

EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA CON ADVENTICIAS DE UN GRUPO DE ESPECIES UTILIZADAS COMO ABONOS VERDES EN LA MARJAL DEL MORO, TÉRMINO MUNICIPAL DE SAGUNTO, VALENCIA.

S. Estévez, J. Roselló, R. Ballester y R. Hurtado

1. JUSTIFICACIÓN

La utilización de abonos verdes es una práctica que a pesar de jugar un papel fundamental en las rotaciones de agrosistemas hortícolas tradicionales del litoral mediterráneo, no acaba de ser asumida completamente en los sistemas intensivos. Y es que el aumento de la diversidad que se consigue exige una búsqueda y manejo de información que a veces escasea en nuestras condiciones.

Los abonos verdes por si solos no son la única vía para restaurar la fertilidad de los suelos, sino una forma de hacer un uso más eficiente de los recursos existentes al combinarse con otras alternativas de conservación y enriquecimiento de los suelos.

El manejo de los abonos verdes es relativamente sencillo, depende en parte de entender su biología básica. Es importante resaltar que, para su uso no existen recetas fijas, sólo principios generales que deben adaptarse a cada condición.

A fin de profundizar en el conocimiento de las funciones de esta práctica, en nuestro diseño experimental se evalúan distintas especies vegetales empleadas tanto a diferentes dosis de siembra como individualmente o en mezclas, en ciclo de primavera-verano.

La desventaja de esta siembra de primavera es que, por un lado, la planta tendrá más competencia con las hierbas adventicias (mayor cuanto más tarde se realice la siembra), y por otro las necesidades hídricas de las plantas serán superiores a las sembradas en invierno. Esto obligará a mayores cuidados, por los riegos, cosa que deberá evitarse al máximo dado que son plantas utilizadas para descansar el terreno y las labores, por lo que se busca el mínimo esfuerzo.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este ensayo es determinar la competencia con adventicias de diferentes especies de abono verde para cultivo ecológico. Para ello se evalúan distintas especies vegetales empleadas tanto a diferentes dosis de siembra como individualmente o en mezclas, en ciclo de primavera-verano y al aire libre. Se describen;

- La fenología de las especies utilizadas.
- La producción de biomasa generada en campo.
- La competencia con adventicias así como su comportamiento agronómico.
- Se ha realizado un diseño que permitirá tratar estadísticamente los resultados.

Todo esto con el objetivo de determinar cuáles son las especies más adecuadas para utilizar como abono verde en este contexto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

Este ensayo se llevó a cabo en la Finca Ecológica emplazada en La Marjal del Moro, término municipal de Sagunto, Valencia, ubicada en las coordenadas (39° 37'44'' N, 0° 16'10'' O), a una altitud de 3 m.s.n.m. Tiene una superficie total de 1 hectárea dedicada a la experimentación en agricultura ecológica. Está inscrita en el CAECV desde 2002.

Según la clasificación americana, Soil Taxonomy (USDA 1975) es un suelo perteneciente a la orden de los Inceptisoles suborden Aqueptses, con textura arcillo-limosa y contenido en materia orgánica del 1,8%. La temperatura media registrada durante el período de ensayo fue de 23,6 °C y una precipitación total de 7 mm. (se detallan estos datos agrometeorológicos en el Anexo I, Tablas 7-8 y Figuras 10-11).

La Marjal del Moro es el último retal del humedal que fue en el pasado cuando se extendía a través del litoral desde la Albufera hasta Canet de Berenguer. Actualmente se trata de un espacio protegido ZEPA, estas zonas naturales son de singular relevancia para la conservación de la avifauna amenazada de extinción. Estos humedales, muchas veces representan enclaves de elevada biodiversidad y de un alto valor e interés ecológico (Adam, 1990; Mitsch & Gosselink, 1993), no sólo son de vital importancia en las rutas migratorias de las aves, sino que en muchos casos son claves en el desarrollo agrícola o turístico de las áreas en las que se encuentran localizados (Mataeche, 1998).

Medios auxiliares:

Estació Experimental Agrària de Carcaixent, Pda. Barranquet, s/n, Carcaixent, Valencia.

ELECCIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES

Los abonos verdes utilizados fueron los siguientes:

- Crucíferas: Mostaza blanca (*Sinapis alba* var. *Ludique*), Rábano forrajero (*Raphanus sativus* var. *Diabolo*), Colza (*Brassica napus* var. *Bq mulch*).
- Solanáceas: Solanum (*Solanum sisymbriifolium* var. *Sharp*).

Son especies aptas para el litoral mediterráneo durante el ciclo de primavera-verano. Tienen un ciclo rápido con lo que son una buena alternativa dentro de una rotación adecuada.

Las semillas de estas especies están disponibles y son de fácil obtención, Intersemillas S.A siendo algunas de éstas utilizadas habitualmente como rotación por los productores de hortícolas ecológicos de la huerta valenciana. También existen ensayos anteriores, el trabajo de Domínguez Gento y Roselló i Oltra (2005) “comportamiento de diversas mezclas de abonos verdes aptas para el litoral mediterráneo”.

Tratamientos	Especies	Dosis simple (Kg/Ha)	Dosis doble (Kg/Ha)
Mostaza blanca	<i>Sinapis alba</i>	15	30
Rábano forrajero	<i>Raphanus sativus</i>	20	40
Colza	<i>Brassica napus</i>	10	20
Solanum	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	20	40
Solanum + Mostaza blanca	<i>Solanum sisymbriifolium</i> + <i>Sinapis alba</i>	20+15	40+30
Solanum + Rábano forrajero	<i>Solanum sisymbriifolium</i> + <i>Raphanus sativus</i>	20+20	40+40
Solanum + Colza	<i>Solanum sisymbriifolium</i> + <i>Brassica napus</i>	20+10	40+20

*Tipo de siembra: a voleo.

Tabla 1. Tratamientos, especies y dosis empleadas en el ensayo

A continuación se realizará una breve descripción de las características botánicas y agronómicas de cada especie.

Mostaza blanca (*Sinapis alba*)

Planta anual, perteneciente a la familia de las crucíferas. Alógama, con raíz delgada y fusiforme, tallos erectos de hasta 1,5 m de altura. Se adapta bien a suelos próximos a la neutralidad. Es de crecimiento muy rápido. Algunas variedades tienen acción anti-nematodos. Sensible a la sequía. Se cultiva por el aceite de sus semillas, como forrajera y por sus hojas que pueden comerse como verdura. Producen una materia verde de 10-20 Tm/Ha

Rábano forrajero (*Raphanus sativus*)

Planta herbácea anual o bienal, cultivada como anual, perteneciente a la familia de las crucíferas. Hojas finamente pubescentes con bordes irregularmente dentados, las hojas de la roseta son de hasta 24 cm de largo por 12 cm de ancho largamente espatuladas. Inflorescencia en racimo terminal.

Colza (*Brassica napus*)

Pertenece a la familia de las crucíferas, de raíz pivotante y profundizante. Cuando esta raíz principal encuentra obstáculos para profundizar, tiene facilidad para desarrollar raíces secundarias. El tallo tiene un tamaño de 1,5 m aproximadamente. Las hojas inferiores son pecioladas pero las superiores lanceoladas y enteras. Las flores son pequeñas, amarillas y se agrupan en racimos terminales. Los frutos son silicuas y el número de granos por vaina es de 20-25, según la variedad. La Semilla de colza tiene una proporción (39%) importante de aceite.

Solanum (*Solanum sisymbriifolium*)

Es una especie botánica herbácea de la familia de las solanáceas. Posee espinas punzantes, pardas claras, recubriendo tallo, ramas, hojas verdes, nervaduras. El indumento tiene pelos glandulares. Flores blancas, androceo amarillo; fruto baya rojo, redondo, carnoso, comestible al madurar.

Abono verde	Comentarios de interés
Mostaza blanca (<i>Sinapis alba</i> var. <i>Ludique</i>)	Ciclo rápido, desarrollan grandes cantidades de biomasa en poco tiempo. Son capaces de utilizar las reservas minerales del suelo acumular importantes cantidades de ellas en sus partes aéreas. Cuidado en siembras tardías en verano por el riesgo de subida a flor. Precio inferior al de otras crucíferas.
Rábano forrajero (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Diabolo</i>)	Muy rústico, desarrollo muy rápido en 4-6 semanas puede incorporarse. Útil en situaciones de escasez de agua cuando ya se ha desarrollado. Muy resistente a la subida a flor en verano, a un precio asequible. Rico en azúcares y potasio. Efecto biocida.
Colza (<i>Brassica napus</i> var. <i>Bq mulch</i>)	Especialmente desarrollada por su efecto biocida, muy sensible al ataque de conejos. Muy resistente a la subida a flor en verano, ciclo de 80-90 días.
Solanum (<i>Solanum sisymbriifolium</i> var. <i>Sharp</i>)	Lenta germinación, puede ser superada por adventicias inicialmente. Desarrollan grandes cantidades de biomasa. Puede convertirse en una adventicia invasora si no se elimina antes de la maduración de los frutos. Efecto biocida.

Tabla 2. Comentarios de interés sobre los abonos verdes ensayados.

Abono verde	Nematodos				Hongos
	<i>Heterodera schachtii</i>	<i>Meloidogyne javanica</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Globodera rostochiensis</i> & <i>G. pallida</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i>
Mostaza blanca (<i>Sinapis alba</i> var. <i>Ludique</i>)	x	=	x	=	x
Rábano forrajero (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Diabolo</i>)	v	=	x	=	x
Colza (<i>Brassica napus</i> var. <i>Bq mulch</i>)	=	=	x	=	v
Solanum (<i>Solanum sisymbriifolium</i> var. <i>Sharp</i>)	=	=	x	v	x

x. variedad poco recomendada cuando existe el patógeno en el suelo.
 =. sin reacción sobre el patógeno.
 v. variedad resistente, reduce la población del patógeno en el suelo.

Fuente: Intersemillas, S.A. 2009

Tabla 3. Características biocidas de los abonos verdes ensayados en cuanto a las propiedades para el control sanitario.

DISEÑO EXPERIMENTAL

- Estufa con distribución de calor es por circulación forzada.
- Balanza analítica (precisión 0,01g.).
- Aros (superficie de corte y de cobertura).
- Cinta métrica.

Se evaluó sobre bloques distribuidos al azar con doce tratamientos y tres repeticiones. Cada bloque está formado por doce tratamientos de 4 x 3 m. siendo la distribución de éstos en cada uno de ellos al azar. El diseño fue completamente aleatorio asignando a los tratamientos un grupo de unidades experimentales que llamamos bloque o repetición. Cada tratamiento ocurre el mismo número de veces en cada hilera y columna.

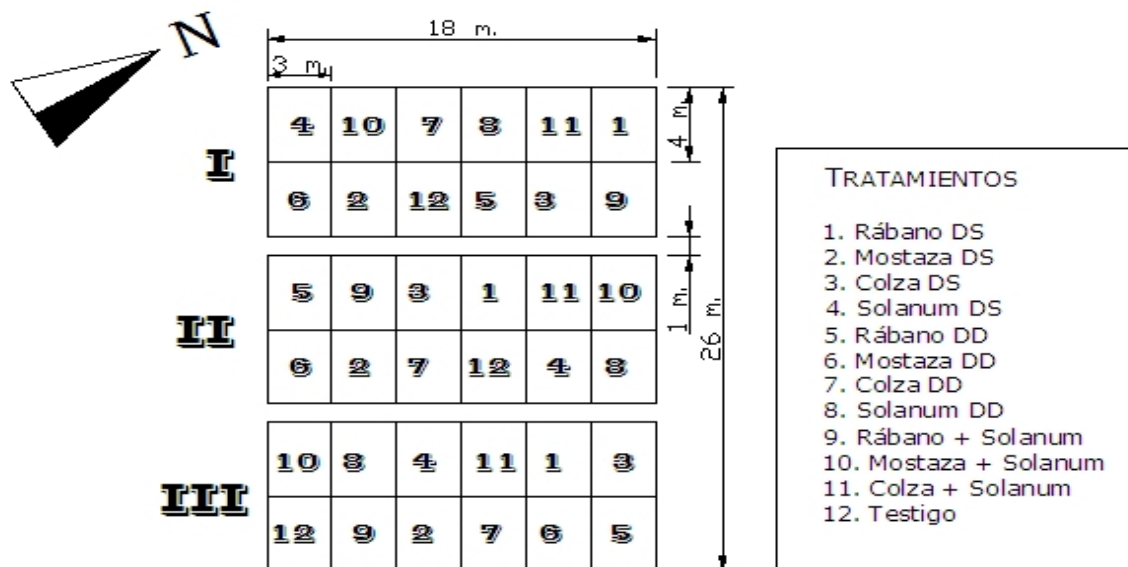


Figura 2. Diseño de bloques distribuidos al azar, en La Marjal del Moro.

SISTEMA DE CULTIVO Y TOMA DE DATOS

Para la siembra y el cultivo de los abonos verdes se realizaron las siguientes labores. Se preparó el terreno, arando mediante el cultivador rotativo semanas antes de la siembra del abono verde, para dejar mullido el suelo. La siembra se realizó el 18 de Mayo de 2009. Primero se llevó a cabo la distribución del ensayo, quedando todos los tratamientos bien definidos y delimitados. Con la cantidad de semillas por tratamiento, se sembró a voleo de la manera más uniforme posible, esparciendo las semillas y abarcando toda la superficie que ocupa cada tratamiento. Una vez terminada la distribución, se pasó ligeramente un rastrillo, para enterrar las semillas a 2-4 cm. Se extendieron las tuberías de riego y se colocaron los aspersores. Seguidamente se aplicó un primer riego de 30 minutos.

El riego aportado durante el ensayo se realizó mediante aspersores de 16l/h, dando 2 riegos/semana de 30 minutos/riego. Se dieron un total de 20 riegos ya que no hubo precipitaciones durante el periodo de realización del ensayo.

La siega se efectuó en el momento de la floración de la mayoría de las especies (cuando más de dos repeticiones estaban en floración), transcurridos 53 días desde la siembra. Fueron segadas las muestras correspondientes a 3 tiradas por tratamiento y repetición de un aro de 1 m² (segando toda la parte aérea de la hierba contenida dentro del mismo), para conocer su peso fresco y poder calcular la producción de biomasa por hectárea. Se pesaron in situ para conocer el peso fresco de cada tratamiento.

Cada muestra se trasladó en bolsas de polietileno a la Estació Experimental Agrària de Carcaixent separando las plantas adventicias de las especies plantadas en cada subparcela, para observar el crecimiento de éstas. Allí fue puesta en la estufa a 70°C hasta peso constante (48 horas) y pesada en seco para obtener el porcentaje de materia seca, según método gravimétrico (Matissek *et al.*, 1998), midiendo por separado abono y adventicias en cada una de los tratamientos para poder determinar el poder humificador y el potencial de crecimiento de abonos frente a hierba silvestre.

Durante el ensayo se observaron las especies dominantes de adventicias que aparecieron durante el cultivo del abono verde en verano, sobre todo en los tratamientos testigo. Fueron las siguientes; Cenizo (*Chenopodium album*), Cerraja (*Sonchus oleraceus*), Correhuela (*Convolvulus arvensis*), Juncia (*Cyperus rotundus*), Parietaria (*Parietaria mauritanica*) y Verdolaga (*Portulaca oleracea*).

Se analizaron estadísticamente los resultados mediante el análisis de la varianza, aplicando el test LSD con el 95% de confianza, con el programa Statgraphics Plus for Windows 2.1 (1996).

Para medir los estados fenológicos de las distintas especies de abonos verdes se tomó como referencia la Escala-BBCH (Meier *et al.* 2001); estadios de las plantas mono y dicotiledóneas del Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. La escala extendida BBCH es un sistema para una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento para todas las especies de plantas mono y dicotiledóneas. Se trata de una escala decimal de 2 dígitos, de los cuales el primero (de 0 a 9) se refiere a un estado principal de desarrollo y el segundo (también de 0 a 9) a un estado secundario dentro del principal. Como biomasa se entiende de forma general el peso seco de la muestra y está relacionado con la cantidad de fotoasimilados por unidad de superficie.

$$\% \text{ Materia seca} = (\text{Peso seco} / \text{Peso fresco}) \times 100$$

Biomasa = Peso fresco total x (% Materia seca/100)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, respecto a los abonos verdes cultivados, podemos decir que la incidencia por plagas o enfermedades fue baja y con pocos daños en general sobre el cultivo de los abonos verdes, no hubo aplicación de fertilizante, ni insecticida, ni herbicida. Durante el cultivo de los abonos verdes se produjeron algunas incidencias que se mencionan a continuación. Hubo algún problema con ataques de conejos al principio de la plantación, afectando principalmente al tratamiento de colza. El riego por aspersión no fue todo lo uniforme que se esperaba, quedando algunas zonas poco solapadas, esto fue claramente influenciado por los vientos del levante en la zona. El tratamiento testigo no se desarrolló lo que se esperaba por tratarse de una parcela solarizada en verano de 2008.

Se obtuvieron los siguientes resultados.

Tratamiento	Estado Fenológico	Descripción
Mostaza	68	Floración La floración decae: la mayoría de los pétalos se han caído
Rábano	49	Desarrollo de las partes vegetativas cosechables Se alcanza la forma y el tamaño típico de las raíces, bulbos o tubérculos
Colza	49	Desarrollo de las partes vegetativas cosechables Se alcanza la forma y el tamaño típico de las raíces, bulbos o tubérculos
Solanum	61	Floración Comienzo de la floración: 10 % de las flores, abiertas
Testigo	*	*

* no se pudo medir la escala.

Tabla 4. Estados fenológicos a los 53 días.

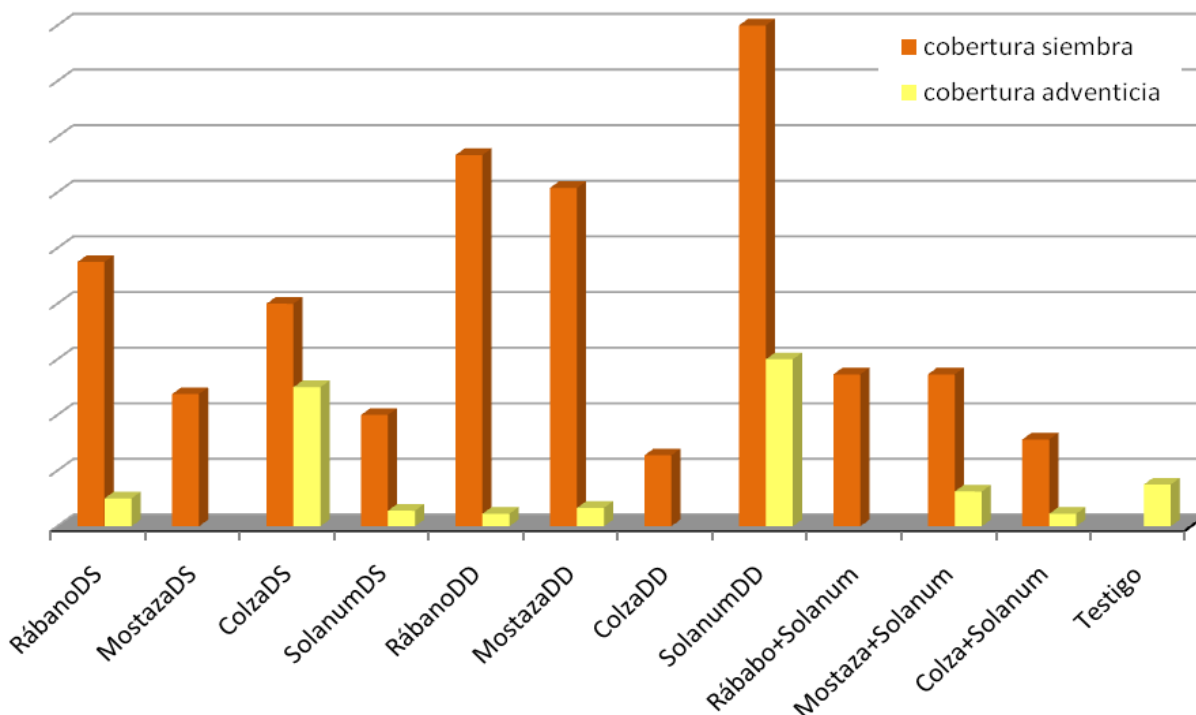


Figura 3. Comparativa de la cobertura de las especies sembradas frente a la cobertura de las adventicias, 09/07/2009, (53 días).

Nº	Tratamientos	Materia fresca (Kg/Ha)	Significación
1	RábanoDS	14.360	a b
2	MostazaDS	2.670	a
3	ColzaDS	6.060	a b
4	SolanumDS	32.540	c
5	RábanoDD	1.696,7	a b c
6	MostazaDD	9.226,7	a b
7	ColzaDD	14.300	a b c
8	SolanumDD	58.520	d
9	Rábano+Solanum	23.340	b c
10	Mostaza+Solanum	17.940	a b c
11	Colza+Solanum	13.600	a b
12	Testigo	12.620	a b

Tabla 5. Contenido de materia fresca en los distintos tratamientos considerando lo sembrado más lo espontáneo, 09/07/2009, (53 días).

Kg/Ha

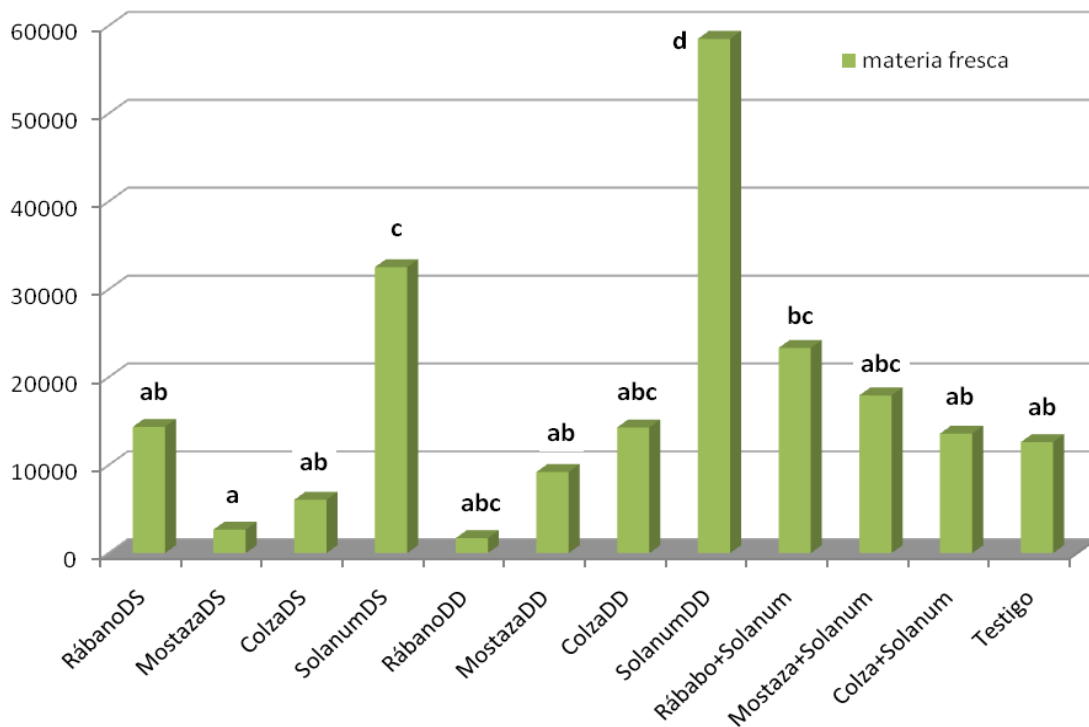


Figura 4. Contenido de materia fresca en los distintos tratamientos considerando lo sembrado más lo espontáneo, 09/07/2009, (53 días).

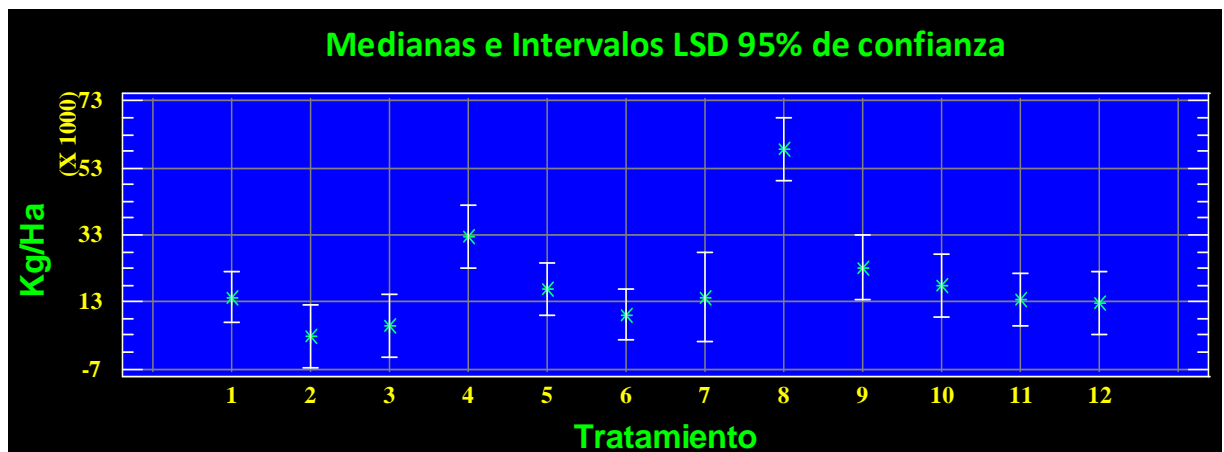


Figura 5. Rango de significación (test LSD 95% confianza) de la materia fresca generada por los distintos tratamientos considerando lo sembrado más lo espontáneo, 09/07/2009, (53 días).

De los resultados en cuanto a la materia fresca generada se desprende que se destaca significativamente del resto el tratamiento de la *Solanum sisymbriifolium* empleada tanto a dosis simple como doble.

Existe un grupo de abonos verdes, rábano, mostaza y colza empleadas en dosis simple como en dosis doble que son muy poco eficientes ya que no se distinguen nunca del testigo.

Nº	Tratamientos	Materia seca (Kg/Ha)	Significación
1	RábanoDS	2855,6	a b
2	MostazaDS	1308	a
3	ColzaDS	1280	a
4	SolanumDS	5914,2	b
5	RábanoDD	4162,67	a b
6	MostazaDD	3302,67	a b
7	ColzaDD	3696	a b
8	SolanumDD	10060	c
9	Rábano+Solanum	3868	a b
10	Mostaza+Solanum	3636	a b
11	Colza+Solanum	2260	a
12	Testigo	3457,4	a b

Tabla 6. Contenido de materia fresca frente a biomasa en los distintos tratamientos considerando lo sembrado más lo espontáneo, 09/07/2009, (53 días).

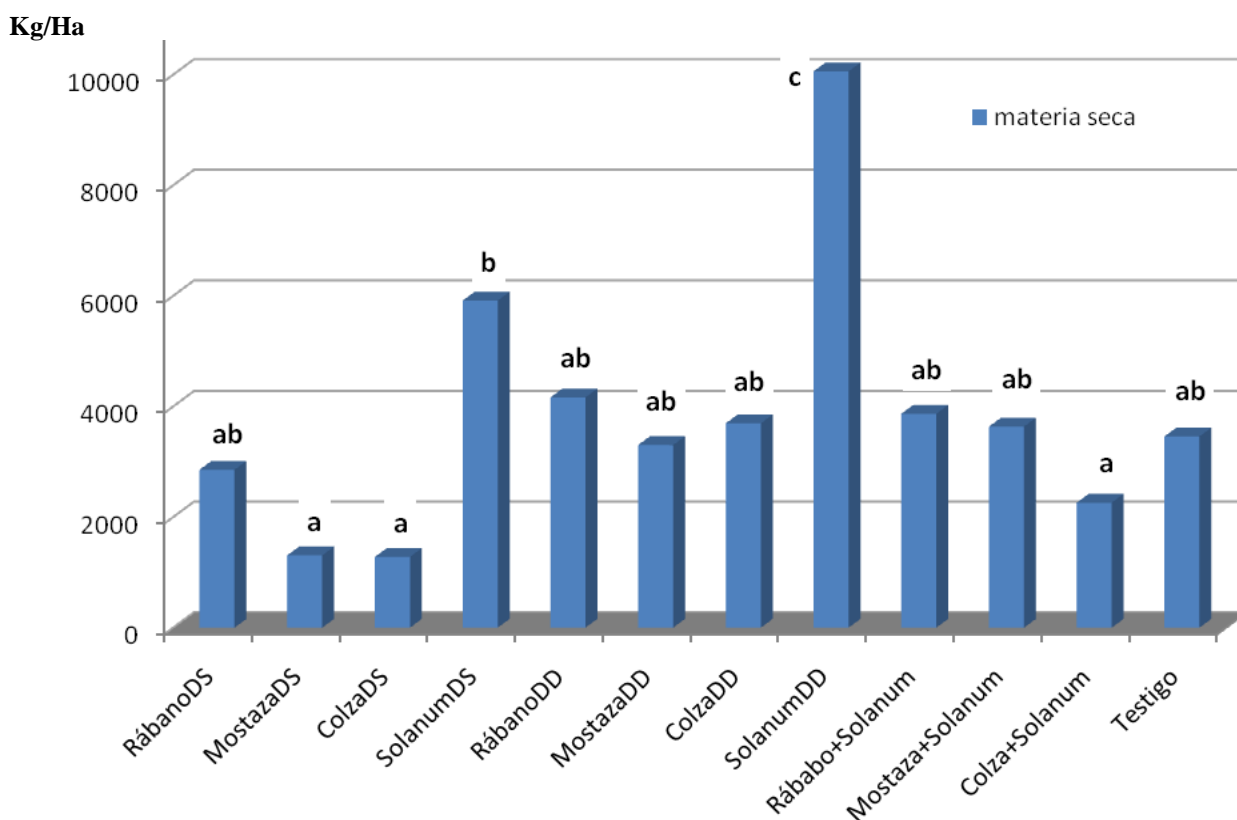


Figura 7. Rango de significación (test LSD 95% confianza) de la materia seca generada por los distintos tratamientos considerando lo sembrado más lo espontáneo, 09/07/2009, (53 días).

La solanum (*Solanum sisymbriifolium*) es el cultivo con mayor contenido en biomasa diferenciándose significativamente del resto tanto empleada a dosis simple como a dosis doble.

Existe un grupo de abonos verdes, rábano, mostaza y colza empleadas en dosis simple como en dosis doble que son muy poco eficientes ya que no se distinguen nunca del testigo.

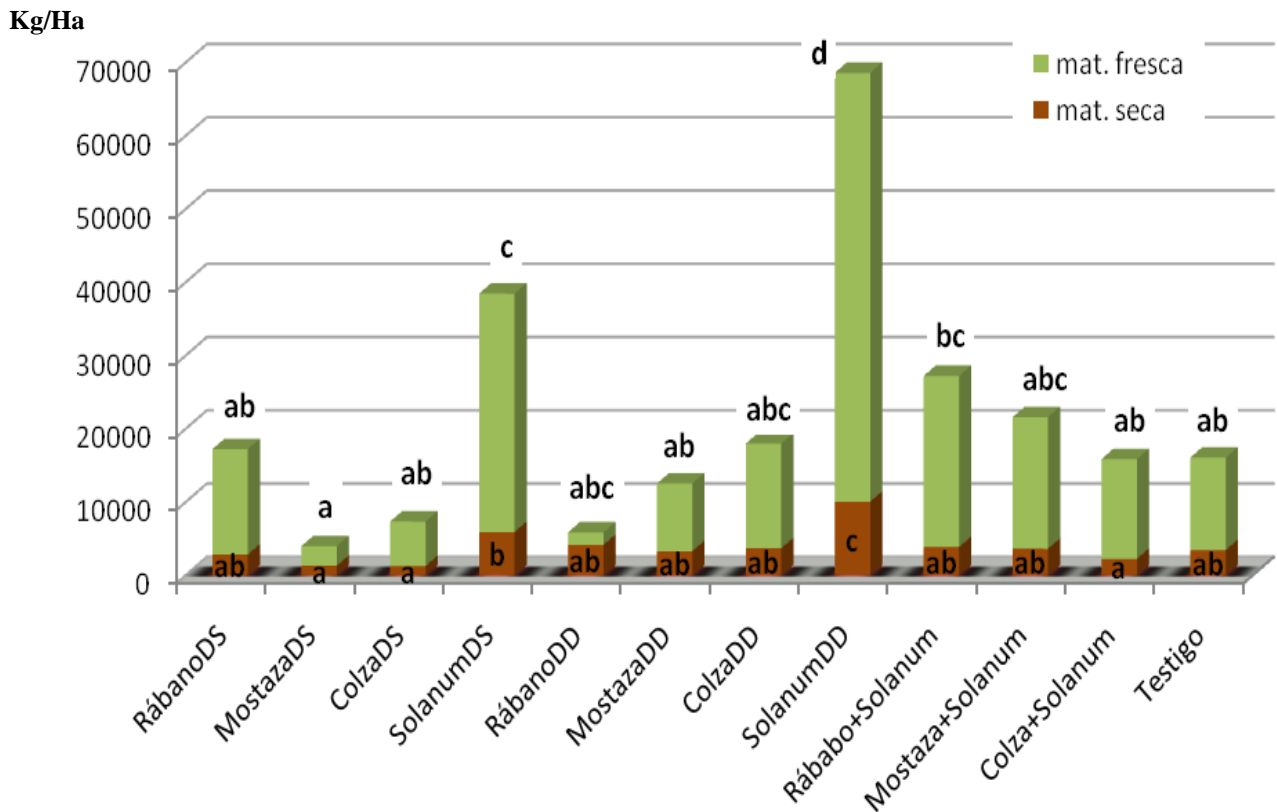


Figura 8. Comparativa del contenido de materia fresca frente a biomasa en los distintos tratamientos considerando lo sembrado más lo espontáneo, 09/07/2009, (53 días).

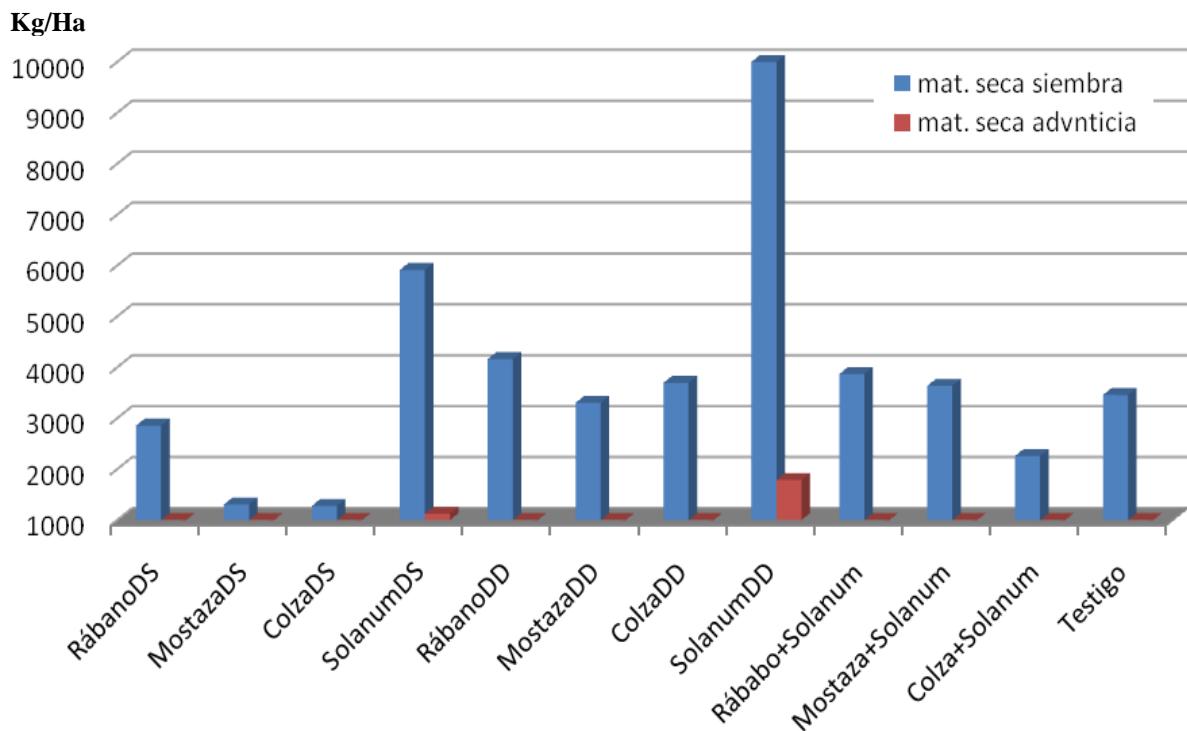


Figura 9. Incremento de biomasa generada por los tratamientos en La Marjal del Moro.

El mayor aporte de biomasa por parte de la solanum no implica mayor competencia con adventicias.

5. CONCLUSIONES

Se ha demostrado que la biomasa seca de los abonos verdes sembradas es mucho más elevada que la de del testigo destacando *Solanum sisymbriifolium*.

Las dosis dobles han sido más efectivas que las simples, la solanum ha sido la mayor productora, le sigue el rábano, la mostaza y por último la colza.

Las mezclas de con mostaza, rábano y colza con la *Solanum sisymbriifolium* no resultan beneficiosas ya que se ha observado que siempre domina ésta sobre el resto.

La mejor especie de la familia de las crucíferas es el rábano, le sigue la colza y por último la mostaza

El tratamiento de la mostaza debido a la siembra tardía subió a flor rápidamente, es conveniente para esta especie adelantara la siembra 15-20 días. La colza el rábano no subieron a flor, son especies aptas para esta época.

Han existido tratamientos sin datos. Se debe a una serie de accidentes en el ensayo que hacen dudar de los resultados aunque se ha tratado estadísticamente con un nivel de significación adecuado.

Se detectó con una vez puesto en marcha el ensayo que la parcela experimental estaba solarizada. Esto afectó posiblemente a las semillas de las adventicias que dudosamente se desarrollaron con normalidad.

El riego no fue el más afortunado, la cobertura de los aspersores quizá no haya sido tan uniforme como se planificó en un principio.

De manera selectiva animales silvestres como conejos, aves y hormigas han podido eliminar o desplazar semillas sembradas, sobre todo en el cultivo de la colza, muy apetecible para conejos y liebres.

Esto nos plantea que de cara al futuro en ensayos de esta índole un mejor control de las condiciones externas.

Por último la *solanum* es muy interesante pero presenta inconvenientes que pueden llegar a crear problemas, tiene un difícil manejo ya que presenta púas en tallos y hojas, también el hecho de controlar muy cuidadosamente la floración ya que si ocurre y se desprenden semillas puede llegar a convertirse en adventicia.

Tal vez estas especies estarían indicadas más indicadas para suelos con problemas sanitarios ya que se les atribuyen propiedades biocidas.

Es interesante continuar llevando a cabo este tipo de experiencias para generar más información sobre este tema que es un motivo de preocupación para horticultores valencianos.