

Cultivo de cardo para la producción de biomasa

El cardo (*Cynara cardunculus* L.) pertenece a la familia de las compuestas tubilifloras. Es una planta herbácea perenne, de gran porte; su tallo puede alcanzar los 3 m de altura, es erguido y está densamente cubierto de hojas lanceoladas, más o menos hendidas y a veces espinosas. Estas hojas son glabras (sin pelos) en la cara superior (haz), y se vuelven tomentosas (con pelos blancos y algodonosos) en la cara inferior (envés). Los tallos terminan en cabezuelas globulosas (capítulos) que albergan gran número de flores de color azul; la época de floración es el verano. Fruto en aquenio monospermo, provisto de vilano.

El sistema radicular está muy desarrollado y puede alcanzar más de 5 metros de longitud, lo que le permite utilizar el agua de capas freáticas profundas.

La planta es originaria de la cuenca mediterránea y era muy conocida y apreciada ya por egipcios, griegos y romanos por sus propiedades culinarias. En la actualidad, el cardo es una hortaliza que se produce y se consume principalmente en el valle medio del Ebro (La Rioja, Navarra o Zaragoza) y en Valencia, pero es poco conocida en el resto de España. Desde hace unos años las industrias conserveras y congeladoras están extendiendo su consumo.

Biomasa vegetal y energía renovable

Uno de los grandes problemas de la humanidad es su dependencia de los combustibles fósiles, que además de ser limitados provocan un fuerte impacto ambiental y diversos trastornos económicos. El reto está en conseguir que las energías alternativas y renovables vayan sustituyendo paulatinamente a esos combustibles.

El término *biomasa* hace referencia a toda la materia que puede obtenerse a través de fotosíntesis. La mayoría de las especies vegetales utilizan la energía solar para crear azúcares del agua y del dióxido de carbono y la almacenan en forma de moléculas de glucosa y almidón, oleaginosas, celulosas y lignocelulosas. La biomasa aparece como un recurso energético atractivo por varias razones fundamentales:



Erguidas. Plantas de *Cynara cardunculus* en el momento de la cosecha (agosto de 1999).

M. J. OCHOA (*)

1. Es un recurso renovable que podría ser desarrollado sosteniblemente en el futuro.
2. Posee formidables características desde el punto de vista medioambiental, ya que reduce el número de contaminantes en la atmósfera.
3. Puede tener un potencial económico significativo frente al incremento del precio de los combustibles fósiles.
4. Es fácil de almacenar, al contrario de lo que ocurre con las energías eólica y solar.

Frente a los argumentos positivos a favor del uso de la biomasa, existen problemas que habrá que valorar en cada caso. Uno de los argumentos negativos es el de que opera con enormes volúmenes combustibles, que hacen su transporte caro y obligan a una utilización local y sobre todo rural. Su rendimiento, expresado en relación con la

energía solar incidente sobre las mismas superficies, es muy débil (0,5% a 4%, contra 10% a 30% para las pilas solares fotovoltaicas).

En España hace tiempo que se estudia la posibilidad de ciertos cultivos energéticos como el sorgo dulce, la caña de azúcar, una colza procedente de Etiopía (*Brassica carinata*), etc., plantas de elevada asimilación fotosintética. Más recientemente se ha incorporado el cardo a la lista de plantas productoras de biomasa con posibilidades para su aprovechamiento industrial. Se trata de una especie muy rústica, bien adaptada a nuestras condiciones edáficas y climatológicas (escasa pluviosidad y temperaturas extremas).

Proyecto: Cardo (*Cynara cardunculus* L.), como cultivo alternativo no alimentario para la producción de biomasa en tierras de secano

En 1998 se inició un proyecto nacional, subvencionado por el INIA, en el que intervienen cinco autonomías: Andalucía, Aragón, Extremadura, Madrid y Navarra. El objetivo principal de este proyecto es el de establecer las bases para el posible desarrollo del cultivo del cardo en secano, dirigido a la producción de biomasa linogelulósica, con fines energéticos.

El protocolo del proyecto situaba los ensayos, por motivos operativos y económicos, en una sola finca de secano; más tarde, al plantear los ensayos, nos pareció importante poder comparar resultados no sólo entre condiciones de cultivo diferentes (densidad y época de siembra), sino hacerlo extensivo a variables edáficas y climáticas. Puestos a elegir diferentes secanos, parecía interesante hacerlo en las tres provincias aragonesas. Así se decidió que el ensayo de Zaragoza se situase en la finca de la DGA El Vedado, en el término de Zuera, y para los otros dos se buscó la colaboración de agricultores, a cuyas posibilidades hubo que adaptarse en cuanto a superficie y tipo de colaboración. En Huesca se estableció el ensayo en Montesa, localidad del Somontano, y en Teruel en Mezquita de Jarque, comarca de las Cuencas Mineras.

Características de los ensayos en Aragón y resultados

Los ensayos sobre manejo y producción del cultivo se establecieron en las tres provincias aragonesas durante la campaña 98-99.

VARIABLES ESTUDIADAS:

Densidad de planta:	10.000 pl/ha
	40.000 pl/ha
Época de siembra:	Primavera
	Otoño

CONDICIONES AMBIENTALES:

ALTITUD m	PLUVIOSIDAD mm	LOCALIDAD
250	300	Zuera, El Vedado (Zaragoza)
600	500	Montesa (Huesca)
1100	500	Mezquita de Jarque (Teruel)

COMENTARIOS A LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA COSECHA

Con los resultados obtenidos en el primer año de cosecha, segundo de cultivo, es prematuro y, sobre todo, muy expuesto lanzar algún tipo de conclusión. Se ha de tener en cuenta que el cultivo obtiene su óptimo de producción a partir del tercer año de cosecha; por lo tanto, nos limitaremos a resumir y comentar los resultados y las incidencias habidas en los diferentes ensayos.

El ensayo de Mezquita de Jarque ha sido ya comentado más arriba al dar los resultados por localidades. Únicamente se podría añadir aquí que, pese a los problemas habidos con las temperaturas bajas en esa zona, el cardo se ha mostrado como una planta muy resistente al frío y a las heladas. Esto se ha comprobado en el ensayo de selección de variedades de cardo que, dentro del mismo proyecto, se lleva a cabo en el SIA. El primer año de cultivo, con el cardo en estado de 5 ó 6 hojas hubo temperaturas de hasta -6°C sin que las plantas acusasen algún tipo de daño.

Los resultados de la finca El Vedado, situada en el término de Zuera, no son muy prometedores hasta este momento, pero no hay que olvidar la acentuada sequía de estos dos últimos años, que han coincidido con el inicio de los ensayos; tampoco es despreciable el daño producido por los roedores en este ensayo ante la dificultad para controlarlos.

En Montesa la producción de la siembra de primavera ha sido muy aceptable, pero la sequía le ha afectado, no podemos saber cuáles hubiesen sido los resultados si la pluviosidad hubiese ayudado; no obstante, a la vista de las cifras de producción, hay que pensar que se trata de una zona donde este cultivo puede darse muy bien.

En todos los casos la siembra de primavera ha dado los mejores resultados. Una siembra temprana, para que cuando lleguen las primeras lluvias éstas puedan ser utilizadas para la germinación y el desarrollo de la planta, sin miedo ya a los hielos, nos ha dado los mejores resultados.

La siembra de otoño, que teóricamente se presentaba como la más recomendable porque las lluvias de otoño parecen más seguras, nos ha fallado en todos los ensayos y se ha tenido que repetir la siembra al año siguiente. No obstante, la climatología de estos años se aparta de lo habitual y, por lo tanto, el comportamiento del cultivo puede no ser el esperado inicialmente.

A la vista de los resultados, teniendo en cuenta los problemas de heladas y sequía, parece que la siembra de otoño debería de ser muy temprana, tal vez habría que denominarla siembra de verano tardío, para que cuando lleguen las lluvias esté la semilla en el campo, pueda aprovecharlas y tenga tiempo de germinar y desarrollar una planta capaz de resistir el frío.



Producción. Cultivo de *Cynara cardunculus* en Montesa (marzo 1999).



Recogida. Pacas de *Cynara cardunculus* en Badajoz (agosto de 1999).

Resultados por localidades

— Montesa (Huesca)

Ensayo de otoño

Sembrado a últimos de septiembre de 1998, la nascencia fue buena, pero la total falta de lluvias en el otoño secó por completo las plantas. En 1999 se volvió a sembrar, pero todavía no hay datos de cosecha.

Ensayo de primavera (1998)

DENSIDAD pl/ha	CAPÍTULOS (1)	HOJAS (1)	TALLOS (1)	TOTAL (1)
40.000	3.885	10.188	3.466	17.539
10.000	6.200	9.588	4.711	20.499

(1) Kg/ha de biomasa (0% de humedad)

— El Vedado (Zuera -Zaragoza-)

Ensayo de primavera (1998)

DENSIDAD pl/ha	CAPÍTULOS (1)	HOJAS (1)	TALLOS (1)	TOTAL (1)
8.000	753	780	304	1.837

(1) Kg/ha de biomasa (0% de humedad)

También este ensayo ha sufrido las consecuencias de la sequía y el ataque de los roedores, que han contribuido, en gran medida, al descenso de la densidad, que quedó reducida a unas 8.000 pl/ha. Se ha vuelto a sembrar en otra parcela, sin abandonar la primera, para intentar conseguir las densidades establecidas en el protocolo del proyecto.

Ensayo de otoño

Sembrado en septiembre de 1998, no se cosechó porque, al ser el primer año de cultivo y con los efectos de la sequía, la mayoría de las plantas no habían completado el ciclo.

Plagas detectadas

Durante el desarrollo de los ensayos se han observado ataques de las siguientes plagas: espumadera (*Philaenus spumarius*), casida (*Cassida defflorata*), pulgones verdes, gusano de alambre y ratones de campo.

— Mezquita de Jarque (Teruel)

Tanto el ensayo de primavera como el de otoño se establecieron correctamente, con muy buena nascencia y posterior desarrollo sin problemas.

En el invierno de 1999, especialmente durante el mes de febrero, se registraron en la zona temperaturas de hasta -18 °C, que persistieron durante varios días. La acción de estas temperaturas sobre los ensayos fue diferente según la época en que se habían sembrado y la densidad de planta de los mismos. Los ensayos de otoño de 1998, todavía con plantas poco desarrolladas, se helaron completamente y ya no hubo recuperación. Los ensayos de primavera de 1998 también se helaron, pero hubo posterior rebrote y recuperación de las plantas, aunque con un importante descenso en la densidad; los mayores daños los sufrió el ensayo de mayor densidad, que pasó de 40.000 a 5.000 pl/ha, frente al de menor densidad que sólo descendió de 10.000 a 7.500 pl/ha. Este hecho podría justificarse por el mejor desarrollo de las plantas en el ensayo de menor densidad y, como consecuencia, mayor resistencia a las heladas.

En el momento de cosechar vuelven a surgir dificultades, esta vez con el secado de la parte aérea de la planta, que no se produce durante el verano; el 20 de octubre la humedad es todavía del 59%. Se iniciaron las lluvias de otoño, el rebrote y las primeras heladas sin que la planta hubiese llegado a un grado de humedad aceptable para poder ser cosechada.

A la vista de los reiterados problemas que ha presentado el ensayo de Mezquita de Jarque en Teruel, y puesto que inicialmente no estaba contemplado en el Proyecto, se decidió abandonarlo, tomando buena nota de las circunstancias que lo han rodeado, que sin duda son interesantes para conocer mejor el comportamiento del cardo y poder recomendar o no su cultivo en determinadas condiciones.

(*) UNIDAD DE TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN VEGETAL.
SERVICIO DE INVESTIGACIÓN AGROALIMENTARIA.