

# ROTACIONES DE CULTIVOS EN SIEMBRA DIRECTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE NUTRIENTES Y AGUA EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MIXTOS EN EL OESTE DE SANTIAGO DEL ESTERO

D. Prieto, G. Angella, C. Angueira, M. C. Sánchez, E. Monti, J. Salvatierra y M. Valoy. 2003.  
GTRecursos Naturales, INTA EEA Santiago del Estero.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

[Volver a: Sustentabilidad](#)

## ALGUNAS DEFINICIONES A MODO DE INTRODUCCIÓN

La reconocida fragilidad de los ambientes semi-áridos como el de la casi totalidad del territorio de Santiago del Estero y el NOA, requieren un conocimiento detallado de sus aptitud y potencialidades y un cuidado particular en su manejo. En la década del 90 se caracterizó por la toma de conciencia sobre el hecho de que gran parte del desarrollo se viene realizando a expensas de los recursos naturales y que por esa razón para evitar la disminución de los niveles de producción o acrecentarlos para satisfacer la demanda creciente de alimento o los niveles de competencia en los mercados, requería cada vez mas "inputs" externos.

Esta concientización ambiental, inicialmente bandera de los grupos "verdes", ganó espacio también en comunidad "productivista" con el nuevo desafío de producir mas con menos recursos.

Surgió entonces a todo nivel el concepto de "desarrollo sustentable" que no deja de estar presente tanto en el ambiente político, como económico y social pero cuya implementación real todavía no esta bien resuelta.

La reconocida fragilidad de los ambientes semi-áridos como el de la casi totalidad del territorio de Santiago del Estero y el NOA, requieren un conocimiento detallado de sus posibilidades y un cuidado particular en su manejo, tarea que no solo es necesaria a nivel regional para una planificación, sino a nivel de los predios individuales.

Desde el punto de vista institucional, y con el objetivo de contribuir al desarrollo sustentable de los productores de la región y de la sociedad en su conjunto, entendemos que debemos generar información para asegurar la producción sustentable basados en dos conceptos básicos, la rotación de cultivos y el aprovechamiento de los recursos naturales de acuerdo a su aptitud.

El informe abarca los resultados de las primeras actividades exploratorias realizadas durante la campaña de Invierno 2002 y verano 2002/2003 y que tomará forma definitiva a partir del verano 2003/2004. como parte de una red de ensayos que se realiza bajo el Proyecto Regional PROSUNOA.

## FINALIDAD

Contribuir a la sustentabilidad de los Sistemas Productivos a través del mejoramiento de la gestión agroambiental.

## OBJETIVOS

- ◆ Evaluar los efectos que producen diferentes sistemas de rotación de cultivos en siembra directa sobre las propiedades físico químicas del suelo, el balance de nutrientes y el aprovechamiento del agua.
- ◆ Incrementar en forma sustentable la capacidad productiva de los Sistemas de Producción Agrícola mediante el ajuste de tecnologías de manejo de suelos y cultivos.
- ◆ Validar indicadores de sustentabilidad bajo diferentes condiciones agro-ecológicas y sistemas productivos.
- ◆ Evaluar la sustentabilidad ecológica y económica de las diferentes sistemas de rotación de cultivos.[arriba]

## UBICACIÓN

Los ensayos experimentales se llevan a cabo en los Establecimientos Santa Cecilia ubicado a 30 Km al Norte de Frías sobre Ruta Nacional 157, Dpto. Guasayán, Santiago del Estero y Establecimiento El Albigasta, situado a 5 km al Oeste de Frías, Catamarca.

El suelo del Establecimiento Santa Cecilia pertenece a la Unidad Cartográfica Asociación Frías 80% y Tapso 20%, con Capacidad de Uso IIIc. Son lomas extendidas y planos altos de superficie irregular. Los suelos de Serie Frías ocupan los sectores de superficie uniforme y la serie Tapso, el microrelieve.

La Serie Frías es un suelo oscuro, profundo, ligeramente ácido en superficie, bien drenado, desarrollado sobre sedimentos loésicos, ubicado en las lomas y planos altos. Son suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica y moderada retención de humedad, se los usa tanto para agricultura como para ganadería, aunque presentan alguna limitación climática. Por otro lado, los suelos de la Serie Tapso están limitados parcialmente en su aptitud por su poco desarrollo, débil estructuración, salinidad, calcáreo diseminado en la masa y la limitación climática (escasas precipitaciones y alta evapotranspiración)

En cuanto a los suelos del establecimiento El Albigasta, pertenecen a la Unidad Cartográfica Consociación Albigasta, con Capacidad de Uso IIc, de la Serie Albigasta. Es un suelo oscuro, profundo, sin salinidad, sin sodicidad, bien drenado y que ocupa las medias lomas limpias planas y onduladas. Son fértiles y productivos, con una buena capacidad de retención de humedad, se los usa tanto para agricultura extensiva como para ganadería (Angeira-Vargas Gil, 1993)

En esta primer etapa que se informa se realizaron actividades exploratorias en la campaña de invierno 2002 y verano 2002-2003. En la primera se evaluaron los siguientes cultivos de invierno: Cebada Alicia, Cebada Uñache, Cebada Cervecera, Avena precoz Brasileña, Trigo, Triticale Yagán y Centeno, mientras que en la campaña de verano se incluyó una sola especie para todas las parcelas: en Santa Cecilia se sembró Sorgo el 3/1/03 y en El Albigasta se sembró soja.

## REGISTROS Y DETERMINACIONES

- ◆ Precipitaciones diarias, descripción y análisis físico-químico del suelo, para su clasificación taxonómica y utilitaria y caracterización de la situación inicial.
- ◆ Contenido de humedad del suelo, por el método gravimétrico en la campaña de invierno y gravimétrico y sonda Sentry 2000 en la de verano. Las determinaciones se realizaron hasta 2 m de profundidad para abarcar con seguridad toda la zona de extracción de agua por los cultivos ensayados. Se tomaron muestras a las siguientes profundidades: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 125, 145 y 175 cm.
- ◆ Se determinó también el rendimiento de las parcelas así como la materia Seca total de la parte aérea de las plantas y rastrojo en superficie.
- ◆ Se determinan también todas las actividades culturales, insumos y equipos utilizados.
- ◆ El tamaño de las parcelas en la campaña de invierno fue de 6 x 100 m<sup>2</sup> y a partir de los cultivos de verano se trabaja en macro-parcelas de 2000 m<sup>2</sup> (20 m x 100 m).[arriba]

## PRECIPITACIÓN

Las precipitaciones mensuales de la campaña 2002 fueron similares o algo inferiores a los normales, salvo para el mes de octubre, cuyo registro se ubicó muy por encima del promedio.

En la Figura 2, puede observarse que las precipitaciones de Julio-Octubre del 2002 son extremas para en la serie, con una probabilidad de ser superadas tan solo de un 3%, lo que equivale a decir que se darían precipitaciones iguales o superiores únicamente en 3 de cada 100 años.

Sin embargo, esto puede llevar a confusión en cuanto a los aportes reales recibidos por los cultivos de invierno 2002, ya que el alto valor del período está dado por las lluvias de Octubre, muy tardías para los cultivos. Por esta razón y a los efectos de explicar el desarrollo y rendimiento de los cultivos se señala en el gráfico también cuál sería la probabilidad de ocurrencia de las lluvias del período no considerando las lluvias tardías de octubre. En este segundo caso las precipitaciones pasan a tener una probabilidad de ser superadas del 60%, lo que significa que sin ser extremas estuvieron debajo de la media y también o que las lluvias en el período serán mayores que las registradas en el 2002 en 6 de cada 10 años. Este segundo análisis explica con mayor exactitud las condiciones a las que se vieron enfrentadas los cultivos en el invierno 2002 durante la experiencia.

Figura 1. Distribución y caracterización de las lluvias en la campaña de invierno 2002

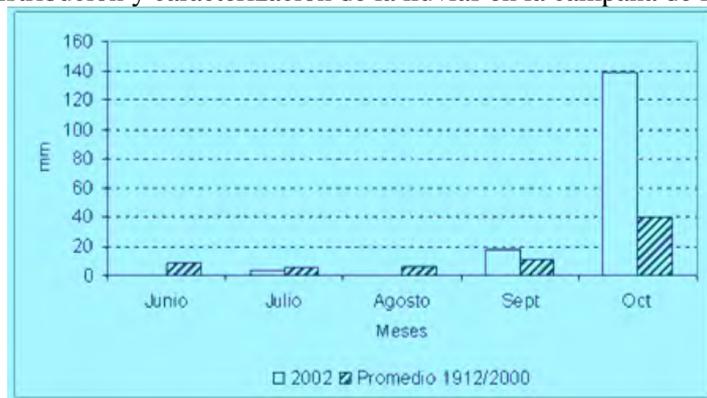


Figura 2. Probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones Julio-Octubre/2002 con y sin incluir las últimas lluvias del mes de octubre.



## CAMPAÑA DE INVIERNO 2002. ESTABLECIMIENTO SANTA CECILIA

### CONDICIONES INICIALES DE HUMEDAD DEL SUELO

El agua disponible o agua útil (AD) es el agua del suelo que esta disponible para que pueda ser absorbida por el cultivo. Si bien para cada profundidad considerada (1 m y 2 m), hay en el suelo más agua que la indicada en la tabla 1, no toda esta disponible para el cultivo, ya que una parte está fuertemente retenida por el suelo. En el suelo correspondiente al ensayo, el AD total es de 180 mm en el primer metro de suelo, y de 335 mm para 2 metros de profundidad. La campaña se inició con 50 mm de agua disponible en el primer metro de suelo (un 28% del AD total), y con 130 mm en dos metros de perfil (un 39% del AD total). Este contenido de humedad inicial puede considerarse un tanto escaso, considerando la bajas precipitaciones que habitualmente se registran durante el ciclo de los cultivos de invierno.

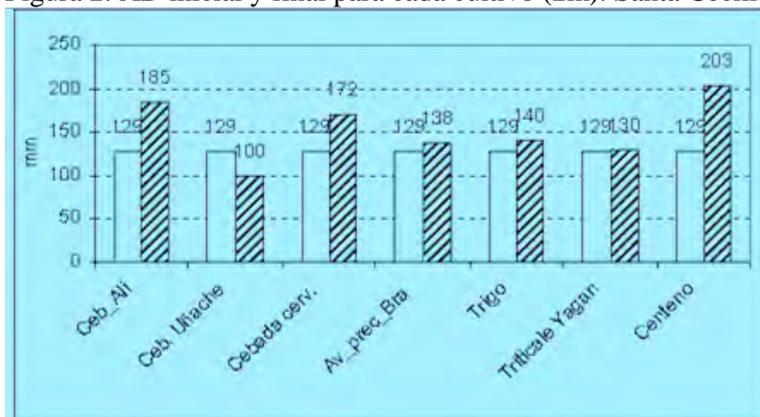
Tabla 1. Agua Disponible a la fecha de siembra (7/6/02). Santa Cecilia.

		AD inicial	
Profundidad (m)	AD total (mm)	mm	% AD total
1	180	50	28
2	335	130	39

### VARIACIÓN DEL AGUA DISPONIBLE

- ◆ Salvo para la Cebada Uñache, en todos los cultivos el perfil se recargó a lo largo de la campaña. Esto fue más evidente para el Centeno, seguido por la Cebada Alicia, la Cebada Cervecera y el Trigo.
- ◆ Esta ganancia de humedad del suelo estuvo muy determinada por las lluvias de octubre, registradas sobre el final del ciclo de los cultivos.
- ◆ A la fecha del último muestreo (139 días desde la siembra, DDS) el agua remanente en el perfil es mayor para el Centeno, seguido por la Cebada Alicia, la Cebada Cervecera y el Trigo.

Figura 2. AD inicial y final para cada cultivo (2m). Santa Cecilia.



## LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA LOS CULTIVOS POSTERIORES

El agua disponible en el perfil del suelo que quedó disponible para la implantación de los cultivos de primavera-verano se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Agua disponible final para los diferentes cultivos, expresada en milímetros (mm) y como porcentaje del AD total del suelo (%AD total), para 2 metros de profundidad. Santa Cecilia.

CULTIVO	AD FINAL	
	mm	% AD total
Cebada Alicia	185	55
Cebada Uñache	100	30
Cebada Cervecera	172	51
Avena Precoz Brasileña	138	41
Trigo	140	42
Triticale Yagán	130	39
Centeno	203	60

- ◆ El centeno fue el cultivo que, por su menor consumo, dejó mayor cantidad de agua en todo el perfil del suelo, disponible para los cultivos de primavera-verano (203 mm, un 60% del AD total). Le siguen la Cebada Alicia (185 mm; 55 AD total) y la Cebada Cervecera (172 mm; 51% AD total).
- ◆ El Trigo se ubicó en cuarto lugar, con un remanente de 140 mm, correspondiendo a un 42% de AD total.
- ◆ La Cebada Uñache es el cultivo que más agua consumió, por lo tanto dejó el perfil más seco para la implantación de los cultivos de primavera-verano (100mm; 30% AD total). De todos modos por tratarse de un primer y único año de estudio estos resultados deben tomarse con precaución.
- ◆ Análisis de campañas posteriores permitirán determinar si estas tendencias se mantienen o no, y si las diferencias son significativas.

## CONSUMO DE AGUA DE LOS CULTIVOS

La tabla 3 muestra el consumo real de agua para los diferentes cultivos.

Tabla 3. Consumo de agua de los cultivos para la campaña 2002. Santa Cecilia.

CULTIVO	CONSUMO (mm)
Cebada Alicia	90
Cebada Uñache	170
Cebada Cervecera	100
Avena Precoz Brasileña	135
Trigo	135
Triticale Yagán	145
Centeno	70

## CAMPAÑA DE INVIERNO 2002. ESTABLECIMIENTO LA ALBIGASTA

### CONDICIONES INICIALES DE HUMEDAD DEL SUELO

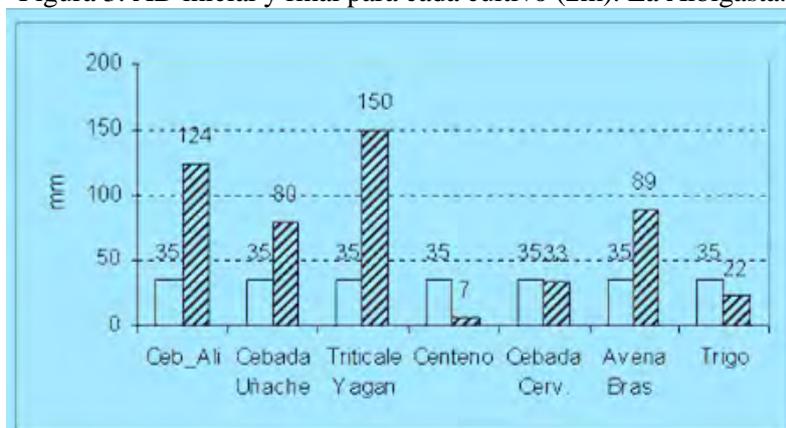
En la tabla 4 se presentan las condiciones iniciales de humedad del suelo.

Tabla 4. Agua Disponible a la fecha de siembra (3/6/02). La Albigasta.

Profundidad (m)	AD total (mm)	AD inicial	
		mm	% AD total
1	170	10	6
2	315	35	11

En el suelo correspondiente al ensayo, el AD total es de 170 mm en el primer metro de suelo, y de 315 mm para 2 metros de profundidad. La campaña se inició con 10 mm de agua disponible en el primer metro de suelo (apenas un 6% del AD total), y con 35 mm en dos metros de perfil (apenas un 11% del AD total). Este contenido de humedad inicial fue muy bajo, sobre todo teniendo en cuenta la baja probabilidad de ocurrencia de lluvias durante el ciclo de los cultivos de invierno.

Figura 3. AD inicial y final para cada cultivo (2m). La Albigasta.



### VARIACIÓN DEL AGUA DISPONIBLE

Salvo para el Centeno, la Cebada Cervecera y el Trigo, en todos los cultivos el perfil se recargó a lo largo de la campaña. Esto fue más evidente para el Triticale Yagán, seguido por la Cebada Alicia, la Cebada Uñache y la Avena Precoz Brasileña.

- ◆ Esta ganancia de humedad del suelo estuvo muy determinada por las lluvias de octubre, registradas sobre el final del ciclo de los cultivos.
- ◆ A la fecha del último muestreo (143 días desde la siembra, DDS) el agua remanente en el perfil es mayor para el Triticale Yagán, seguido por la Cebada Alicia, la Cebada Uñache y la Avena Brasileña. Los bajos valores para los otros cultivos, contradictorios con los encontrados en el otro sitio (Sta. Cecilia) no tienen por el momento una explicación salvo algún posible efecto localizado de compactación, posición topográfica o de muestreo. La continuidad de la experiencia seguramente aportará mas información en tal sentido.

### LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA LOS CULTIVOS POSTERIORES

El agua disponible en el perfil del suelo que quedó disponible para la implantación de los cultivos de primavera-verano se observa en la tabla 5. (Los valores de la Cebada Cervecera, Trigo y Centeno, se omiten por lo comentado anteriormente).

Tabla 5. Agua disponible final para los diferentes cultivos, expresada en milímetros (mm) y como porcentaje del AD total del suelo (%AD total), para 2 metros de profundidad. La Albigasta.

CULTIVO	AD FINAL	
	mm	% AD total
Cebada Alicia	124	40
Cebada Uñache	80	25
Cebada Cervecera		
Avena Precoz Brasileña	89	28
Trigo		
Triticale Yagán	150	48
Centeno		

- ◆ El Triticale Yagán fue el cultivo que, por su menor consumo, dejó mayor cantidad de agua en todo el perfil del suelo, disponible para los cultivos de primavera-verano (150 mm, un 48% del AD total). Le siguen la Cebada Alicia (124 mm; 40% AD total) y la Avena Precoz Brasileña (89 mm; 28% AD total).
- ◆ El Trigo habría sido el cultivo que más agua consumió, por lo tanto dejó el perfil más seco para la implantación de los cultivos de primavera-verano.

- ◆ Análisis de campañas posteriores permitirán determinar si estas tendencias se mantienen o no, y si las diferencias son significativas.

### CONSUMO DE AGUA DE LOS CULTIVOS

La tabla 6 muestra el consumo real de agua para los diferentes cultivos. Estos valores deben manejarse con mucha reserva por la incongruencia de algunos valores como se ha comentado.

Tabla 6. Consumo de agua de los cultivos para la campaña 2002. La Albigasta.

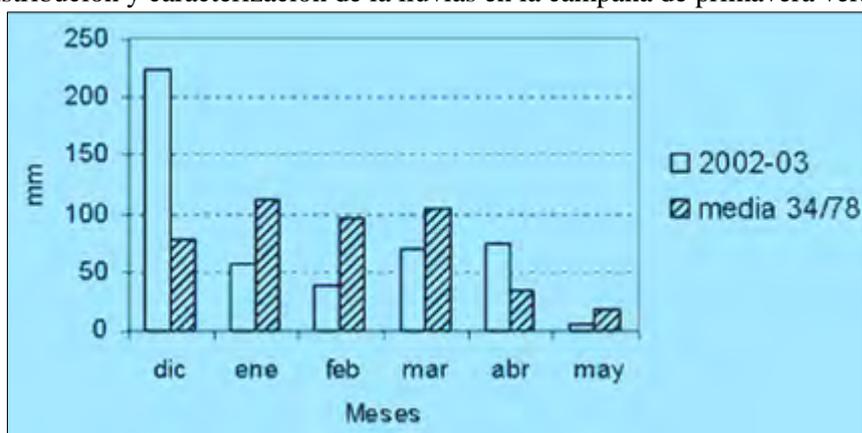
CULTIVO	CONSUMO (mm)
Cebada Alicia	55
Cebada Uñache	100
Cebada Cervecera	145
Avena Precoz Brasileña	90
Trigo	155
Triticale Yagán	30
Centeno	170

### CAMPAÑA DE PRIMAVERA VERANO 2002/03. ESTABLECIMIENTO SANTA CECILIA.

Se evaluó el comportamiento del cultivo de Sorgo.

#### PRECIPITACIONES

Figura 4. Distribución y caracterización de la lluvias en la campaña de primavera verano 2002/03.



La lluvia en diciembre de 2002 superó claramente al promedio habitual de la zona, mientras que en los meses de enero hasta marzo de 2003, las lluvias fueron inferiores al promedio histórico.

### CONDICIONES INICIALES DE HUMEDAD DEL SUELO

En la tabla 7 se presentan las condiciones iniciales de humedad del suelo

Tabla 7. Agua Disponible a la fecha de siembra (3/6/02). Santa Cecilia.

Profundidad (m)	AD total (mm)	AD inicial mm	% AD total
1	180	140	77
2	335	260	77

En el suelo correspondiente al ensayo, el AD total es de 180 mm en el primer metro de suelo, y de 335 mm para 2 metros de profundidad. La campaña se inició con 140 mm de agua disponible en el primer metro de suelo (77% del AD total), y con 260 mm en dos metros de perfil (77% del AD total). Este contenido de humedad inicial se considera muy bueno para inicio de la campaña, y estuvo en gran parte determinado por las importantes precipitaciones registradas en diciembre de 2002.

## VARIACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y SU DISPONIBILIDAD PARA LOS CULTIVOS DE INVIERNO

El agua disponible final se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Agua disponible final, expresada en milímetros (mm) y como porcentaje del AD total del suelo (%AD total), para 2 metros de profundidad. Santa Cecilia.

CULTIVO	AD FINAL	
	mm	% AD total
Sorgo	130	40

El cultivo se inició con un 77% del AD total, esto es 260 mm de agua en dos metros de profundidad de suelo (ver tabla 7), y finalizó su ciclo con un remanente de un 40% del AD total, esto es, 130 mm de agua en dos metros de suelo. Esta es la cantidad de agua que estará disponible para la implantación de los cultivos invernales.

### CONSUMO DE AGUA DEL SORGO

El consumo de agua del sorgo para todo el ciclo fue, en la campaña 2002/03, de 380 milímetros.

### CAMPAÑA DE PRIMAVERA VERANO 2002/03. ESTABLECIMIENTO LA ALBIGASTA

Se evaluó el comportamiento del cultivo de Soja.

### CONDICIONES INICIALES DE HUMEDAD DEL SUELO

En la tabla 9 se presentan las condiciones iniciales de humedad del suelo

Tabla 9. Agua Disponible a la fecha de siembra (3/6/02). La Albigasta.

Profundidad (m)	AD total (mm)	AD inicial mm	% AD total
1	170	135	80
2	315	290	90

En el suelo correspondiente al ensayo, el AD total es de 170 mm en el primer metro de suelo, y de 315 mm para 2 metros de profundidad. La campaña se inició con 135 mm de agua disponible en el primer metro de suelo (80% del AD total), y con 290 mm en dos metros de perfil (90% del AD total). Este contenido de humedad inicial se considera muy bueno para inicio de la campaña, y estuvo en gran parte determinado por las importantes precipitaciones registradas en diciembre de 2002.

## VARIACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y SU DISPONIBILIDAD PARA LOS CULTIVOS DE INVIERNO

El agua disponible final se presenta en la tabla 10.

Tabla 10. Agua disponible final, expresada en milímetros (mm) y como porcentaje del AD total del suelo (%AD total), para 2 metros de profundidad. La Albigasta.

CULTIVO	AD FINAL mm	% AD total
Soja	75	25

El cultivo se inició con un 90% del AD total, esto es 290 mm de agua en dos metros de profundidad de suelo (ver tabla 9), y finalizó su ciclo con un remanente de un 25% del AD total, esto es, 75 mm de agua en dos metros de suelo. Esta es la cantidad de agua que estará disponible para la implantación de los cultivos invernales. Si se compara con el ensayo del Establecimiento Santa Cecilia, surge que el sorgo ha dejado más agua disponible que la soja para la implantación de los cultivos de invierno.

### CONSUMO DE AGUA DE LA SOJA

El consumo de agua de la soja para todo el ciclo fue, en la campaña 2002/03, de 455 milímetros.

Volver a: [Sustentabilidad](#)