

EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS MEDIANTE ENSAYOS EN INVERNÁCULO CON CULTIVOS COMERCIALES DE LECHUGA.

N. N. Fernández; J. Quant Bermúdez y A. Driutti
INSTITUTO AGROTECNICO "Pedro M. Fuentes Godo" - F.C.A. - UNNE.
Las Heras 727, (3500) Resistencia, Chaco, Argentina.

Resumen:

Este trabajo tiene dos partes, en la primera se evaluaron cinco abonos orgánicos provenientes de la transformación de los residuos del hilado del algodón. Para cuantificar se utilizó la producción de lechuga Grand Rapid BTR, en un diseño en bloques al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones. Se trabajó en un invernáculo comercial (19 x 60 m). Los abonos se aplicaron a razón de 4 dm³/m² por tratamiento. Se cubre la superficie con cascarilla de algodón, 45 dm³/m², se sembró el 11/01/94. Durante el ciclo de cultivo no fue necesario aplicar agroquímicos. A la cosecha se pesó en balanza granataria la biomasa aérea total. Se hicieron análisis de varianza y se probaron las diferencias entre medias con test de Tukey nivel 5 % y 1%, que indicaron diferencias entre tratamientos. El incremento de los rendimientos osciló entre el 11 y el 50 %; siendo el mejor el tratamiento el residuo que no recibió agregado adicional alguno, en el proceso de transformación.

En la segunda parte, se cuantificó el efecto de diferentes dosis de la mezcla de los cinco abonos empleados en la primera parte. Se empleó el mismo diseño como así también las técnicas, variedad de lechuga y cuidados culturales. Se sembró el 19/01/94 y se cosechó el 03/03/94, se pesó, a diferencia del anterior, la biomasa aérea comercial. Se utilizaron las mismas pruebas estadísticas. Todas las dosis incrementaron la producción comercial entre un 12 y 59 %, siendo significativa al nivel 1% la dosis de 6 dm³/m².

Palabras clave: abonos orgánicos, ensayos de evaluación, lechuga.

Título abreviado: Evaluación de abonos orgánicos...

Summary:

This paper includes two greenhouse experiments; first, five organic compounds coming from residue transformations of cotton spun were evaluated. Yield effects were quantified using Grand Rapid BTR lettuce cultivar in a 6-treatment and 5 repetition random - block design. Experience was done in a commercial greenhouse (19 x 60 meters). Organic compounds were applied at 4 dm³/m² rate

in each treatment. Soil surface was covered with cotton husk at 45 dm³/m² rate; planting was done 01/11/94. No chemical treatments were required. Yields were recorded using a granatary scale and reported as total air biomass. Differences were studied with ANOVA and Tukey (5 and 1 % level) tests. Organic compounds increased yields from 11 to 50 %; being the highest the treatment that was fertilized with the non - modified organic compound. Second experiment was designed to quantified the effect of 6 levels organic compound mode mixturing the 5 entries tested before. Experiment design, cultivar and crop technology used were the same as before. Seeding was done 01/19/94 and crop harvest 03/03/94. Statistical analysis procedure was the same as before. Any organic compound amount tested increased commercial production 12 to 59 %; soil treatment 6 dm³/m² brought the highest significant difference (1%).

Key words: organic compounds, test, lettuce.

1) Comparación de cinco abonos elaborados con residuos de la industria del hilado del algodón.

Introducción y Objetivos:

El empleo de abonos orgánicos en los cultivos hortícolas es un insumo imprescindible, cuya importancia es más manifiesta en el caso de invernáculos o cultivos protegidos. En la región la fuente más utilizada son los estiércoles de "corral vacuno" y de aves o "barridos de gallineros". El incremento de la demanda de estos abonos hace prever, para un futuro no muy lejano, un déficit creciente de los mismos y, por lo tanto, es importante conocer los posibles sustitutos regionales. Frente a tales perspectivas, el Instituto Agrotécnico "P.M. Fuentes Godo", F.C.A., UNNE, desarrolló, a nivel pre-piloto, una metodología para transformar los residuos de la industria del hilado del algodón de la fábrica MIDES, Pto. Tirol, en un abono orgánico para su utilización directa como tal o como materia prima para elaborar un lombri-abono, o sea transformado por la acción de las lombrices. Quant et al, (1993).

Para la evaluación de estos materiales, además de su caracterización físico-química y química, es conveniente contar con medidas sintéticas, y por ello, nos parece adecuado la utilización de la lechuga (*Lactuca sativa L*) empleada como planta índice, Tisdale y Nelson, (1966) y con las siguientes ventajas: ciclo corto, fácil manejo, cuantificación sencilla y, además, constituye un cultivo hortícola importante que demanda tierras fértiles.

Material y Método de Trabajo:

La experiencia se lleva a cabo en la localidad de Puerto Tirol, Chaco, sobre tierras abandonadas del monocultivo algodónero del área geomorfológica Tragadero Río Negro Ledesma, (1973). Se trabajó en un invernáculo comercial de 60 x 19 m., con

techo tipo diente de sierra y puesto en marcha en el año 1992. La superficie se rellena a una cota 0,20 m superior a la normal con una buena tierra agrícola; también se agregó una capa de 4 - 5 cm, de "expeller" de aceitería, se remueve y mezcla con azada, finalmente se cubre con cascarilla de algodón a razón de 45 dm³/m²; luego se moja bien, mediante riegos diarios durante una semana. Debiendo subrayar que como modalidad operativa no se efectúa ninguna clase de labranza o laboreo del terreno, Driutti *et al*, (1994).

Las características del suelo original de partida y el de la franja del ensayo - modificado por movimiento y relleno de tierra e incorporación de residuos orgánicos, etcétera - luego de varios ciclos de lechuga, se indican en el CUADRO 1

CUADRO 1: Valores analíticos del suelo original y modificado, donde se realizó el ensayo.

Identificación	pH Actual	Conductiv. mmhos/cm	C.Org.	N.Total	C/N	N-NO3	P	K
			gr %			ppm		
Suelo original	6,45	0,21	1,94	0,188	10,3	Vestigios	39	133
Suelo modificado	5,19	0,20	2,66	0,289	9,2	160	296	245

Se prueban 5 clases de abonos que corresponden a los tratamientos que, en su oportunidad se hicieran como variantes en la descomposición de los residuos del hilado del algodón, a saber:

- 1) Tratados con KNO³ + Superfosfato triple + KCl (todos como abonos comerciales).
- 2) Idem anterior, el nitrato se sustituye por urea.
- 3) Residuos del hilado sin ningún agregado.
- 4) Con restos para la fabricación de alimentos balanceados.
- 5) Con bosta (diferentes estados) de hacienda vacuna.

Se utiliza un ensayo en bloques al azar de 6 tratamientos (incluyendo el testigo) y 5 repeticiones. La dosis para cada uno de los materiales fue de 4 dm³/m², representan unos 2,50 Kg/m², sus características analíticas son las del CUADRO 2

CUADRO 2: Características analíticas de los distintos materiales.

Mat.	pH	Cond. mmhos/cm	N-NH4	N-NO2	N-NO3	N. sol	P	K	M.O.	N tot.	C/N
	Actual		ppm								
1	7,65	1,55	131	50	94	275	950	4980	13,22	1,027	7,4
2	7,55	1,75	0	0	0	0	1050	4980	16,00	0,951	9,7
3	8,00	0,90	0	0	0	0	550	1660	17,05	0,908	10,8
4	7,90	1,15	104	23	141	268	1400	1660	22,62	1,171	11,1
5	7,95	1,20	63	95	75	233	625	1660	18,44	0,929	11,4

Para el ensayo se delimitó una franja de 30 m. de largo por 1 m. de ancho. La franja se rastreó manualmente con un rastrillo de dientes, se marcaron los bloques, se delimitaron parcelitas de 0,90 m. de largo y, según el sorteo, se esparcieron al voleo sobre la superficie el abono correspondiente e inmediatamente se pica y se mezcla superficialmente con azada. A partir de esta operación efectuada el 04/01/94, se conduce con la técnica utilizada por el productor: se cubre el área con cascarilla de algodón, unos 45 dm³/m² que pesan en promedio 13 Kg, que luego es humedecida mediante riegos con manguera perforada quedando, al final, una cobertura de aproximadamente unos 3 cm de espesor. Posteriormente, el 11/01/94 se marcan 3 surcos separados 35 cm y se siembra a chorrillo la semilla de la variedad "Grand Rapid" BTR. en un equivalente a 2 Kg/Ha.

El cultivo evolucionó normalmente, no se aplicaron agroquímicos y luego de un ciclo de 50 días se procede a cosechar el 03/03/94 de la siguiente manera: se cosechan y separan los 2 surcos laterales y, luego, se recolecta el surco central, se embolsa, se pesa en una balanza granataria y se registra la biomasa aérea producida o producción bruta comercial.

Resultados:

De los cinco bloques se eliminó uno por problemas de riego y daños por lluvia. Durante la evolución del cultivo, visualmente, no se detectó diferencia en el color, vigor ni en el desarrollo de las plantas.

Los resultados son expresados en gramos por metro cuadrado, de biomasa aérea total.

CUADRO 3: Análisis de la varianza

VALOR	Fc	Ft		Sig.
		5 %	1 %	
Trat.	6,85	2,90	-4,56	**
Bloq.	20,99	3,29	-5,42	**
Prom. Gral.: 4578,75 gr/m ²				
CV 10%				

CUADRO 4: Prueba de Tukey

Tratamiento	Rendimiento gr/m ²	promedio △%	Tukey	
			5%(1087)	1%(1371)
0- Testigo	3630	0	a	a
1- (NPK, nitratos)	4021	+10,8	ab	ab
5- (Bosta, vacuna)	4462	+22,9	abc	abc
4- (Res alim balanc.)	4487	+22,6	abc	abc
2- (NPK, urea)	5012	+38,1	bc	bc
3- (Sin agregado)	5461	+50,4	c	c

(Las cifras con letras iguales no difieren entre si significativamente)

De acuerdo con el análisis de la varianza hay diferencia entre tratamientos y entre bloques. Conforme al test de Tukey hay diferencia muy significativa (1%) entre el testigo y los tratamientos 2 (NPK, urea) y 3 (fibra únicamente) y entre los tratamientos solamente 1 (NPK, nitratos) y 3 (fibra únicamente)

Discusión y Conclusiones:

Conforme con los resultados, los mejores materiales serían los preparados sin ningún agregado y los tratados

con NPK con urea como fuente de nitrógeno. El peor estaría constituido por el tratado con NPK pero con KNO₃.

La influencia diferencial de estos materiales radicaría, probablemente, por efectos biológicos, físicos o combinación de ambos sobre el crecimiento y desarrollo de la lechuga. Esto surge, por un lado, de la observación de las características y de los aportes efectuados por cada uno de los 4 dm³/m² calculados a partir de los datos analíticos y que exponemos a continuación (CUADRO 5)

CUADRO 5: Aporte estimado en Kg/Ha de los 4 dm³/m² de los distintos materiales

MATERIAL	N Soluble	R Asimilable	K Asimilable
1	7,0	24	125
2	0	26	125
3	0	14	42
4	6,7	35	42
5	5,9	16	42

La principal diferencia entre los materiales mejores y peores radica en la virtual ausencia de cualesquiera de las formas de nitrógeno soluble en los primeros. Si bien los valores de nitrógeno como amonio, nitritos y nitratos son pequeños en su equivalente a Kg/Ha, no resulta así en los tenores analíticos, (CUADRO 2), pues, para 1, 4 y 3 en amonio tenemos 131, 104 y 63 ppm N y en nitritos 50, 23 y 95 ppm N serían indicadores indirectos de interferencias o anomalías en el proceso de fermentación y, por otro lado, la presencia de nitratos 94, 141 y 75 ppm N los señalan como materiales más mineralizados frente a 2 y 3, pese a la relación C/N "intermedia" de estos dos materiales que serían menos "maduros". Además coinci-

dentemente, cabe agregar que según Siu (1951) la urea actuaría como inhibidora de los microbios que procesan la celulosa.

Descartamos la influencia de los tenores de NPK, no solo por los "aportes", sino también porque el mejor material es precisamente el que posee los valores de NPK más bajos y al comparar los nutrientes extraídos por el cultivo de la lechuga según varios autores (CUADRO 6) con los valores analíticos del terreno a partir de muestras compuestas de las parcelas testigos antes de la siembra, después de la cosecha y del promedio de las parcelas tratadas al finalizar el ensayo (CUADRO 7).

CUADRO 6: Extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio por el cultivo de lechuga en kilos por hectárea.

Referencia	Nutrientes en Kg/Ha		
	N	P	K
Anstett (1967) *	67	12	105
Knott (1962) *	45-106	5-14	24-193
Malavotta (1980)	24	5	51
Maroto Borrego (1992)	80	18	166
Stephan (1971) *	100	22	208

* Citado por Maroto Borrego (1989)

CUADRO 7: Valores analíticos de las parcelas del ensayo.

Parcelas	pH	N-NO3	P	K	C.Org.	N Tot.	C/N	Conduct. mmhos/cm
	Actual	ppm			gr %			
Testigo a la Siembra	5,52	60	224	191	2,28	0,227	10,1	0,55
Testigo a la Cosecha	5,68	10	240	257	2,13	0,262	8,1	0,17
Tratado Cosecha	5,75	13	300	246	2,45	0,268	9,1	0,17

Inicialmente, aun sin ningún tratamiento, estimando el peso de una hectárea en 1500 tn., los valores de NPK disponibles equivalentes en Kg/Ha serían por los menos de 90 N, 336 de P y 286 K y, además, al finalizar la cosecha aun existen nutrientes en el terreno en cantidades apreciables - incluso incrementos en P y K - y con ligero incremento en el pH, buena conservación de la materia orgánica evidenciada por los valores de nitrógeno total que, estimamos, puede atribuirse al sistema de cobertura, broza o "mulch" de cascarilla de algodón y, además, a la no remoción del terreno. Los autores concluyen en:

1) El mejor material para el terreno ensayado fue el proveniente del residuo del hilado del algodón sin ningún tratamiento. El incremento porcentual producido llegó al 50 % medido en biomasa fresca.

2) La enmienda orgánica utilizada mejoró algunas propiedades del suelo (menor salinidad; ligeros incrementos en pH y en P y K asimilable) con relación al momento inicial.

3) La extracción de las plantas, comparando parcelas testigos y tratadas a la cosecha en ambos casos se reflejó sólo en el N- disponible.

4) Hubo crecimiento del C y del N total medido a la cosecha, en parcelas tratadas comparadas a testigo.

II) Efecto de dosis crecientes, de la mezcla de los cinco abonos, sobre la producción de lechuga.

Objetivo:

El objetivo de este ensayo fue ponderar el efecto de distintas dosis, sobre la producción comercial de lechuga.

Material y Método de Trabajo:

La metodología y técnica utilizada fueron las que se emplearon en la primera parte; salvo que, a la cosecha, se registra la producción comercial o neta y no toda la biomasa aérea o producción bruta.

El abono ensayado resulta de mezclar en volúmenes similares los cinco productos empleados en la primera parte de esta evaluación. Las dosis utilizadas fueron:

0, 2, 4, 6, 8 y 10 dm^3/m^2 en un diseño en bloques al azar con cinco repeticiones.

El acondicionamiento de la franja se realizó el 05/01/94, la siembra el 19/01/94 y se cosecha luego de 43 días el 03/03/94.

Resultados:

En este ensayo también fue necesario eliminar un bloque.

CUADRO 8: Análisis de varianza

VALOR	Fc	Ft		Sig.
		5 %	1 %	
Trat.	23,35	2,90	4,56	**
Bloq.	73,32	3,29	5,42	**
Prom. Gral.: 2568 gr/m^2				
CV 7%				

Discusión y conclusiones:

Al igual que en el ensayo "I" las diferencias no serían atribuibles al aporte de nutrientes, pues, por un lado, si tenemos presente las cifras de extracción por parte del cultivo de lechuga, estarían perfectamente cubiertos por los valores existentes en el suelo, (CUADRO 10) equivalentes como mínimo en Kg/Ha a 240 de N-NO_3 , 444 de P extractable y 305 de K asimilables y, por otra parte, según nuestras estimaciones con el abono ensayado para 2 y 10 dm^3/m^2 , estaríamos aportando el equivalente en Kg/Ha "asimilables" de 2 a 10 de N, 12 a 58 de P y de 37 a 187 de K, valores irrelevantes para los

CUADRO 10: Valores analíticos del terreno al iniciar y finalizar el ensayo.

Referencias parcelas	pH Actual	N-NO ₃	P	K	C. Org.	N. Total	C/N	Conduct. mmhos/cm
Testigo Inicial	5,19	160	296	203	2.66	0,289	9.2	0,80
Testigo Final	5,37	33	360	297	2.70	0,359	7.5	0,23
Final 10 dm^3/m^2	5,57	67	380	277	2.73	0,310	8.8	0,32

Es interesante acotar, a partir de esta información, que el sistema de conducción del cultivo -principalmente sin laboreo del terreno y broza - ha permitido mantener el valor de materia orgánica e incrementar el de nitrógeno total, el pH mejoró un poco y no se han creado problemas de salinidad que sí hemos detectado en un productor del área que usa la técnica tradicional con mucho abono químico.

Indudablemente la dosis óptima para las condiciones del ensayo fue de 6 dm^3/m^2 que equivaldrían a unas 37,5 t/Ha y, dosis que, a su vez, marca el nivel de inflexión en la curva de rendimientos y sus efectos podrían ser de índole biológica, física o de interacción de ambos.

CUADRO 9: Prueba de Tukey

Tratamiento dm^3/m^2	Rendimiento Promedio		Tukey	
	gr/m^2	$\Delta\%$	5% (400)	1% (505)
0	2102	0	a	a
8	2360	+12,3	ab	ab
2	2423	+15,3	ab	ab
10	2518	+19,8	b	ab
4	2672	+27,1	b	b
6	3334	+58,6	c	c

(Las cifras con letras iguales no difieren entre sí significativamente)

Conforme al análisis de la variancia hay diferencias entre tratamientos y entre bloques. De acuerdo con la prueba de Tukey hay diferencia significativa (5%) entre el testigo y las dosis 10, 4 y 6 dm^3/m^2 y muy significativa (1%) para 4 y 6 dm^3/m^2 . La dosis de 6 dm^3/m^2 difiere de todos los tratamientos al nivel de 1%.

existentes en el suelo, salvo para el K que alcanza hasta un 75% del valor del terreno. Así mismo, aún en los testigos, estaría cubierto lo expresado por Branco y Couto, citado por Malavolta et al. (1974) en el sentido de que los nutrientes que tienen prioridad para aumentar los rendimientos en lechuga son el nitrógeno en primer lugar, seguido por el fósforo y, finalmente, por la interacción nitrógeno x fósforo. Por otro lado, la comparación de los datos analíticos del terreno al comienzo y al final del cultivo, indicarían no sólo la presencia de un excedente de nutrientes; sino incluso incrementos en P y K.

Los rendimientos medios logrados de 2,60 Kg/m^2 de producto comercial -en época estival- son superiores a los obtenidos en el INTA El Colorado para la misma variedad en los ensayos 1988/89, 89/90 y 90/91 que registran 2,07 y 1,49 Kg/m^2 y, además, son cinco veces superiores a los logrados por Yogi (1993) con una variedad similar en los ensayos en el CE.TE.PRO.H. en Corrientes. Cabe reiterar que nuestro resultado deviene de un ensayo sin remoción del terreno y sin uso de agroquímicos.

Comparando con la biomasa total del primer ensayo de 4579 gr/m^2 y descontando un 25% (los datos del primer ensayo, dan un promedio de descarte del 20%)

tendríamos, en cifras redondas, unos 3,4 Kg/m² de producto comercial frente a los 2,6 del promedio de las dosis, significan una diferencia del 34% y que podrían deberse a la siembra más tardía 11/01 frente al 19/01/94 y a seis días en la duración del ciclo vegetativo y que, porcentualmente, representan un 12 % menos de posibilidades para producir materia seca.

Los autores concluyen lo siguiente:

1) Para las condiciones del ensayo la dosis óptima fue de 6 dm³/m²; produjo un incremento porcentual del 58 % en biomasa aérea.

2) El efecto del abono estaría vinculado a las posibles influencias de naturaleza biológica y física o a la interacción de ambas.

3) Se ratifica la influencia del abono orgánico del primer ensayo sobre las propiedades del suelo como pH, C orgánico, N total ,etcétera.

Tisdale, S. L. y Nelson, W. L. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Montaner y Simón S.A. Barcelona.

Yogi, D. 1993. Efecto de la protección solar en el rendimiento de lechuga *Lactuca sativa*, L. Var. Capitata y Crispa en ensayo de época estival. Trabajo final de graduación, Biblioteca, F.C.A.- UNNE, Corrientes.

Bibliografía:

Driutti A., López N.F. de y Quant Bermúdez J. 1994 Producción comercial de lechuga sin remoción del suelo y con broza de cascarilla de algodón. 5ta Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. 3-5/8/94. Ctes.

Lenscak, M.P., Vicentino, B. y Gnoato, J.L.. (S/f). Evaluación de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*, L.) en época estival bajo media sombra en El Colorado, Formosa. E.E.A. - INTA - El Colorado, pub. Mimeógrafo.

Malavolta, E. 1980 Elementos de Nutricao Mineral de Plantas. Edit. Agronomica Ceres Ltd. Sao Paulo.

Malavolta, E., Haag, H.P., Mello, F.A.F. y Brasil Sobr °, M.O.C. (1974). Nutrición mineral y abonado de plantas cultivadas. Librería Pioneira Editora, San Pablo, Brasil.

Maroto Borrego, J.V. 1989 Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa. Madrid. pag. 206

Maroto Borrego, J. V. 1992 La fertirrigación en España. Rev. Intensiva y Subtropical, N° 72 (p.10 -15), Almería . España.

Quant Bermúdez J., López N.F.de, Driutti A., Iglesias M.C., Caram G.A.de y Bakos B.C.de. 1993. Reciclaje de residuos de la industria del hilado y su transformación en abonos orgánicos. 4ta Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. 3-6/8/93. Ctes. (Res.p.82)

Siu R.G.H. 1951. Microbial decomposition of cellulose. Reinhold Publishing Corporation. N.Y.