 profundidades diferentes (0-30, 30-60 y 60-90 cm). Se obtuvieron 48 muestras de suelo antes del riego y 48 muestras después del riego. Las muestras de suelo se extraen en el interior de la subparcela anteriormente descrita, a mitad de distancia entre el eje del surco y el eje del camellón. Los orificios realizados son tapados cuidadosamente después de cada extracción para evitar dejar hoyos que acumulen agua y resulten mojados

de otras características del suelo: Al inicio y al final del ciclo del cultivo se sacarán muestras compuestas de suelo, para conocer la salinidad y fertilidad del mismo. Para ello se extraerán muestras a 0-30 cm; 30-60 cm y 60-90 cm en dos parcelas de un mismo tratamiento, se mezclarán las muestras de un mismo tratamiento y de una misma profundidad obteniendo 3

muestras compuestas de suelo de ese tratamiento, como son 4 tratamientos se obtendrá un total de 12 muestras de suelo para realizar determinaciones de salinidad del extracto de saturación, pH y fertilidad (N-P-K).

Para determinar la textura del suelo se extrajeron muestras en 9 sitios y a 3 profundidades (0- 30, 30-60 y 60-90 cm), totalizando 27 muestras a las que se le realizaron análisis textural mediante el método del volumen de sedimentación, y de salinidad (conductividad eléctrica). Estas muestras sirvieron para la determinación de la capacidad de campo y punto de marchitamiento por el método de la olla de presión

al final del ensayo: se realizará la cosecha total de cada una de las 16 subparcelas de muestreo (las cuales han sido delimitadas con estacas en sus vértices y una cuerda que las une); y para cada una de ellas se determinará: rendimiento en granos (peso de lo producido), porcentaje de aceite de los mismos o rendimiento en aceite y el peso de 1000 granos que es un parámetro muy utilizado para valorar el tamaño de los mismos.

Se determinará el tratamiento que arroje la mejor relación producción (granos y aceite) por m³ de agua, es decir que maximice el rendimiento en función de la estrategia de riego aplicada.(eficiencia de uso del agua); se intentará cuantificar el factor ky (de sensibilidad al suministro de agua para el período no crítico).

La gran amplitud en las láminas de reposición en cada tratamiento nos permitirá tener puntos muy distantes que posibilitarán graficar una ajustada curva de sensibilidad del cultivo al déficit hídrico durante el período de baja sensibilidad.

Se analizarán estadísticamente los resultados obtenidos mediante el análisis de la varianza para datos seriados y posteriormente se elaborarán las conclusiones y recomendaciones

RESULTADOS

- Esperados

- Conocer las necesidades hídricas del cultivo en el oasis Norte de la Pcia. de Mendoza
- Obtener la curva de rendimiento versus déficit o estrés hídrico, para el período de baja sensibilidad al estrés hídrico
- Determinar la eficiencia de uso del agua y el factor de sensibilidad de suministro de agua (efecto del agua sobre los rendimientos.), para la colza
- Disponer de los conocimientos necesarios sobre el manejo del riego de la colza en zonas áridas, como también la cuantificación de ciertas variables que ayudaran a la planificación y diseño de estrategias del riego

- Hasta el momento

Característica del suelo cultivado

Las 27 muestras obtenidas de los 9 sitios muestreados fueron sometidas a análisis textural mediante el método del volumen de sedimentación, arrojando todas ellas textura **franco arcillos**; una salinidad media de **1,6 dSm⁻¹** y un medio **pH 7,7** Ver tabla 2

Tabla 2: Características del suelo

	Profundidad de suelo (cm)			Promedio
	0-30	30-60	60-90	0-90
Volumen de sed.	121	124	132	126
Textura por vol	Fco Arcilloso	Fco Arcilloso	Fco Arcilloso	Fco Arcilloso
Salinidad CEE (dS/m)	1,8	1,77	1,41	1,6
pH pasta	7,71	7,72	7,65	7,7
Humedad a wc				27 gr%gr
Pea				1,35
Contenido Hídrico a capacidad de campo en 90 cm de espesor de suelo				328 mm

Kc del cultivo - colza

En la Tabla 3 se presenta valores de Kc obtenidos para el oasis Mendoza, Norte y la Figura 1 presenta la variación de Kc para el ciclo completo de colza en Mendoza

Tabla 3: Kc del cultivo de colza

Data Cropwat

Mes – Fecha	25-may	01-jun	01-jul	01-ago	01-sep	01-oct	01-nov	01-dic
Kc	0,35	0,35	0,48	0,75	1,02	1,15	1,15	0,80

Mes- Fecha	25-may	20-jun	15-jul	15-ago	15-sep	15-oct	25-nov	10-dic
Kc	0,35	0,35	0,59	0,87	1,15	1,15	1,15	0,35

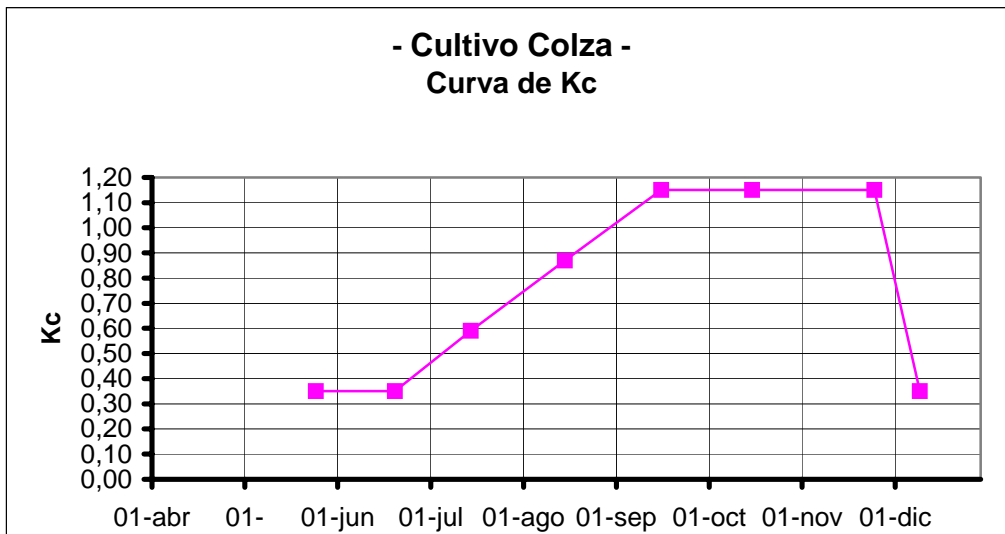


Fig. 1: Valores de KC de colza en Mendoza (oasis Norte) calculados según (FAO-2006)

Tabla 4: Lamina de riego -Riego N° 2 (primer riego diferencial)

Año 2009 Fecha	Eto Mte. Caseros mm	Eto Tres Porteña mm	Prom. mm	Eto Acum. Mm	Kc	Etc mm	Etc Acum. mm	Lluvia mm	Lluvia efec. mm	Nec. de Riego mm
25/05	-	-	-	-	0,35	-	-	0	0	0,0
26/05	1,5	2	1,75	1,75	0,35	0,6	0,61	0	0	0,6
27/05	1,6	2,1	1,85	3,60	0,35	0,6	1,26	0	0	1,3
28/05	1	1,4	1,20	4,80	0,35	0,4	1,68	0	0	1,7
29/05	0,8	1,1	0,95	5,75	0,35	0,3	2,01	0	0	2,0
30/05	0,9	1,4	1,15	6,90	0,35	0,4	2,42	0	0	2,4
31/05	1	1,6	1,30	8,20	0,35	0,5	2,87	0	0	2,9
01/06	1,1	1,6	1,35	9,55	0,35	0,5	3,34	0	0	3,3
02/06	1,1	1,9	1,50	11,05	0,35	0,5	3,87	0	0	3,9
.
.
.
03/07	1	2,2	1,60	60,40	0,47	0,8	22,46	0	0	22,5
04/07	1,3	2,5	1,90	62,30	0,48	0,9	23,37	0	0	23,4
05/07	1,4	2,7	2,05	64,35	0,49	1,0	24,38	0	0	24,4

	Lámina (mm)	30	24	18	12
Riego N° 2	T-125	T-100	T-75	T-50	

BIBLIOGRAFÍA

- “Red Nacional de evaluación de cultivares de colza”- Informe de La Campaña 2007 De.-
Coordinación: Liliana B. Iriarte – Zulma B. López – Cristian Appella - Chacra Experimental
Integrada Barrow
- Bajuk M.; H. Lelio H. (2004) Cultivo de la colza bajo riego en Mendoza. Facultad de Ciencias
Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo
- Chacra Experimental Integrada Barrow. El cultivo de la colza.- Convenio MAAyP-INTA (Centro
Regional Buenos Aires. Sur).- Omar E. Valetti
- Gómez, Nora (2002).Cambios en la duración de las etapas vegetativa y reproductiva en respuesta al
fotoperíodo en colza-canola. Servicio de Información Agronómica Virtual –Facultad de
Agronomía UBA.
- Lelio H.; F. Arenas. Rendimiento De Aceite De Colza Cultivada Bajo Riego En Mendoza. Facultad de
Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo
- Lelio, H.; C. Reborá; F. Arenas; C. Antonini; R. Barros, R. (2006) Producción de aceite de colza
cultivada bajo riego en Mendoza. En: Resúmenes XX Jornadas de Investigación y II de Posgrado
de la Universidad Nacional de Cuyo. Tomo I, Sección II, pp. 78-79.