1. Trabajos científicos

Aproximación a la ecología, de la zulla *Hedysarum coronarium L.* Distribución geográfica de poblaciones naturales en la provincia de Cádiz. Posibilidades de expansión en la Península Ibérica

JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MÁS

Centro de Investigación y Desarrollo Agrario Sevilla-Tomejil
Junta de Andalucía - Alcalá del Río (Sevilla)

RESUMEN *

Se estudian los distintos factores ecológicos relacionados con el cultivo de la zulla. Hedysarum coronarium L. *y se discute la historia e introducción de esta planta en España. Se analiza la distribución geográfica de poblaciones naturales de zulla en la provincia de Cádiz, considerando los factores ecológicos que han podido inducir diferenciación ecotípica en la provincia.*

Se estudian las causas implicadas en la escasa distribución geográfica de la zulla en la Península Ibérica, considerando que la falta de Rhizobium y la no existencia de ganadería en las zonas de posible expansión han sido las principales causas de que la zulla se encuentre en España tan sólo localizada en la provincia de Cádiz y en la Isla de Menorca.

I.—INTRODUCCIÓN

La zulla cultivada, *Hedysarum coronarium L.* es una especie bianual tipicamente mediterránea, que se encuentra de forma espontánea o subespontánea en el norte de Africa, Italia, Malta

* PALABRAS CLAVE: Zulla, *Hedysarum coronarium* L, ecología, poblaciones naturales. Historia y distribución en España.

y dos zonas muy concretas de España, la isla de Menorca y la provincia de Cádiz. Como planta forrajera ha adquirido gran importancia en Italia, donde en 1975 ocupaba una superficie de 330.000 Has. (MONOTTI, 1975). En Malta, la zulla tiene gran importancia como planta productora de forraje, de forma que es el origen del 75 % del forraje que se produce (O'DONOVAN, 1972). Es igualmente cultivada en Túnez, aunque no disponemos de estadísticas de cultivo. En España según datos de los Anuarios de Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la superficie sembrada de zulla ha variado escasamente en los últimos años. Desde 1960 a 1985 ha existido un mínido de 3.300 Has. en 1974 y un máximo de 7.700 Has. en 1970. Estos datos se refieren principalmente a Menorca, ya que oficialmente no existen datos estadísticos de la zulla en la provincia de Cádiz, debido probablemente a que la superficie ocupada por esta planta está considerada dentro de los pastizales espontáneos.

Como ya se ha dicho, la zulla tiene en la Península Ibérica su principal y probablemente única área geográfica en la provincia de Cádiz, aunque existen citas en la bibliografía de zulla en Portugal. Es el caso de Flora Europea (PASCUAL TERRATS, 1978) y de BONCIARELLI (1964) que utiliza un ecotipo de este país. Nuestra opinión es que no existe *H. coronarium L.* en forma de poblaciones naturales en Portugal, aunque haya podido ser cultivada, desde luego en forma muy minoritaria en alguna parte del país.

La zulla se conoce en España, según VIDAL y VIVES (1890) desde tiempo inmemorial y se recomendó y distribuyó semilla para extender su cultivo por el Ministerio de Fomento en 1853. La introducción de la zulla en España se le atribuye a los visigodos, pensando que no era conocida en tiempo de los romanos, dado que Columela no la nombra (VIDAL y VIVES, 1890). Este mismo autor cita que la zulla fue conocida posteriormente en Sicilia e Italia y después del siglo XIII en Malta. Desconocemos la base histórica de estas afirmaciones, probablemente VIDAL y VIVES se basaban en citas anteriores que desconocemos. Linneo la llamó «Zulla de España» considerándola oriunda de nuestro país y es de destacar que en francés se le denomina «Sainfoin d'Espagne».

La escasa distribución geográfica de *H. coronarium L.* en la Península Ibérica y la presencia en el norte de Africa de las especies del género Hedysarum presentes en España, además de algunas otras no parecen apoyar el origen español de esta planta (GUTIÉRREZ MÁS, 1982). Todo parece indicar que es el norte de

Africa el centro de origen de esta especie y que desde luego entró en España por el estrecho de Gibraltar.

El que Columela no le nombre no parece ser base suficiente como para pensar que no fuese en época romana su introducción, dada la unidad política y geográfica de España con el norte de Africa en aquella época. La escasa distribución geográfica de la planta, pudo ser la causa de no citarla. De todas formas los visigodos se establecieron en el norte de Africa y pudieron ser sus introductores, aunque desde luego fue escaso el aporte de material vegetal que supuso la conquista visigoda. Su introducción pudo también haber sido en la época de la conquista musulmana, ya que esta planta tenía que ser conocida por los bereberes del norte de Africa, si bien es extraño que ellos no la introdujesen más de sus límites actuales.

Si bien, como parece ser esta planta es conocida desde muy antiguo en nuestro país, no es sino hasta mediados del siglo XIX cuando se intenta de una forma más o menos oficial programar su cultivo.

En Italia, donde según parece la introducción de la zulla fue posterior a nuestro país, su utilización como planta forrajera es relativamente reciente. Según BALLATORE (1963) la utilización de esta especie en las regiones centro-meridionales de Italia data de poco más de un siglo.

La zulla se conoció en Menorca a principios del siglo XIX (VIDAL y VIVES, 1890), época en la que se hicieron algunos ensayos con buen resultado, aunque no es hasta fecha posterior cuando la zulla empezó a tener importancia en la isla. En 1868 VIDAL y VIVES publica unos artículos en el Diario de Menorca sobre el cultivo de la zulla y en 1870. D. BENITO OLIVER importó semilla de Andalucía. El éxito conseguido y la semilla repartida por este último dieron como resultado la propagación de la zulla en Menorca, base de todo su desarrollo ganadero (MIR y MIR, 1906).

En la península intentos por cultivar la zulla fuera de la provincia de Cádiz se realizaron a finales del siglo XIX, probablemente coincidiendo con la recomendación del Ministerio de Fomento de 1853, antes citada. La publicación «La zulla, la reina de las forrajeras de secano» ANÓNIMO (1907) cita ensayos en la provincia de Sevilla, algunos con muy buenos resultados. Fueron más los fracasos que los éxitos, atribuyéndolos esta publicación a la falta de Rhizobium en el suelo y recomendándose la siembra de la semilla con tierra de zullar a razón de 1.5000 a 2.000 Kgs. por Ha. Desde finales del siglo pasado y principios

del presente la zulla ha quedado limitada a la provincia de Cádiz y la isla de Menorca. ¿Porqué la escasa distribución geográfica de la zulla en la península? Esta pregunta se la hace CAPDEVILLA (1971) que realizó un estudio de las posibilidades de expansión de la zulla en España, no explicándose este autor la no propagación del cultivo existiendo estos dos puntos en el territorio nacional. Creemos que hoy existen datos suficientes como para contestar a esta pregunta y esto vamos a intentar hacer en los próximos apartados de este trabajo.

II.—APROXIMACIÓN A LA ECOLOGÍA DE LA ZULLA

La zulla está considerada como una planta bianual, típica de zonas meridionales mediterráneas de inviernos suaves, dotada de una limitada resistencia a los rigores invernales y a las heladas primaverales (BALLATORE, 1963). Según este mismo autor las heladas primaverales pueden dañar la parte aérea de la planta, aunque la parte radicular puede permanecer íntegra y asegurar el rebrote al año siguiente. LE HOUREOU (1969) considera que es planta que necesita inviernos suaves y frescos (medias de las mínimas del mes de febrero superiores a 3° C), no estando adaptada al clima tropical, ya que los excesivos calores detienen su desarrollo. OLIVES (1967) considera que el clima óptimo de la zulla es el templado mediterráneo, con alturas inferiores a los 400 metros sobre el nivel del mar. La presencia de esta plata en nuestro país, en sus dos enclaves típicos ha conducido a pensar que es planta que requiere especiales condiciones de medio para su correcta vegetación y desarrollo, considerándosela planta que necesita clima costero y alta humedad ambiental, habiéndose afirmado su preferencia altitudinal por debajo de los 100 metros (GARCÍA SALMERÓN). CAPDEVILLA (1971) realizó un estudio de las posibilidades de expansión de la zulla en nuestro país en base a criterios fundamentalmente climáticos, pensando que la planta dispone de bastante plasticidad en lo referente a exigencias edafológicas. Este autor compara el cultivo de la zulla en diferentes regiones italianas y establece las posibilidades de su cultivo en zonas climatológicamente similares en España. Según CAPDEVILLA (1971) las características comunes de las zonas productoras de zulla en la Italia meridional corresponden a unas lluvias comprendidas entre 550 y 650 mm. anuales, máximas lluvias de octubre a enero, meses secos de julio y agosto, temperatura me-

dia del mes más cálido entre 24,5 y 26° C y la del mes más frío entre 7 y 10° C. MORENO y OLEA (1984) indican que la temperatura media de las mínimas del mes más frío para esta especie es de 4° C.

Parece existir una cierta disparidad de criterios respecto a la resistencia al frío de esta especie, que si bien es «limitada» como establece BALLATORE (1963) parece probable que se haya exagerado algo su susceptibilidad. En este sentido VERDASCO et al (1987) en un estudio de poblaciones naturales de la provincia de Cádiz realizado en Badajoz señalan que la resistencia al frío de estas poblaciones es mucho mayor de lo que pudiera pensarse.

Un aspecto importante a destacar es la existencia de variabilidad genética en las poblaciones naturales y ecotipos de zulla respecto a resistencia al frío. Las poblaciones de la Italia Central, así como de las zonas situadas en los extremos marginales septentrionales del cultivo de la zulla (provincia de Forli) disponen de superior resistencia (MONOTTI, 1975). Igualmente este autor detectó mayor resistencia a frío en poblaciones sicilianas procedentes de mayor altitud (750 metros).

La zulla en Italia se la cultiva en la provincia de Arezzo en la Italia Central a 900 metros de altitud (BAINI, 1951). En su estudio sobre poblaciones naturales de zulla en Túnez, FIGIER et al (1978) citan poblaciones a 800 metros de altitud. SARNO et al (1978) estudian el comportamiento morfológico y productivo de poblaciones de zulla sicilianas según la altitud de la zona de origen, llegando a cotas de 1.100 metros.

La influencia del medio ambiente original sobre el genotipo de la planta ha sido puesto de manifiesto por diversos investigadores (ZANINI y BALLATORE, 1950), (GRIMALDI, 1961, (MONOTTI, 1975), (FIGIER et al, 1977, 1978), (SARNO et al, 1978), (GUTIÉRREZ MÁS, 1982), siendo la variabilidad existente fundamental a la hora de considerar los límites del cultivo de la zulla.

Respecto a sus necesidades de agua, la zulla es cultivada principalmente en condiciones de secano, como planta que aprovecha las lluvias de otoño, invierno y primavera, de forma que le favorecen las lluvias tempranas otoñales a principios de septiembre y prolongan su ciclo las tardías primaverales. OLIVES (1967) establece que sus necesidades de agua oscilan entre los 400 y 800 mm. anuales, límites bastante amplios, siendo en este aspecto factor importantísimo el tipo de suelo respecto a su capacidad retentiva de agua. Según BALLATORE (1963), la zulla posee un cierto grado de rusticidad y un hábito típicamente xeró-

filo, si bien se ha querido exagerar este aspecto, de forma que es planta que tiene unas exigencias ecológicas muy particulares y no del todo claras, siendo susceptible de dar buenas cosechas en una región determinada y malas o nulas en una región aparentemente similar. Según este autor los riegos de verano parecen de escasa utilidad debido a que la zulla a causa de la fuerte intensidad luminosa sube rápidamente a flor deteniéndose la fase vegetativa de crecimiento. En este sentido es importante tener en cuenta la observación de FIGIER et al respecto al diferente comportamiento de ciertos individuos respecto al riego de verano, de forma que algunos pueden continuar su desarrollo y otros no, siendo esta circunstancia dependiente del genotipo. Igualmente es importante tener en cuenta el diferente comportamiento respecto al fotoperíodo (BONCIARELLI, 1964) en cuanto a ser planta susceptible de poder ser regada en verano.

Respecto a sus necesidades de suelo para su normal desarrollo, la zulla está considerada como planta de suelos arcillosos calcáreos, ricos y profundos, aunque se obtienen también buenos resultados en terrenos pobres y compactos (BALLATORE, 1963). En 1890 VIDAL y VIVES indicaba la tendencia que tiene esta planta a buscar su alimento en las «entrañas de la tierra», demostrándose así, que requiere terrenos profundos o bien un subsuelo pedregoso y movedizo con hendiduras y orificios en donde profundizar sus largas raíces, por cuyo motivo prospera bien en las faldas de los montes. Para este autor no hay clase ni calidad alguna de terreno, incluso los montes y colinas, por árido, endeble y poco profundo que sea el suelo que no pueda ser aprovechado para el cultivo de la zulla. En este sentido las palabras de este autor menorquín fueron proféticas, la zulla en Menorca se ha ido extendiendo por todo tipo de terrenos (OLIVES, 1967). La opinión de que necesita suelos calcáreos ha sido generalizada, si bien, parece ser que la condición indispensable es la presencia de calcio libre intercambiable (ROMANO, 1951). MORENO y OLEA (1984) en una recogida de poblaciones naturales de la provincia de Cádiz estudiaron la textura y el pH del suelo donde estaban establecidas, de forma que observaron que en la mayor parte de los puntos de recogida el suelo tenía un pH por encima de 7,5 y una gran parte por encima de 8. Existían un mínimo de poblaciones en suelos con un pH de 6,5. Teniendo en cuenta estas circunstancias estos autores recomiendan esta especie para suelos de pH superiores a 6,5 y de textura francas a arcillosas. En este mismo sentido MORENO y OLEA (1984) indican que el éxi-

to del establecimiento de esta planta depende de gran manera de las posibilidades de persistencia del Rhizobium, de forma que la ampliación de la zona de cultivo está condicionada a la obtención de cepas de Rhizobium más tolerantes a la acidez del suelo.

Es importante señalar la importancia que esta planta puede tener como conservadora de suelos, particularmente indicada en aquellos terrenos de poco fondo, incluso con afloraciones rocosas en los que va resultando antieconómico el cultivo anual, dada la dificultad de su mecanización (OLIVES, 1967). En este sentido está empezando a tener un interés creciente en Australia (ELLIOT et al, 1980) y en Nueva Zelanda (WATSON, 1982), (DOUGLAS et al, 1985), (LAMBRECHTSEN y DOUGLAS, 1986).

III.—DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE POBLACIONES NATURALES DE ZULLA EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ.

La zulla es la especie pratense por excelencia de la provincia de Cádiz, de forma que podemos decir con G. DE TÁNAGO et al (1981) que ella sola llega a caracterizar con nombre propio los pastos donde se encuentra, los «zullares». Como ya se ha dicho anteriormente hasta la fecha no ha habido datos estadísticos sobre la superficie ocupada por la zulla en la provincia, debido probablemente a estar considerados los zullares como praderas de plantas espontáneas. Si bien esto es cierto, a lo largo de los últimos años se han venido realizando siembras de zulla con material normalmente procedente de Italia, correspondiente a ecotipos de origen más o menos desconocido, de forma que estos zullares procedentes de siembras pueden suponer una superficie superior a las 2.000 Has. (MONTES T. comunicación personal).

La provincia de Cádiz está comprendida entre las latitudes 36° 4' y 37° 3'8.

La diferencia de latitudes extremas supone una distancia de 112 Kms. de norte a sur. En la provincia se pueden separar tres zonas respecto a la presencia actual de poblaciones naturales de *H. coronarium L.* (Figura 1).

Zona I.—Se encuentra con gran profusión.
Zona II.—Teóricamente podrían existir pero no se encuentran.
Zona III.—Aparentemente faltan condiciones para su desarrollo

La zulla se encuentra de forma espontánea y abundantísima en la zona I, tanto en los ribazos de carreteras como en praderas

naturales. Sus suelos típicos son los bujeos «Vertisoles» de alto contenido en arcilla y calcio (Mapas Provinciales de Suelos, Cádiz, Ministerio de Agricultura, 1971). Se encuentra también en las tierras blancas (albarizas), suelos típicos de la viña de Jérez (Entisoles Arents, según la publicación anteriormente citada). Habita también, aunque con menor profusión en los suelos del Trias de lo que hemos denominado zona I. En la figura I está considerado también como zona I el anclave de Ubrique, situado dentro de la zona II.

El estudio de poblaciones naturales de zulla realizado por GUTIÉRREZ MÁS (1982) y posteriormente por VERDASCO et al (1987) se basa en poblaciones recogidas en esta zona. En el trabajo de MORENO y OLEA (1984) citado en el apartado anterior, las poblaciones naturales se refieren al mismo trabajo de VERDASCO et al (1987) y en el puede observarse como la mayor parte de los puntos de recogida disponían de un pH por encima de 7,5. La zona II, con condiciones de suelo aparentemente aptas para la zulla, se caracteriza por la ausencia de ésta. Esta zona se refiere a la parte noroeste de la provincia, caracterizada por su mayor altitud y por su entrecortada orografía en ciertos puntos. Dentro de esta zona existe en Ubrique, una pequeña zona donde existe zulla, sin que se haya podido detectar si procede o no de siembras recientes, aunque el tipo de planta, marcadamente rastrera y la existencia de un cierto porcentage de plantas con flores blancas parecen indicar una cierta antigüedad de las poblaciones de aquella zona. En general la geología de la zona II, se caracteriza por ser de materiales calizos procedentes, en gran parte, del Jurásico dando lugar en, gran parte, a suelos del Orden Entisol de muy poco espesor o bien a afloraciones del Trias (Zona de Algodonales) de suelos yesosos. Existe una pequeña zona de campiña (Olvera, Setenil) con suelos de bujeo.

Lo que hemos denominado como Zona III se refiere a diferentes áreas geográficas de la provincia, una parte de ella está formada por la Arenisca del Algibe, zona que va desde Ubrique hasta el campo de Gibraltar.

Aunque existen en la zona pequeñas afloraciones de terreno arcilloso donde se pueden encontrar poblaciones aisladas de *H. coronarium L.*, lo normal es que esta arenisca silícea, desprovista de cemento de unión de lugar a suelos del Orden inceptisol de textura arenosa y pH ácido, y no se encuentre zulla. La otra parte de la zona III se encuentra en la parte costera oriental de la provincia, con dos tipos de suelos principalmente, los alfisoles

de los alrededores de la localidad de Chiclana de la Frontera, suelos con el horizonte superior descalificado y de textura francoarenosa y los suelos salinos.

La zona I, donde la zulla se encuentra de forma espontánea se puede subdividir en varias subzonas atendiendo a sus diferentes condiciones climatológicas. Aunque existen pequeñas diferencias, de una manera general existe una disminución de la pluviometría de sur a norte de la provincia, encontrándose un mínimo en Trebujena (471 mm. media de 20 años, Mapas Provinciales de Suelos, Cádiz 1971). Exceptuando este mínimo, la pluviometría de la zona I varía de 600 a 800 mm. anuales. Debido a la influencia del mar las temperaturas son muy benignas, siendo escasísimos los días del año con temperaturas por debajo de 0° C. Dentro de la zona I se ha colocado el enclave de Ubrique, donde se encuentra registrada la media de las mínimas del mes más frío más baja de la provincia 4,9° C. La pluviometría de este enclave, cercano a Grazalema es la más elevada de la provincia, sobrepasando los 2.000 mm. anuales.

La parte centro-oeste de la zona I, representada por San José del Valle y más al este por Puerto Galli (417 m. de altitud) representan también un cierto extremismo climático en relación con la tónica general. Un agente atmosférico importante en la provincia es el viento de levante, cuya influencia se deja notar sobre todo en la zona costera de la parte sur. Teniendo en cuenta estos factores climatológicos, así como los diferentes tipos de suelos de la zona I y aunque la extensión de la provincia de norte a sur sea de tan sólo 113 Kms. existen en la zona I diferencias ecológicas que podrían dar lugar a diferencias morfológicas o fisiológicas en las poblaciones naturales de *H. coronarium L.* a nivel infraespecífico. La pluviometría, los distintos tipos de suelos y la temperatura serían los factores más importantes a tener en cuenta para la existencia de diferenciación ecotípica en la provincia. En este sentido GUTIÉRREZ MÁS (1982) ha estudiado la variabilidad fenotípica de las poblaciones naturales de la provincia de Cádiz, detectándose en las poblaciones situadas al sur de la provincia, zona de Tarifa, Algeciras y Gimena de la Frontera una cierta resistencia a oidio, así como un tipo de planta caracterizado por ser de hábito rastrero, con bajos valores en área foliar, diámetro de tallo y longitud de éste. Esta circunstancia motivó la denominación de ecotipo «Tarifa» a este conjunto de poblaciones de la zona (GUTIÉRREZ MAS, 1982). Según este mismo estudio parecen detectarse en la provincia otras asociaciones en-

tre tipo de planta y área geográfica, si bien menos estables. La mayor pluviometría de la zona sur y este de la provincia puede haber sido un factor esencial en la adaptación de estas poblaciones a un determinado habitat, habiéndose desarrollado simultáneamente resistencia a oidio en un tipo de planta que muestra escasa superficie de hoja al parásito. Una vez estudiada la distribución geográfica de las poblaciones naturales de zulla en la provincia de Cádiz cabe preguntar el porqué de la no existencia de zulla en las zonas II y III.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE POBLACIONES NATURALES DE *Hedysarum coronarium* L. EN LA PROVINCIA DE CADIZ

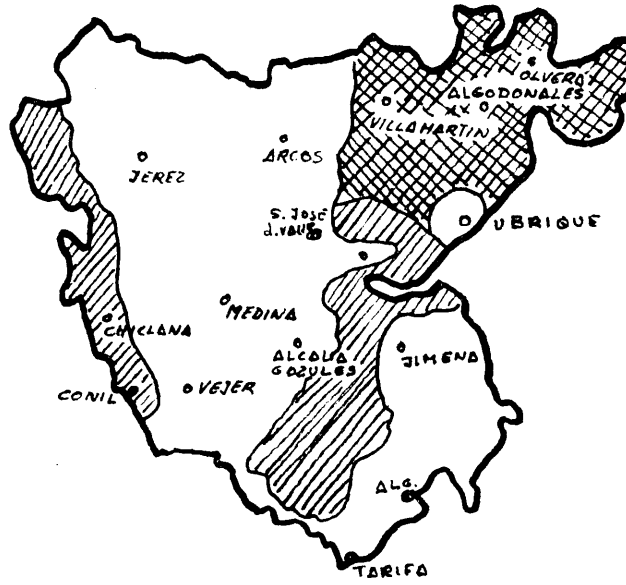

Figura 1

Zona I.—Zulla espontánea.

Zona II.—Podría vegetar zulla, pero no existe.

Zona III.—Condiciones de suelo no aptos para zulla.

En la zona II el tipo de suelo no parece limitante para el normal desarrollo de la planta, a no ser que consideremos un tipo de suelo en general de bastante menos calidad agronómica que el existente en la zona I. La pluviometría y la temperatura evidentemente no son limitantes, existe el enclave de Ubrique, lo cual es

una base importante para pensar que la zulla se puede cultivar perfectamente en la zona II. Una serie de razones más o menos unidas como la presencia de vegetación arbórea, altamente competitiva con la zulla y la no existencia de ganadería en esta parte de la provincia pueden haber actuado conjuntamente. En este sentido, sin embargo es importante constatar que la parte norte de lo que hemos denominado zona I, tampoco es ganadera y sin embargo la zulla vegeta profusamente, sobre todo en los ribazos de las carreteras, único sitio en que puede, ya que el resto de la tierra es ocupado por otros cultivos. Parece lógico pensar en la existencia de una barrera más o menos ecológica, que desde luego el hombre podría haber superado en caso de que la zulla hubiera sido un planta utilizada en la zona II.

La falta de zulla en la zona III, parece más relacionada a condiciones de suelo que a otra cosa. La existencia de un pH relativamente bajo, así como la no existencia de calcio libre (ROMANO, 1951) pueden ser la causa determinante de la falta de zulla en la zona de la Arenisca del Algibe y en los Alfisoles de la costa. El resto de la zona III está ocupado por suelos salinos que mantienen solamente plantas típicamente halófilas.

IV.—POSIBILIDADES DE EXPANSIÓN DE LA ZULLA

Por el norte de la provincia de Cádiz la zulla se adentra algo en la provincia de Sevilla, existiendo poblaciones perfectamente adaptadas en las cercanías de la localidad de Los Palacios, en la autopista Sevilla-Cádiz a unos 20 Km. de la ciudad de Sevilla. Parece ser que el origen de estas poblaciones es muy reciente, ya que fueron sembradas al realizar la autopista como planta mantenedora de laderas. La provincia de Sevilla no supone ninguna barrera para la zulla, además del caso citado anteriormente, GUTIÉRREZ MÁS (1982) ha estudiado el comportamiento de material autóctono de la provincia de Cádiz, así como ecotipos y variedades italianas en varias localidades de la provincia de Sevilla, (con inoculación previa del suelo) vegetando las plantas perfectamente. En el apartado I referíamos que la publicación «La Zulla, la reina de las forrajeras de secano», ANÓNIMO (1907) citaba ensayos de zulla en la provincia de Sevilla, indicando que los fracasos en la implantación del zullar eran debido a la falta de Rhizobium en el suelo. Hoy día, algunos años después podemos afirmar que esta ha sido una de las principales causas de la falta

de propagación de la zulla en el sur de la península. CASTELLI (1951) indicaba que es absolutamente indispensable contar con Rhizobium en la implantación de la zulla en terrenos nuevos. Este problema, es decir la inoculación con Rhizobium se resolvía de diversas formas. Bien extendiendo tierra procedente de zullares, o bien sembrando en semillero trasplantado posteriormente al terreno definitivo. VIDAL y VIVES (1890) recomendaba arrancar matas de un zullar en enero, febrero y trasplantarlas al nuevo campo (lógicamente estas plantas ya disponían de Rhizobium). El sistema de semillero ha sido ampliamente usado en Menorca en otros tiempos, OLIVES (1967) recomendaba la toma de una pequeña cantidad de tierra procedente de un zullar, a razón de Kgr. de tierra por Kgr. de semilla para mezclarse lo más intimamente posible. Si bien estos sistemas de inoculación para introducir zulla en terrenos nuevos han funcionado en Menorca habiéndose extendido el cultivo por toda la isla, no parece ser el caso de Andalucía. La necesidad de tener que traer la tierra desde la provincia de Cádiz, un sistema de tenencia de tierra diferente a Menorca, donde impera más la pequeña y mediana propiedad han impedido tratar a la zulla en Andalucía como una planta hortícola, con el esmero necesario para lograr su propagación poco a poco. Las siembras de zulla en la provincia de Sevilla se realizaron probablemente en dehesas y evidentemente el sistema de inoculación extendiendo tierra de zullar, si bien parece el más aconsejable y rápido para la siembra de grandes extensiones es bastante menos preciso que el sistema de trasplante. Si a esto le añadimos que mucha tierra de dehesa no dispone de características edafológicas adecuadas para la zulla los fracasos y el consiguiente desánimo del ganadero dieron como resultado el que la zulla quedase localizada a las zonas ganaderas de la provincia de Cádiz. Una ganadería minifundista hubiera dado lugar probablemente a la expansión de la zulla en Andalucía, ya que el pequeño ganadero hubiera podido realizar el sistema de trasplante como ocurrió en Menorca. Actualmente la posibilidad de poder inocular la semilla con Rhizobium específico de zulla ha resuelto los problemas anteriormente citados y ha dado lugar a que la zulla empiece a salir lentamente de sus enclaves actuales. Solucionado el problema del Rhizobium (actualmente se produce la cepa HC-100, por la fábrica de inoculantes de San José de la Rinconada, de la Junta de Andalucía) y en el que se sigue trabajando en colaboración el Departamento de Microbiología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid

y el Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón, (Menorca) en la búsqueda de nuevas cepas de Rhizobium de mayor eficacia en la fijación de nitrógeno (MIR MATEO, 1983) hay que solucionar otros problemas si se quiere introducir la zulla en áreas climatológicamente menos benignas que sus dos enclaves actuales. En la actualidad existen zullares perfectamente instalados en las provincias de Sevilla, Huelva, Córdoba y Badajoz, constatándose así las posibilidades de expansión de esta planta. Establecer los límites climatológicos exactos para el cultivo de la zulla en nuestro país es difícil. sin hacer un estudio más exhaustivo del tema, si bien a la luz de los datos que poseemos se puede de una forma más o menos aproximada acercarnos a la realidad. MORENO y OLEA (1984) dan la cifra de 4° C como límite de la temperatura media de las mínimas, esto coincide prácticamente con la que da GUTIÉRREZ MÁS (1982) que indicaba que la isoterma de 6° C de enero, que separa los inviernos suaves de los fríos podría ser el límite potencial del cultivo de la zulla. De una forma aproximada, la zona española de clima mediterráneo de invierno suave, según la clasificación de Koppen, podría limitar el cultivo de la zulla. En nuestro país, la región del clima mediterráneo de invierno suave comprende casi toda la costa oriental y meridional y con ciertos matices el interior de Andalucía (M. DE TERÁN et al, 1978). En las zonas incluidas dentro de los límites anteriormente mencionados nos encontraremos con el problema de las mínimas absolutas que el cultivo es capaz de soportar. En 1983 se sembró una colección de material autóctono de la provincia de Cádiz, así como de ecotipos y variedades italianas en la finca Tomejil (Carmona, Sevilla) ocurriendo que el año siguiente una ola de frío (varios días por debajo de —5° C) destruyó prácticamente toda la colección procedente de la provincia de Cádiz, siendo el material procedente del norte de Italia, así como la variedad «Grimaldi» bastante menos afectados. (GUTIÉRREZ MÁS, datos no publicados). Del material menos afectado se recogió semilla, que una vez sembrada y tras sufrir las plantas diversas selecciones por tipo y resistencia a oidio han formado la base de una variedad de zulla adaptada a las condiciones de Andalucía Occidental.

En febrero de 1988 la parcela de producción de semilla de esta nueva variedad ha soportado temperaturas de —4° C (en garita meteorológica), viéndose afectados los brotes terminales y observándose un cierto decaimiento general de las plantas, que se encontraban en un estado vegetativo bastante desarrolla-

do, con una altura alrededor del metro. No se detectaron daños en plantas en un estado fenológico anterior. (GUTIÉRREZ MÁS, datos no publicados). Dado que este material proviene de las zonas más septentrionales italianas y que fue seleccionado entre otros aspectos por resistencia al frío, podemos pensar que la temperatura de —4° C, en garita, podría ser la temperatura umbral para la zulla en avanzado estado de desarrollo vegetativo. Esta temperatura mínima absoluta es la que cabe esperar en los límites anteriormente citados, por lo que con material seleccionado por resistencia a frío esta temperatura mínima será relativamente soportable los años que se presente. Respecto a sus necesidades edafológicas, parece que no cabe establecer necesidades absolutas de tipos de suelos, sino hablar de una interacción entre tipo de suelo, pluviometría y persistencia del Rhizobium en ciertos casos de pH demasiado ácido. La falta de calcio libre, al parecer indispensable (ROMANO, 1951) puede ser solucionada a base de encalado por lo que este problema puede no ser muy limitante en casos no muy extremos. En este sentido es importante la observación de MORENO y OLEA (1984) en la que indican que el éxito del establecimiento de la zulla depende en gran parte de la persistencia del Rhizobium, de forma que la ampliación de la zona de cultivo está condicionada a la obtención de cepas de Rhizobium más tolerantes a la acidez del suelo. Respecto a la pluviometría mínima los límites parecen ser amplios, pudiéndose establecer de forma aproximada un mínimo de 400 mm. anuales. En este aspecto las posibilidades de seleccionar material más adaptado a condiciones de cierta aridez parece posible. Como ya se ha dicho anteriormente esta pluviometría está muy unida a la capacidad de explotación de las raíces de la planta.

Un aspecto importantísimo a la hora de tratar de la expansión de la zulla es la falta de ganadería en gran parte de las zonas donde parece más indicada. La zulla, como planta forrajera de secano podría suponer la vuelta a un tipo de agricultura más integrada, donde el ganado forme parte de la explotación. Como resumen a todo lo anteriormente indicado podemos decir que parece claro que la zulla dispone de amplias posibilidades para salir de sus actuales enclaves en nuestro país, si bien parece prudente tener en cuenta la observación de BALLATORE (1963), ya anteriormente citada, de que la zulla tiene unas exigencias ecológicas muy particulares y no se debe exagerar su grado de rusticidad.

BIBLIOGRAFIA

ANÓNIMO (1907). La Zulla la reina de las forrajeras de secano. Biblioteca Agraria solariana. Sevilla.

BAINI, S. 1951). Per l'attechimiento del prato di sulla nei terrenidi nuovo impianto. Agric. Toscana, 6, 281-2.

BALLATORE, G. P. (1963). El cultivo de la zulla. L'Informatore Agraric., número 52.

BONCIARELLI, F. (1964). Ricerche Sperimentali sulla reaziones fotoperiodicadi cultivar di erba medica (Medicago spp), trifoglio violetto (Trifolium pratense L.) e sulla *(Hedysarum coronarium L.)*. Ecología Agraria, vol. I, n.º 1.

CAPDEVILLA, M. (1971). Una primera aproximación sobre la extensión del cultivo de la zulla en la parte meridional de la Península Ibérica e Islas Baleares, como cultivo de secano. Revista Pastos, vol. 1, 249-262.

CASTELLI, T. (1958). Considerazioni sul trattamento microbico delle sementi di leguminose. Semente elette n.º 4, 14-28.

DOUGLAS, G. B.; FOOTE, A. G. (1985). Dry matter and seed yields of sulla *(Hedysarum coronarium L.)* New Zealand Journal of Experimental Agriculture 13 (1), 97-99.

ELLIOT, G. L.; HANNAN, J. C.; CORNALLY, M. J. (1980). Revegetation of open cut mine over burden at Foybrook, N.S.W.I. Characterization of material. II Field trials. Journal of the soil Conservation of New South Wales, 36 (4) 224-240.

FIGIER, J.; ESPAGNAC, H.; COMBES, D. (1977). Estude de populations naturelles d'*Hedysarum coronarium L.* du nord de la Tunisis: comparaison en culture experimentales. Bull. Soc. bot. Fr. 124, 529-541.

FIGIER, J.; ESPAGNAC, H.; COMBES, D.; FRANCILLON, G. (1978). Mise en evidence de types morphologiques dans les populations naturelles d'*Hedysarum* coronarium L. de Tunisie par analyse multivariable. Revue Generale de Botanique 85, 21-62.

FIGIER, J.; ESPAGNAC, H.; COMBES, D. Quelques considerations a proposdes populations naturelles d'*Hedysarum coronarium L.* de Tunisia. Faculté des Sciences de Tunis et Laboratoire de Morphologie Vegetale Experimentale. Facul. des Sciences, 91, Orsay.

GARCÍA SALMERÓN, J. Estudio Botánico, Ecología Biológico y Pascícola de las principales especies espontáneas de los pastizales de montaña de nuestras regiones semi-áridas. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.

GONZÁLEZ DE TÁNAGO, A., RATERA, C., RUIZ CORNEJO, J. A., ORTIZ, F. (1981). Notas sobre la zulla *(Hedysarum Coronarium L.)* y Resultados de los ensayos realizados en esta especie. Agencia de Desarrollo Ganadero. Madrid. Boletín n.º 12, 35 pp.

GRIMALDI, A. (1961). Osservazioni e ricerche morfologiche sopra la sulla *(Hedysarum coronarium L.)* Nota II. Estr. Ann. Fac. Agr. Univ. di Perugia, Vol. XVI.

GUTIÉRREZ MAS, J. C. (1982). *Hedysarum coronarium L.* Estudio de su variabilidad y utilización en mejora genética. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

LAMBRECHTSEN, N. C., DOUGLAS, G. B. (1986). Water soil Miscellaneus Publication n.º 94, 263-266. Management and uses of *Hedysarum coronarium* (Sulla).

LE HEROU, H. N. (1969). Principes, methodes et Techniques d'ameloration pastolare et foirregere en Tunisie. FAO.

MIR MATEO, J. La zulla planta indispensable en la alternativa forrajera de secano. Normas actuales de cultivo y aprovechamiento. Información del Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón (Memoria).

MIR Y MIR, P. (1906). Influencia del cultivo de la zulla en Menorca. (Revista de Menorca), 65-78.

MONOTTI, M. (1975). Variabilitá fenotípica tra ecotipi di sulla. Genetica Agraria 29, 163-178.

MORENO, V.; OLEA, L. (1984). Multiplicación de leguminosas anuales pratenses *M. polimorpha, T. glomeratum, O. compressus,* y *H. Coronarium.* Sociedade Portuguesa de Pastegens e forragens. VI Reuniao de Outono. Lisboa.

O'DONOVAN, P. B. (1972). Report to the goverment of Malta on animal nutrition and fodder evaluation. Report, United Nations Devalopment Programme. No. TA 3138, 28 pp. FAO, Rome, Italy.

OLIVES, G. (1967). La zulla. Ministerio de Agricultura. Madrid.

PASCUAL TERRATS, H. (1978). Leguminosas de la Península Ibérica y Baleares en «Flora Europea». Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid, 198-199.

ROMANO, E. (1951). La coltura della sulla ed il calcio de scambio nell terreno. Ann Sper. Agro, 5, 1533-6.

SARNO, R., STRINGLI, L., D'ALESSANDRO, F. (1978). Relaziones tra il comportamento morfo biológico e productivo e la quota di provenienza di alcune popolazioni di sulla *(Hedysarum coronarium L.)* Quaderni di Agronomia, 9, 141-167.

TERÁN, M., SOLA SABARIS y otros (1978). Geografía General de España. Editorial Ariel, 549 pp.

VERDASCO, P., PAREDES, J., OLEA, L. (1987). Contribución a la caracterización del germoplasma de zulla *(Hedysarum coronarium)* del Sur de la Península Ibérica. XXVII Reunión científica de la SEEP.

VIDAL Y VIVES, D. (1890). Memoria sobre el cultivo de la zulla. Mahón. Imprenta de B. Fábregues.

WATSON, M. J. (1982). *Hedysarum coronarium,* a new legume with potential for soil conservation and forage. New Zealand Agricultural Science, 16(4), 189-193.

ZANINI, E., BALLATORE, G. P. (1950). Risultati di colture di orientamento con Sulla *(Hedysarum coronarium L.)* di diversa provinienza, eseguite nelle annate 1948-49 e 1949-50 in territorio di Caltanisseta. Estr. Ann. Fac. Agr. Univ. Palermo, Vol. I.

SUMMARY *

The enviromental requirements of the Mediterranean perennial forage legume Sulla *(Hedysarum coronarium L.)* are described. The history of the introduction of this plant in Spain is discussed. The geographical distribution of natural population of sulla in the Cádiz province is studied, analysing also the possible factors considered as inductors of ecotypical differentation existent within the province. The main factors involved in the limited spread of Sulla are discussed. The lack of appropiate Rhizobia and the no existence of cattle in the areas with possibilities of growing Sulla has been the causes that the Sulla is located only in the Minorca island and Cádiz province.

* KEY WORDS: SULLA *(Hedysarum coronarium L.)* Enviromental requeriments. History and distribution in Spain.