

Paladino, Sebastián Andrés

Cultivos de cobertura en monocultivo de soja

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central “San Benito Abad”. Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Paladino, S. A. 2014. Cultivos de cobertura en monocultivo de soja [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/cultivos-cobertura-monocultivo-soja.pdf> [Fecha de consulta:...]



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

“Cultivos de cobertura en monocultivo de soja”



**Trabajo Final de Graduación para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Sebastián Andrés Paladino

Profesor Tutor: Ing. Agr. Fernando Miguez

Modalidad: Experimental

➤ **Índice**

• Resumen	Página 3
• Introducción	Página 4
• Materiales y Métodos	Página 6
• Resultados y Discusión	Página 10
• Conclusiones	Página 14
• Bibliografía	Página 15
• Weblografía	Página 16
• Anexos	Página 17

➤ Resumen

En los últimos años, debido a los buenos precios internacionales de los *commodities*, la frontera agrícola se ha expandido y ha ocupado lugares que antiguamente no se creía que se podían sembrar. Pero a su vez, el contexto nacional ha llevado a que varios de los cultivos agrícolas no sean rentables, sobre todo en estas zonas marginales, y se llegue así al monocultivo de soja. El objetivo del presente estudio es buscar una forma de poder sembrar soja, mitigando los daños que produce el monocultivo. El ensayo se realizó en San Carlos de Bolívar, Provincia de Buenos Aires, en el establecimiento “Los Pala”, evaluando si sembrar cultivos protectores entre las campañas de soja ayuda a conservar humedad en el suelo, mejora el balance de carbono y el rendimiento de la soja. El estudio comenzó con la siembra de soja en la campaña 2009-2010, previo a su cosecha se sembraron los cultivos protectores y luego de quemarlos se sembró la soja de la campaña 2010-2011. El diseño utilizado fue un Diseño de Bloques al Azar (DBA) de 5 repeticiones, en los cuales cada bloque constaba de 3 tratamientos, un testigo, un tratamiento con cultivo protector de avena y un tratamiento con cultivo protector de sorgo. Debido a factores no controlados, el sorgo no emergió, por lo que el ensayo quedó finalmente armado con 2 parcelas testigo y una parcela con cultivo protector de avena por cada bloque. Los resultados obtenidos se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA). Los resultados obtenidos no tuvieron diferencias significativas.

Los datos de rendimiento obtenidos, en la cosecha de la segunda campaña de soja, fueron de 1.570 kg/ha para el testigo y 1.548 kg/ha para el tratamiento con avena. Y la humedad de suelo a la siembra del segundo año fueron 14% para el testigo y de 15% para el tratamiento con avena. Si bien el cultivo de cobertura no incrementó ni el rendimiento ni la disponibilidad de agua a la siembra, tampoco lo redujo.

➤ Introducción

La erosión no es más que una manifestación de diversos procesos que dan lugar a la pérdida de suelo. Conociendo dichos procesos, se puede evitar, o al menos, reducir la incidencia de la erosión. Los mencionados son el agua, el aire y el laboreo agrícola principalmente. Los primeros dos son agentes naturales e impredecibles por lo cual no se puede predecir su ocurrencia pero si se puede, sabiendo que existen, tomar medidas preventivas para que estos no afecten el suelo. El tercero es un mero trabajo del hombre, el cual debe ser consciente y estar dispuesto a realizar las mejores prácticas agrícolas para poder lograr sustentabilidad.

Tanto el agua como el viento causan erosión si el suelo se encuentra descubierto, de aquí surge la importancia de cubrir el suelo con el fin de protegerlo, pudiendo ser con cultivo vivo (cultivo de cobertura) o muerto (rastroy, paja, etc.). Actualmente, en nuestro país la información relacionada con la cobertura y uso de las tierras, sus características funcionales y la dinámica de cambio es escasa (INTA, 2012). En cuanto al trabajo del hombre, se refiere a que muchas veces trabaja en busca de rentabilidad y no sustentabilidad, como por ejemplo la siembra del monocultivo de soja, práctica que consiste en sembrar soja sobre soja sin alternar el uso del suelo con otros granos o con ganadería (INTA, 2003), que termina por degradar el suelo.

Para poder lograr sustentabilidad, primero hay que conocer su difusión. Consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones (Brundtland, 1987). Los sistemas sustentables son aquellos que protegen la integridad de los recursos naturales, son rentables para el productor y son socialmente aceptados (Satorre, 2004). Como se ha mencionado anteriormente, y dependiendo de la zona en que se encuentre, puede ser que exista un solo cultivo rentable, por consiguiente, se deriva a la siembra monocultivo.

En visión de largo plazo, el monocultivo termina por degradar el suelo, debido a la pérdida físico-química que este produce, resultando así en la pérdida de la capacidad productiva del suelo, por consiguiente, no poder utilizarlo en agricultura (a excepción de una elevada inversión en agroinsumos). La inclusión de cultivos de cobertura en sistemas agrícolas continuos con predominancia de soja o con bajo aporte de rastroy es una alternativa para generar cobertura en los suelos (INTA, 2012).

Los cultivos protectores son especies vegetales establecidas entre dos cultivos de verano, no son pastoreadas, incorporadas ni cosechadas, quedando en superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radicular (INTA, 2011). A su vez, dichos cultivos permiten una mayor o igual acumulación de agua en el suelo que un barbecho químico tradicional, según el momento de secado. Secados anticipados de los cultivos (macollaje o encañazón) permiten la recarga de los perfiles de agua (INTA, 2012), llevándolos a los mismos valores que sin estos cultivos. Miguez et al. (2006) afirmaron que la inclusión de cultivos de cobertura invernales no afecta la ecofisiología ni el rendimiento potencial del cultivo siguiente.

La erosión y degradación física y química del suelo sigue siendo un tema importante y preocupante a la vez, especialmente con la velocidad que se está dando en el país. Dentro de esto se incluye la pérdida de materia orgánica (INTA, 2001), lo que a su vez baja la estructuración del suelo y la capacidad de retención de agua.

La materia orgánica constituye un componente fundamental de los suelos, además de ser la principal fuente de nutrientes para las plantas, influye directamente en propiedades físicas, químicas y biológicas (INTA, 2001), por lo que debemos evitar su pérdida.

Dadas las características de adaptabilidad de la soja, es uno de los cultivos agrícolas que se puede sembrar en diversas regiones del país, y gracias a su precio internacional, sigue siendo un cultivo rentable para los productores agrícolas. Estos son factores desencadenantes de la siembra en monocultivo.

En Argentina, la superficie sembrada de soja para la campaña 2009/2010 representó un 73% de la superficie sembrada total, sumando un total de 19 millones de hectáreas (Ecolatina, 2009), incrementándose con respecto a la campaña 2008/2009. Mientras tanto la superficie sembrada de trigo cayó un 40,2%, el maíz un 8,5% y el Girasol un 12,8%. Estas cifras representan que los productores se inclinan hacia el cultivo de soja, dejando de lado las rotaciones. Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, en la campaña 2013/2014, la superficie estimada de siembra de soja es de 20.200.000 hectáreas (aumento del 6% con respecto a la campaña 2009/2010), mientras que la de maíz es de 3.460.000 hectáreas (un 6% menos vs. campaña 2009/2010) y la de girasol es de 1.630.000 hectáreas. Con respecto al trigo, se sembraron 3.620.000 hectáreas (un 2% mayor vs. campaña 2009/2010).

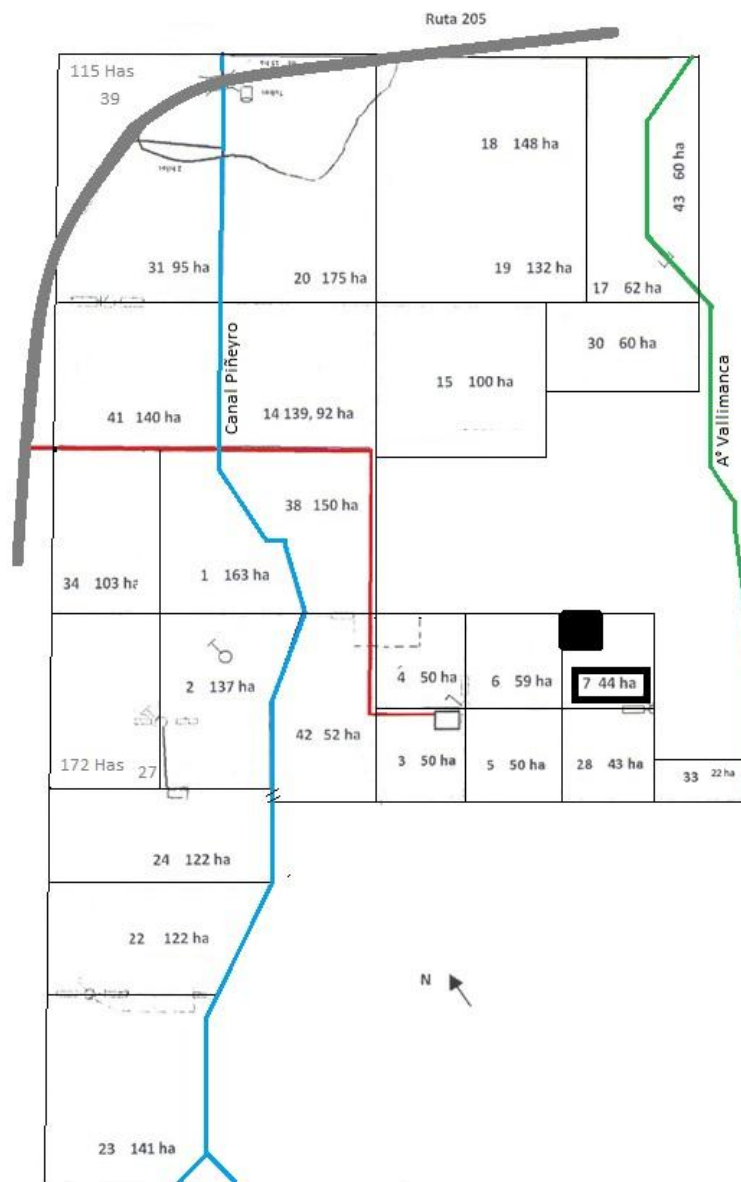
En aras de conservar el suelo y el sistema agrícola, el perder un poco de rentabilidad debido a la siembra de cultivos protectores, en visión a largo plazo, puede que conserven de una mejor manera el suelo y esto desencadenaría en la no degradación de la aptitud agrícola y por consiguiente poder seguir sembrando cultivos, además sin la necesidad de una fuerte inversión en agroinsumos.

➤ Materiales y Métodos

• Sitio donde se realizó el experimento

El ensayo se realizó en el establecimiento “Los Pala”, la cual es dueña “Lospala S.A.”, tomando la parcela experimental en el lote 7 del mismo (ver plano).

Figura N°1: Plano del establecimiento Los Pala donde se muestra el lote y ubicación de la parcela experimental.



- **Materiales utilizados en el experimento**

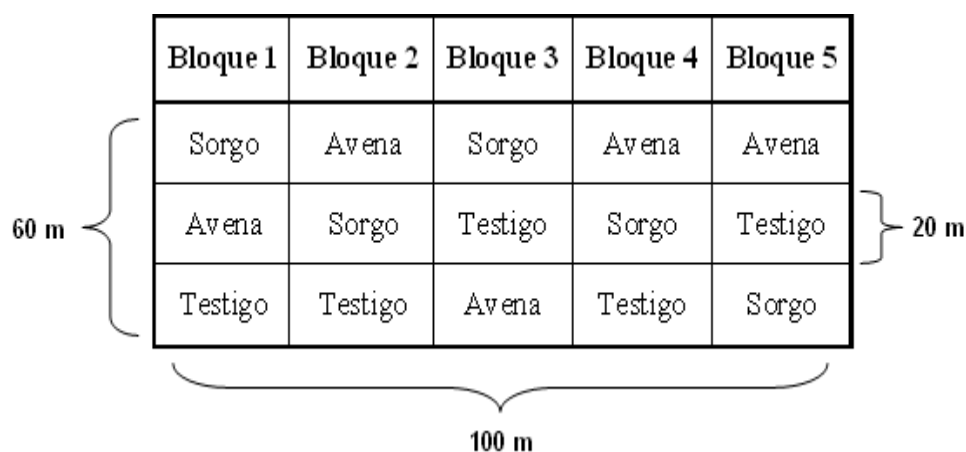
Las variedades de soja utilizadas para la campaña 2009-2010 y 2010-2011 fueron la soja DM 3810 y DM 3700 respectivamente. Se utilizó avena de producción propia del establecimiento y sorgo granífero Silage King de Pannar.

- **Condiciones del experimento**

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con 5 réplicas. Los bloques constan de 3 tratamientos (los cuales uno de testigo, otro se siembra con sorgo y otro con avena). Cada bloque es de 60 m X 20 m siendo cada parcela interna de 20 m X 20 m, ocupando una superficie de 400 m².

El experimento comenzó con la siembra de soja en la campaña 2009-2010. La misma fue sembrada a una distancia entre surcos de 35 cm, con un aporte de fertilizante de 70 kg/ha de Súper Fosfato Triple. Cuando estaba finalizando el ciclo (aproximadamente R₆), previo a la senescencia foliar, se procedió a realizar la siembra (manual) de los cultivos de sorgo y avena en sus respectivas parcelas, que fueron asignadas al azar. El sorgo, al ser un cultivo de verano, tiene la ventaja de que muere con las heladas, por lo que no se debe realizar tratamiento químico para su eliminación antes de la siembra de la otra campaña de soja, no siendo así el caso de la avena, siendo éste un cultivo de invierno, que debió ser tratado con 3 l/ha de Glifosato (en Octubre 2010 con la avena en encañazón) para la realización del barbecho.

Figura 2: Diseño de los bloques con los tratamientos asignados al azar a cada parcela.



Área total: 6000 m² (0.6 hectárea)

Previo siembra del cultivo de soja de la campaña 2010-2011, se procedió a realizar un análisis de contenido de humedad en el suelo comparando las diferencias entre los tratamientos.

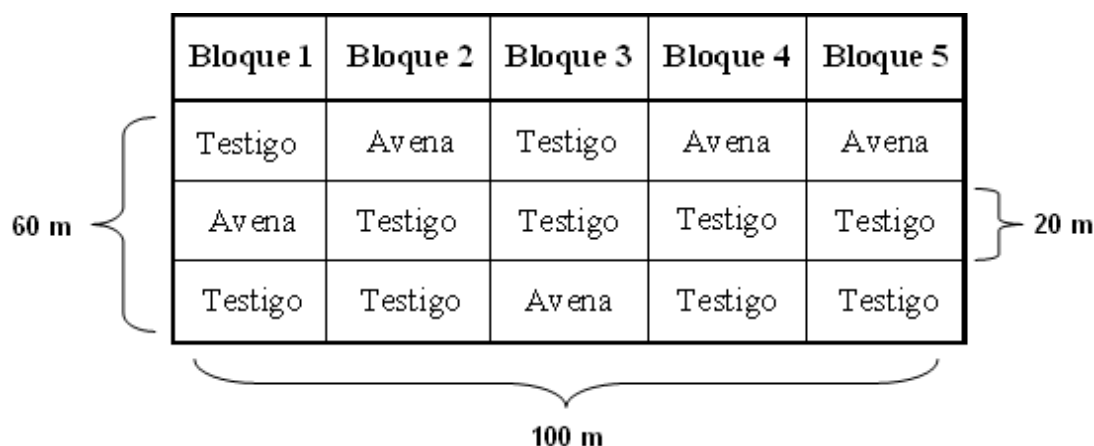
Para el mismo, se tomaron 6 muestras de suelo de cada parcela, en distintas fechas entre ambas campañas de soja. El procedimiento realizado fue: pesar la muestra ni bien se extraía del suelo, llevar la misma a estufa (105 °C) hasta su secado y pesar la muestra seca. La diferencia de peso entre el suelo seco y el suelo húmedo en la parcela, es el porcentaje (% H°) de humedad.

Luego de la siembra de soja de la campaña 2010-2011, se comparó la evolución del cultivo de soja con sus diferencias entre tratamientos si los hubiere. Esto se hizo mediante el conteo de plantas/m², y la cosecha se efectuó en 4 m² de cada parcela, manualmente, midiéndose el rendimiento y sus componentes.

La densidad de siembra de la soja, en ambas campañas, fue de 400.000 pl/ha, el sorgo el equivalente a 210.000 pl/ha, la avena el equivalente a 200.000 pl/ha.

Debido a factores no controlados, el cultivo de sorgo no emergió, a pesar de haberlo resembrado, por lo que se decidió realizar el ensayo solo con avena, quedando así 2 parcelas testigo y una con avena.

Figura 3: Nuevo diseño de los bloques resultante de que no emergiera el cultivo de sorgo.



- **Determinaciones del experimento**

- a) Conservación de la humedad entre dos campañas de soja, mediante la aplicación de un cultivo de cobertura entre las mismas. La siembra del cultivo protector se llevó a cabo el día 9-3-2010. Las muestras de suelo para la evaluación de humedad se tomaron en las siguientes fechas: 9-4-10, 18-5-10, 22-6-10, 22-7-10, 21-8-10 y 25-9-10.

Luego de que individualmente cada muestra fuera analizada, se realizó un promedio entre las seis muestras de cada parcela para así llegar a un número final sujeto a evaluación. Los datos se analizaron con el programa Infostat.

- b) Número de plantas por metro cuadrado (pl/m^2) en la campaña 2010-2011. Una vez implantado el cultivo, se procedió a contar las pl/m^2 de cada parcela, para así evaluar en qué condiciones llegaría cada una a cosecha.
- c) Rendimiento, expresado en kilogramos por hectárea (kg/ha) de cada parcela. Se procedió a cosechar 4 m^2 de cada parcela, y luego extrapolar el rendimiento a kg/ha . La cosecha se dividió en 2 submuestras dentro de cada parcela, de 2 m^2 cada una.

- **Diseño del experimento**

Los modelos fueron:

- a) El porcentaje de humedad conservado de cada parcela = Media poblacional del porcentaje de humedad conservado en todas las parcelas + efecto de la aplicación de un cultivo de cobertura + efecto de los bloques + error aleatorio propio de la conservación de humedad (por factores no controlados).
- b) El número de plantas por metro cuadrado de cada parcela = Media poblacional del número de plantas por metro cuadrado + el efecto de la aplicación de un cultivo de cobertura + el efecto de los bloques + error aleatorio de cada planta por metro cuadrado (por factores no controlados).
- c) El rendimiento de cada parcela = Media poblacional del rendimiento + efecto de la aplicación de un cultivo de cobertura + el efecto de los bloques + error aleatorio propio del rendimiento (por factores no controlados).

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) en el programa Infostat. En todos los casos se comprobaron los supuestos de normalidad.

➤ **Resultados y Discusión**

- **Precipitaciones mensuales ocurridas durante el ensayo**

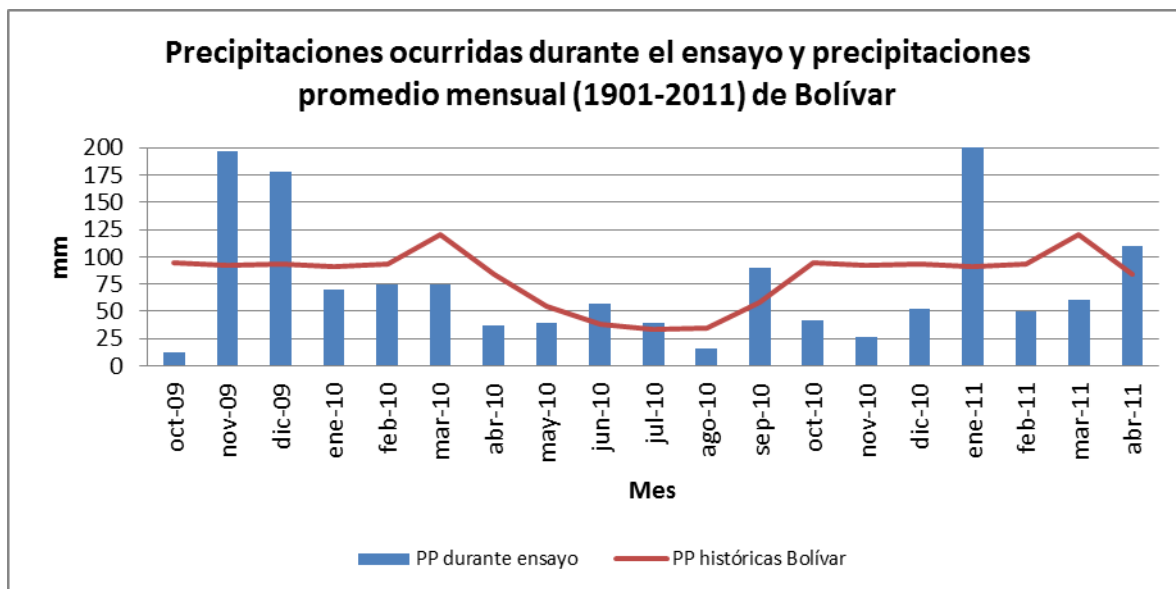
En la tabla 1 se pueden observar las precipitaciones ocurridas, mes a mes, durante el ensayo, de esta forma se obtiene un pequeño panorama de uno de los factores fundamentales para el rubro agrícola.

Tabla 1: Precipitaciones ocurridas durante el ensayo en el establecimiento “Los Pala”.

Mes/Año	2009	2010	2011
Enero		70	200
Febrero		75	50
Marzo		75	60
Abril		37	110
Mayo		40	
Junio		57	
Julio		40	
Agosto		16	
Septiembre		90	
Octubre	12	42	
Noviembre	196	27	
Diciembre	178	52	
Total	386	621	420

Las precipitaciones ocurridas durante todo el ensayo fueron de 1.427 mm, siendo 386 mm caídos en tres meses del año 2009 (Octubre, Noviembre y Diciembre), 621 caídos en todo el año 2010 y 420 mm caídos en los primeros cuatro meses del año 2011 (Enero, febrero, marzo y Abril). Comparando estos datos con la serie histórica (Ver Anexo), se observa que los milímetros caídos están por debajo de la media histórica de la zona.

Figura 4: Precipitaciones ocurridas durante el ensayo en el establecimiento “Los Pala”.



- **Comparación estadística de retención de humedad entre el suelo desnudo (Testigo) y el tratamiento (Cobertura con Avena).**

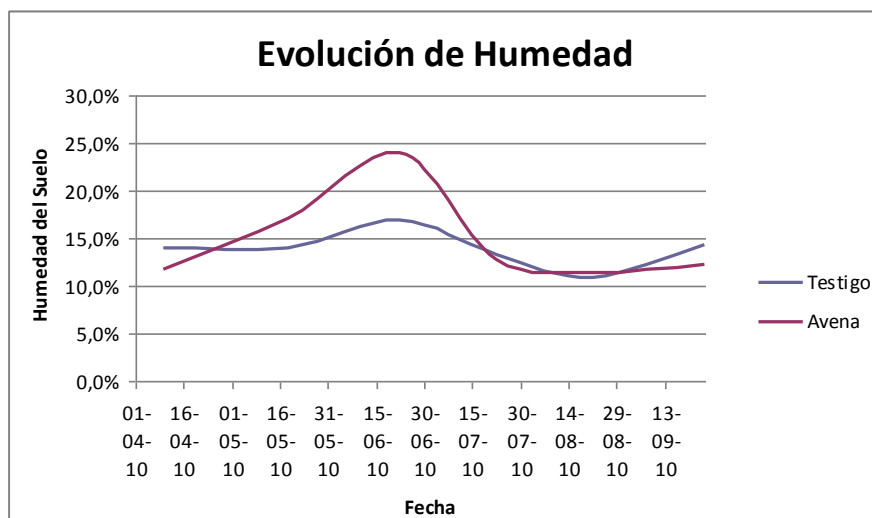
En la tabla 2, se aprecia que el suelo que estuvo con la cobertura del cultivo de avena obtuvo una media levemente mayor (15,60 %) de retención de humedad con respecto al tratamiento testigo (14,10 %). Pero, dicha diferencia resultó no ser significativa (tomando un p-valor menor a 0,05), por lo que estadísticamente no se puede asegurar que, a pesar de estar el suelo bajo cobertura, éste haya tenido mayor retención de humedad, ni que el consumo por transpiración del cultivo de avena haya afectado la disponibilidad de agua para la soja sembrada posteriormente.

Tabla 2: Capacidad de retención de humedad (%) entre el suelo desnudo y suelo con cobertura.

Tratamiento	Media	n	Letra
Testigo	14,10	10	A
Avena	15,60	5	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Figura 5: Evolución de la humedad del suelo en las distintas fechas de muestreo y comparando los tratamientos



La figura 5 muestra la evolución de la humedad del suelo, tanto para el suelo cubierto con avena como para el suelo sin cobertura, durante las distintas fechas de muestreo. Durante el invierno, el suelo bajo cobertura tuvo una mayor retención de humedad, equiparándose la misma hacia el final de los muestreos. Puede ser que la lluvia caída a principios de primavera (90 mm en el mes de Septiembre, ver anexos) haya influenciado esta igualdad en el porcentaje de retención de humedad, al momento de la siembra.

- **Comparación estadística del número de plantas por metro cuadrado de soja logradas entre el suelo testigo (sin cobertura) y el suelo con tratamiento (cobertura de Avena).**

En la tabla 3 se observa, que a pesar de que la media de plantas fue levemente mayor en el suelo con cobertura (42,45 vs. 41,73), esta no resultó ser una diferencia significativa (tomando un p-valor de 0,05), lo que indica que no hubo interferencias para la siembra posterior de soja, seguida de cultivo de cobertura.

Tabla 3: Comparación estadística del número de plantas por metro cuadrado entre el suelo testigo y el suelo con cobertura.

Tratamiento	Media	n	Letra
Avena	42,45	5	A
Testigo	41,73	10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

- **Comparación estadística del rendimiento (expresado en Kg/Ha) entre las parcelas tratadas con avena y las que quedaron al descubierto.**

Al final de todo, el rendimiento en las parcelas testigo (suelo desnudo) obtuvo una media muy levemente superior (1570 kg/ha) a la del suelo con cobertura (1548 kg/ha). Pero esta diferencia no resultó ser significativa, tomando un p-valor de 0,05, por lo que no se puede inferir que por estar o no descubierto el suelo va a tener mayor probabilidad de respuesta. Dichos resultados quedan visibles en la tabla 4.

Tabla 4: Comparación estadística del rendimiento entre el suelo testigo y el suelo con cobertura.

Tratamiento	Media	n	Letra
Avena	1.548	5	A
Testigo	1.570	10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

➤ Conclusiones

El sorgo sembrado al voleo en superficie no emergió, lo que sugiere la necesidad de cambiar la técnica de siembra y continuar ensayándolo si se lo quiere emplear como cultivo de cobertura. La avena sembrada al voleo en superficie logró una aceptable implantación.

. De acuerdo a los resultados obtenidos en este ensayo, se puede inferir que la utilización de avena como cultivo de cobertura en monocultivo de soja no mejoró la capacidad de retención de humedad del suelo, ya que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

. Los datos que arrojaron los resultados en cuanto a diferencia de rendimiento entre los tratamientos (siendo la diferencia de 21,83 kg/ha a favor del testigo), nos muestran que el aporte de cultivos protectores no mejoraron el rendimiento de la soja, evaluado entre 2 campañas.

. No se debe descartar que en las condiciones climáticas en las cuales el ensayo fue realizado (ambiente no controlado) no fueron las mejores para el cultivo de soja (tomando el año 2010, las precipitaciones fueron de 621 mm donde el promedio anual es de 888 mm).

. Por último, se puede agregar que el momento de quemado del cultivo protector pudo haber influido en la capacidad de retención de agua. Si el mismo se realizó tempranamente, no se ha dado lugar a que el cultivo desarrolle suficiente materia seca como para que, una vez quemado, conserve la humedad de suelo. Por otro lado, si la práctica de quemado del cultivo de cobertura se realizó tardíamente, se ha dejado que el mismo cultivo consuma mayor cantidad de agua del perfil de suelo, disminuyendo así el agua retenida para el cultivo de soja posterior.

➤ Bibliografía

- Barraco, M. R; Scianca, C. M; Lardone, A. V; Alvarez, C; Díaz-Zorita, M. 2012. Cereales de Invierno como Cultivo de Cobertura en Secuencias Continuas de Soja. INTA Villegas.
- Cazorla, C; Baigorria T. 2011. Antecesores de Maíz Barbechos o Cultivos de Cobertura? INTA Marcos Juárez.
- Informe Brundtland. Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo. 1987. *Nuestro Futuro Común*. Madrid, Alianza, 1er Edición.
- Informe Ecolatina 2009. El Agro Vuelve a Impulsar la Economía en 2010. Buenos Aires.
- Martelloto, E; Salas, P; Lovera, E. 2001. Impacto del Monocultivo de Soja. INTA Manfredi.
- Miguez, F.; Bollero, G. 2006. Winter Cover Crops In Illinois: Evaluation of Ecophysiological Characteristics of Corn. Universidad de Illinois.
- Navarro Rau, M. F. 2012. Dinámica de la Cobertura y Uso del Suelo, Ecorregión Mesopotamia. INTA Corrientes.
- Satorre, E. 2004. Seminario: Sustentabilidad de la Producción Agrícola. JICA – INTA.

➤ **Weblografía**

- <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2011/10/IMPACTO-DEL-MONOCULTIVO-DE-SOJA.pdf>. Octubre, 2011
- <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2006/03/11/15557.aspx>. Octubre, 2009
- <http://www.colonbuenosaires.com.ar/semanariocolondoce/cgi-bin/hoy/archivos/00001094.html>. Octubre, 2009
- <http://www.eco2site.com/news/Dic-03/soja.asp>. Octubre, 2009
- <http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/marcosjuarez/mj20040105/sustentabilidad.asp>. Octubre, 2009
- <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/docsuelos/impamonosoja.htm>. Noviembre, 2009
- http://www.inta.gov.ar/suelos/actualidad/seminarios/S_SustentabilidadJICA-INTA.pdf. Noviembre, 2009
- <http://www.minagri.gob.ar/site/index.php>. Octubre, 2013
- http://www.rosario.com.ar/agronoticias/archivos/dest_33.htm. Octubre, 2009

➤ **Anexos**

• **Serie de precipitaciones históricas del Partido de Bolívar**

Tabla 5: Lluvias anuales históricas serie 1901-2011. Fuente: Aeroclub de Bolívar

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1901	171	52	214	67	60	90	5	30	43	27	142	27	928
1902	162	173	164	216	63	18	31	0	47	29	63	155	1.121
1903	33	180	124	112	89	11	10	81	51	68	50	66	875
1904	90	139	60	63	17	27	70	24	58	48	106	34	736
1905	40	57	103	40	55	21	42	18	83	181	26	101	767
1906	68	33	63	83	20	37	56	37	39	45	85	30	596
1907	27	47	123	165	30	18	13	33	113	74	32	141	816
1908	71	65	105	156	160	75	59	31	30	75	99	199	1.125
1909	385	67	32	24	90	20	51	24	180	99	87	18	1.077
1910	22	35	114	66	14	136	23	46	68	19	41	50	634
1911	50	92	5	55	118	2	8	9	45	89	97	131	701
1912	98	110	117	106	7	38	2	26	89	172	105	44	914
1913	4	192	207	99	170	43	3	217	60	74	55	42	1.166
1914	85	93	77	187	90	36	46	6	28	227	188	139	1.202
1915	64	98	155	74	23	0	26	1	40	87	71	133	772
1916	85	21	100	137	19	9	2	27	41	36	42	50	569
1917	74	114	121	160	14	15	79	0	68	35	19	44	743
1918	49	59	114	65	4	151	42	40	58	43	109	67	801
1919	77	56	113	192	174	58	114	33	114	37	36	153	1.157
1920	96	71	81	98	8	37	15	0	38	133	100	143	820
1921	50	159	71	11	17	20	5	11	44	127	101	190	806
1922	118	186	33	32	55	104	10	22	33	64	64	27	748
1923	57	117	178	36	22	15	29	140	78	112	45	93	922
1924	87	38	124	102	59	1	18	0	49	15	77	42	612
1925	13	227	90	12	93	0	66	16	67	28	141	80	833
1926	17	32	176	141	56	59	13	109	20	39	133	26	821
1927	278	33	50	12	2	23	42	9	13	101	28	92	683
1928	69	16	47	68	83	9	35	8	39	32	78	64	548
1929	81	57	43	157	13	15	2	2	116	135	114	62	797
1930	57	102	92	146	17	15	1	35	58	55	43	130	751
1931	183	32	92	40	0	0	86	98	81	56	86	14	768
1932	29	55	283	53	41	0	22	52	14	99	82	113	843
1933	68	202	146	31	83	8	4	5	137	151	18	74	927
1934	58	41	108	10	12	19	102	35	80	89	198	113	865
1935	32	91	117	31	43	36	11	58	2	36	114	115	686
1936	49	49	12	74	34	32	32	18	47	60	216	68	691
1937	7	119	74	23	43	14	12	9	81	48	75	36	541

1938	12	14	119	119	120	27	12	6	4	139	78	32	682
1939	118	113	106	26	141	49	13	13	87	306	26	49	1.047
1940	58	89	99	68	87	247	31	37	61	65	45	144	1.031
1941	112	136	122	41	130	4	112	41	2	15	113	99	927
1942	68	194	178	23	50	0	10	46	62	63	27	61	782
1943	35	4	164	56	42	119	22	3	13	114	45	119	736
1944	89	76	79	40	94	35	44	27	65	94	74	109	826
1945	36	178	86	37	1	17	25	72	65	45	49	52	663
1946	42	102	88	158	70	161	38	36	75	122	192	201	1.285
1947	49	80	161	180	37	55	45	0	36	18	108	21	790
1948	62	28	111	72	105	53	26	6	109	52	23	127	774
1949	24	73	140	52	40	15	24	63	34	24	71	74	634
1950	44	44	63	76	48	3	29	22	106	106	129	129	799
1951	18	113	36	36	86	49	10	2	49	67	194	101	761
1952	33	36	183	25	54	71	118	115	60	122	56	36	909
1953	77	156	97	153	43	14	10	36	59	79	93	82	899
1954	154	88	56	47	45	45	37	0	59	81	30	60	702
1955	87	131	109	67	54	18	93	28	57	51	184	58	937
1956	138	59	115	97	30	43	62	44	62	89	66	15	820
1957	116	23	110	73	288	37	20	1	6	107	97	150	1.028
1958	146	93	109	61	30	15	150	12	8	0	119	179	922
1959	52	65	178	30	29	74	10	9	3	145	85	97	777
1960	92	49	148	4	28	35	76	8	82	123	40	99	784
1961	73	180	52	16	20	9	34	82	43	189	168	61	927
1962	161	39	66	64	10	0	18	82	26	64	97	77	704
1963	103	62	165	103	16	109	34	98	64	131	119	186	1.190
1964	45	205	136	98	144	10	8	41	86	11	146	95	1.025
1965	153	92	3	88	42	80	54	39	0	116	89	69	825
1966	76	47	53	144	117	25	88	32	0	45	228	175	1.030
1967	79	76	81	129	38	15	27	7	99	240	52	115	958
1968	49	140	161	5	1	75	38	80	57	109	86	120	921
1969	21	134	85	95	61	55	4	0	27	115	104	26	727
1970	151	72	140	6	45	6	18	1	154	61	34	48	736
1971	154	50	107	99	53	32	20	71	40	128	34	108	894
1972	96	14	65	63	18	80	10	6	190	54	58	92	745
1973	81	229	212	83	8	90	19	3	7	165	40	45	982
1974	282	84	40	17	158	47	29	18	72	51	17	107	922
1975	86	70	174	98	116	48	8	7	35	82	94	72	891
1976	63	182	36	73	13	10	74	61	30	88	97	156	882
1977	118	144	176	44	6	11	7	35	27	127	104	152	951
1978	160	149	208	36	15	7	78	29	108	102	170	42	1.103
1979	40	12	62	69	69	25	2	76	42	38	106	110	650
1980	26	109	67	368	103	36	37	60	28	65	124	51	1.074
1981	210	94	53	67	81	33	2	2	32	101	59	104	836
1982	74	86	139	107	37	34	15	1	76	133	66	68	836
1983	60	146	177	96	104	6	0	46	8	165	19	211	1.038
1984	126	346	91	106	11	30	14	11	83	66	102	90	1.075

1985	110	40	56	219	24	5	65	23	149	218	261	121	1.290
1986	158	70	152	201	9	8	0	54	68	167	194	43	1.123
1987	53	195	444	30	28	14	79	31	14	106	188	68	1.247
1988	62	22	264	47	8	1	14	69	91	72	126	77	853
1989	69	39	142	5	97	104	34	85	33	46	31	173	857
1990	92	47	112	44	101	0	32	2	70	193	79	118	889
1991	126	71	47	80	18	134	23	17	68	76	152	276	1.089
1992	104	89	242	51	47	17	16	71	35	100	117	145	1.035
1993	178	28	202	224	93	73	1	7	137	69	114	89	1.212
1994	106	98	55	76	82	31	66	37	50	178	21	182	982
1995	107	49	88	215	30	8	0	5	0	59	92	46	698
1996	72	96	183	212	36	43	0	26	24	114	173	101	1.080
1997	89	113	170	106	20	153	18	33	20	246	50	171	1.188
1998	168	145	83	213	70	4	32	19	101	66	65	62	1.025
1999	100	57	422	14	79	6	34	38	57	57	62	86	1.011
2000	70	213	112	59	147	41	11	23	69	253	107	69	1.175
2001	150	151	251	118	49	24	38	87	94	154	198	16	1.331
2002	58	90	311	40	85	3	70	128	54	160	139	158	1.294
2003	58	82	166	170	38	3	98	38	34	97	150	206	1.142
2004	48	18	57	80	16	26	63	87	3	99	78	166	740
2005	78	197	149	1	4	24	27	77	36	37	87	46	763
2006	245	79	80	79	2	44	21	25	32	288	45	79	1.018
2007	128	122	150	73	20	13	3	0	126	113	22	45	815
2008	250	38	163	0	17	35	67	6	55	136	47	46	860
2009	20	44	23	13	38	5	57	0	119	12	196	178	705
2010	70	75	75	37	40	57	40	16	90	42	27	52	621
2011	200	50	60	110	32	49	37	3	52	5	126	22	746
Promedio	91	93	121	84	55	38	34	35	58	94	93	94	888
Desvío	63	60	73	64	48	41	31	36	39	62	54	54	183
Máximo	385	346	444	368	288	247	150	217	190	306	261	276	1.331
Mínimo	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	17	14	541

➤ **Datos Originales**

- **Comparación de retención de humedad en el suelo entre el suelo desnudo (Testigo) y el suelo cubierto por el cultivo de Avena (Tratamiento).**

En la tabla 6 se observa el porcentaje de humedad promedio, luego de 6 muestras tomadas, que obtuvo cada parcela que integró el experimento. Se determinó que, en promedio, el suelo que obtuvo cobertura, tuvo tanto o más capacidad de retención de agua que aquel que quedó sin cobertura entre campañas.

Tabla 6: Porcentaje de humedad retenido en cada parcela, en promedio de 6 muestras tomadas.

Promedio				
Bloque	Tratamiento	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	% Humedad
A	Testigo	422	350	17%
	Avena	425	362	15%
	Testigo	408	348	15%
B	Testigo	440	388	12%
	Testigo	425	365	14%
	Avena	427	360	16%
C	Testigo	438	363	17%
	Testigo	430	375	13%
	Avena	472	388	18%
D	Testigo	442	383	13%
	Testigo	445	393	12%
	Avena	443	382	14%
E	Avena	465	397	15%
	Testigo	463	392	15%
	Testigo	465	407	13%

- **Recuento del número de plantas/m² entre el suelo testigo (sin cobertura) y el suelo con tratamiento (cobertura de Avena)**

En la tabla 7 se observa la cantidad de plantas por metro cuadrado que creció en cada parcela. Se observa que el suelo que mantuvo cobertura vegetal, obtuvo un pequeño valor mayor comparándolo con el otro suelo.

Tabla N°7: Cantidad de plantas/m² crecido en cada parcela.

Recuento de plantas por metro cuadrado.		
Bloque	Tratamiento	Total
A	Testigo	44,75
	Avena	42,25
	Testigo	41,75
B	Testigo	40,75
	Testigo	41,75
	Avena	41,75
C	Testigo	40,75
	Testigo	44,00
	Avena	42,50
D	Testigo	40,25
	Testigo	42,50
	Avena	44,00
E	Avena	41,75
	Testigo	41,25
	Testigo	39,50

- **Rendimiento de cada una de las parcelas.**

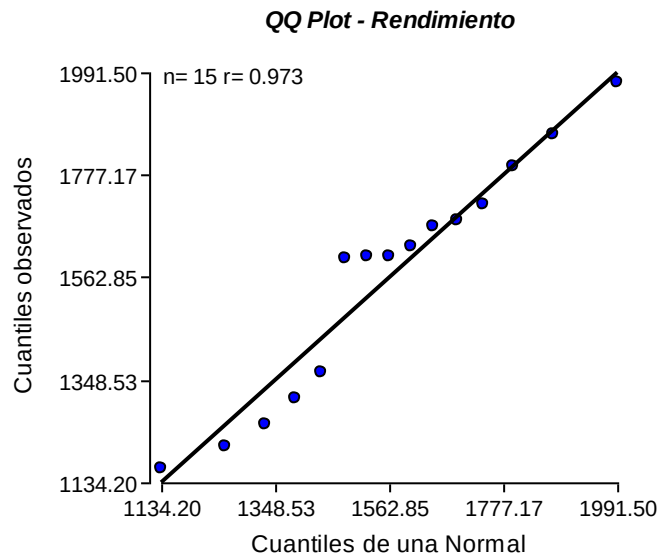
En la tabla 8 se observa el rendimiento, tanto los gramos cosechados en 4 metros cuadrados como en kilogramos por hectárea, de cada una de las parcelas. Acá observamos que el rendimiento fue muy variable, siendo así que las parcelas testigos tuvieron un mayor rendimiento promedio que las parcelas tratadas con Avena (1.570,13 vs. 1548,30).

Tabla N°8: Gramos cosechados y rendimiento expresado en Kg/Ha de cada parcela.

Rendimiento			
Bloque	Muestra	Gr. Cosechados	Kg/Ha
A	Testigo	394	1.969
	Avena	359	1.797
	Testigo	343	1.715
B	Testigo	325	1.626
	Testigo	321	1.606
	Avena	373	1.863
C	Testigo	251	1.255
	Testigo	320	1.601
	Avena	233	1.163
D	Testigo	334	1.671
	Testigo	242	1.211
	Avena	262	1.310
E	Avena	322	1.608
	Testigo	273	1.365
	Testigo	336	1.681
Promedio Rendimiento Testigo			1.570
Promedio Rendimiento Avena			1.548

- Supuestos de Anova para:
 - ❖ Rendimiento
 - Normalidad (Grafica y Analíticamente)

Figura 6: Prueba de normalidad para la variable rendimiento.

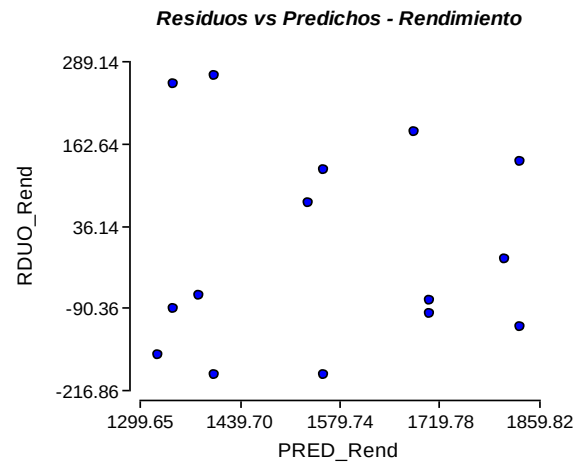


Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Rend	15	0.00	158.56	0.87	0.0629

Figura 7: Prueba de homocedasticidad para la variable rendimiento.

○ **Homocedasticidad (Grafica y Analíticamente)**



Análisis de la varianza (Prueba de Levene)

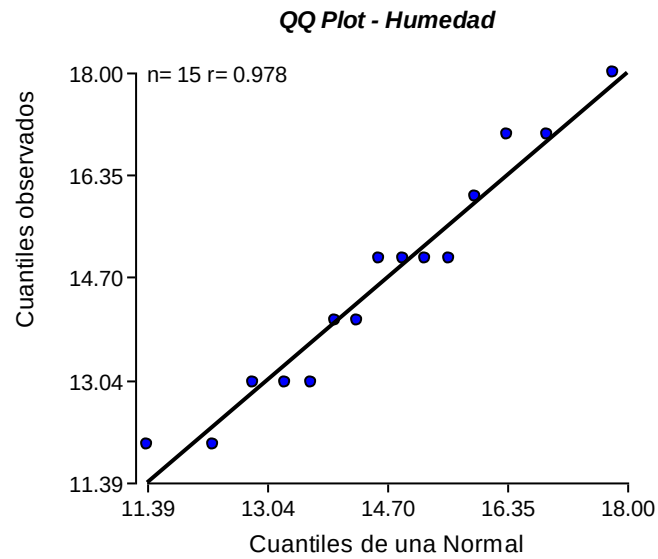
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Rend	15	0.37	0.03	50.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26128.39	5	5225.68	1.08	0.4343
Bloque	15821.38	4	3955.35	0.81	0.5471
Trat	10307.00	1	10307.00	2.12	0.1793
Error	43735.28	9	4859.48		
Total	69863.67	14			

❖ Humedad

○ Normalidad (Grafica y Analíticamente)

Figura 8: Prueba de normalidad para la variable humedad.

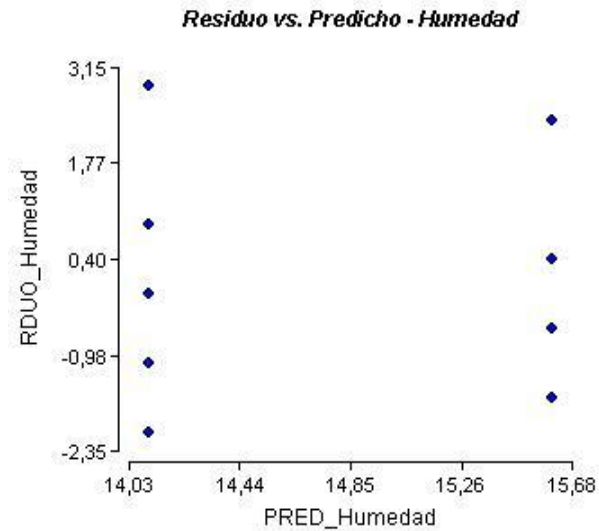


Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Humedad	15	0.00	1.69	0.87	0.0635

○ Homocedasticidad (Grafica y Analíticamente)

Figura 9: Prueba de homocedasticidad para la variable humedad.



Análisis de la varianza (Prueba de Levene)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Humedad	15	0.05	0.00	65.50

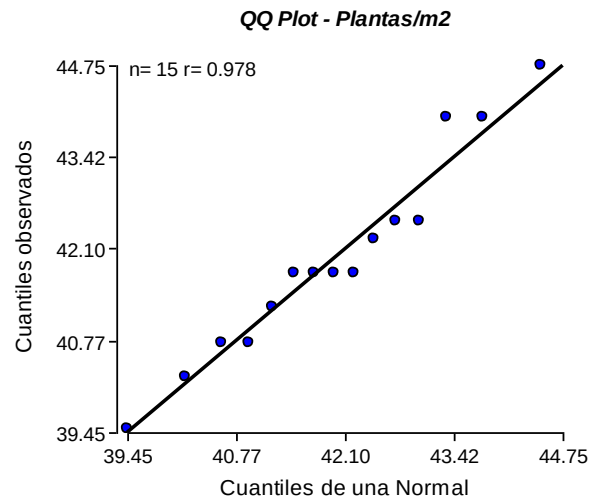
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.53	1	0.53	0.65	0.4358
Tratamiento	0.53	1	0.53	0.65	0.4358
Error	10.72	13	0.82		
Total	11.26	14			

❖ Plantas/m²

- **Normalidad (Grafica y Analíticamente)**

Figura 10: Prueba de normalidad para la variable plantas/m².

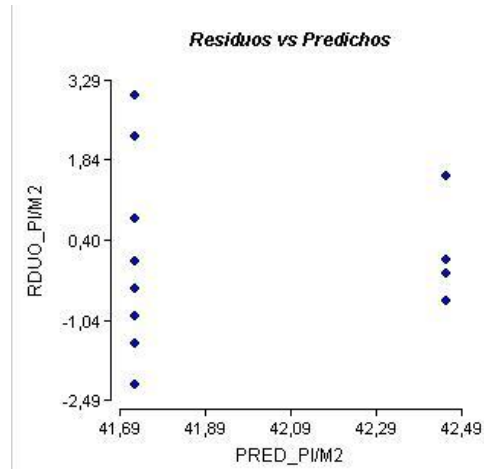


Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Pl/M2	15	0.00	1.40	0.93	0.5024

○ **Homocedasticidad (Grafica y Analíticamente)**

Figura 11: Prueba de homocedasticidad para la variable plantas/m².



Análisis de la varianza (Prueba de Levene)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Pl/M2	15	0.10	0.03	87.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.14	1	1.14	1.41	0.2570
Tratamiento	1.14	1	1.14	1.41	0.2570
Error	10.55	13	0.81		
Total	11.69	14			

- Resultados de Anova para:

- ❖ Rendimiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend	15	0,59	0,36	12,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	498243,20	5	99648,64	2,55	0,1055
Bloque	496655,43	4	124163,86	3,17	0,0693
Trat	1587,77	1	1587,77	0,04	0,8448
Error	351992,65	9	39110,29		
Total	850235,85	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=543,03367

Error: 39110,2942 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
C	1336,03	3	115,60 A
D	1393,70	3	115,60 A
E	1548,03	3	115,60 A
B	1694,86	3	115,60 A
A	1823,45	3	115,60 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=237,91251

Error: 39110,2942 gl: 9

Trat	Medias	n	E.E.
a	1548,30	5	88,44 A
t	1570,13	10	62,54 A

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

❖ Humedad

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Humedad	15	0,54	0,29	10,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo TTT)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,77	5	5,15	2,12	0,1539
Bloque	18,27	4	4,57	1,88	0,1978
Tratamiento	7,50	1	7,50	3,09	0,1126
Error	21,83	9	2,43		
Total	47,60	14			

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=4,27681

Error: 2,4259 gl: 9

Bloque Medias n

D	13,25	3	A
B	14,25	3	A
E	14,58	3	A
A	15,92	3	A
C	16,25	3	A

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

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=1,87375

Error: 2,4259 gl: 9

Tratamiento Medias n

T	14,10	10	A
A	15,60	5	A

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

❖ Plantas/m²

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Plantas/m2	15	0,34	0,00	3,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,07	5	2,01	0,94	0,4998
Tratamiento	1,75	1	1,75	0,82	0,3895
Bloque	8,32	4	2,08	0,97	0,4694
Error	19,29	9	2,14		
Total	29,36	14			

Test:Tukey Alfa:=0,05 DMS:=1,76121

Error: 2,1433 gl: 9

Tratamiento Medias n

T	41,73	10	A
A	42,45	5	A

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

Test:Tukey Alfa:=0,05 DMS:=4,01996

Error: 2,1433 gl: 9

Bloque Medias n

E	40,95	3	A
B	41,54	3	A
D	42,37	3	A
C	42,54	3	A
A	43,04	3	A

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

- ❖ Cada punto de medición de humedad
 - Fecha de muestreo: 9-4-2010

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	15	0,53	0,27	18,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	64,67	5	12,93	2,05	0,1642
Bloque	51,33	4	12,83	2,04	0,1723
Tratamiento	13,33	1	13,33	2,12	0,1796
Error	56,67	9	6,30		
Total	121,33	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,89007

Error: 6,2963 gl: 9

Bloque Medias n E.E.

E	10,67	3	1,47	A
B	12,33	3	1,47	A
D	12,67	3	1,47	A
C	13,00	3	1,47	A
A	16,33	3	1,47	A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,01866

Error: 6,2963 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

a	12,00	5	1,12	A
t	14,00	10	0,79	A

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

- Fecha de muestreo: 18-5-2010

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	15	0,18	0,00	50,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	110,97	5	22,19	0,39	0,8423
Bloque	74,67	4	18,67	0,33	0,8511
Tratamiento	36,30	1	36,30	0,64	0,4437
Error	509,03	9	56,56		
Total	620,00	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=20,65062

Error: 56,5593 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
D	12,88	3	4,40 A
C	14,22	3	4,40 A
A	14,22	3	4,40 A
B	18,22	3	4,40 A
E	18,22	3	4,40 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,04740

Error: 56,5593 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
t	13,90	10	2,38 A
a	17,20	5	3,36 A

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

- Fecha de muestreo: 22-6-2010

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	15	0,40	0,07	37,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	316,57	5	63,31	1,21	0,3767
Tratamiento	187,50	1	187,50	3,59	0,0906
Bloque	129,07	4	32,27	0,62	0,6608
Error	469,83	9	52,20		
Total	786,40	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,69205

Error: 52,2037 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
t	16,70	10	2,28 A
a	24,20	5	3,23 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,83955

Error: 52,2037 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
A	16,92	3	4,22 A
D	17,58	3	4,22 A
B	20,25	3	4,22 A
E	23,25	3	4,22 A
C	24,25	3	4,22 A

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

- Fecha de muestreo: 22-7-2010

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	15	0,23	0,00	34,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,80	5	10,96	0,52	0,7531
Tratamiento	0,53	1	0,53	0,03	0,8766
Bloque	54,27	4	13,57	0,65	0,6417
Error	188,13	9	20,90		
Total	242,93	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,50026

Error: 20,9037 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
a	13,00	5	2,04 A
t	13,40	10	1,45 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,55431

Error: 20,9037 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
E	10,60	3	2,67 A
B	11,60	3	2,67 A
A	13,60	3	2,67 A
D	14,27	3	2,67 A
C	15,93	3	2,67 A

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

- Fecha de muestreo: 21-8-2010

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	15	0,90	0,84	19,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	353,10	5	70,62	15,96	0,0003
Tratamiento	0,83	1	0,83	0,19	0,6746
Bloque	352,27	4	88,07	19,90	0,0002
Error	39,83	9	4,43		
Total	392,93	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,53089

Error: 4,4259 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
t	10,90	10	0,67 A
a	11,40	5	0,94 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,77675

Error: 4,4259 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
D	5,75	3	1,23 A
E	7,75	3	1,23 A B
B	10,08	3	1,23 A B
C	12,42	3	1,23 B
A	19,75	3	1,23 C

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

- Fecha de muestreo: 25-9-2010

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	15	0,13	0,00	34,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,60	5	6,32	0,28	0,9144
Tratamiento	13,33	1	13,33	0,58	0,4642
Bloque	18,27	4	4,57	0,20	0,9320
Error	205,33	9	22,81		
Total	236,93	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,74619

Error: 22,8148 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
a	12,40	5	2,14 A
t	14,40	10	1,51 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,11565

Error: 22,8148 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
B	11,67	3	2,79 A
E	13,00	3	2,79 A
D	13,33	3	2,79 A
C	14,00	3	2,79 A
A	15,00	3	2,79 A

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



Foto 1: Avena creciendo en la parcela 1 del Bloque 3 (Abril 2010)



Foto 2: Avena crecida, cubriendo el suelo de la parcela 3 del bloque 4 (Agosto 2010).