

# Posibilidades agrícolas de los «ácidos húmicos» comerciales

**En los últimos años se han comercializado gran número de productos bajo la denominación de «ácidos húmicos» o «ácidos húmicos y fúlvicos» aconsejándose su utilización tanto en fertirrigación como en aplicaciones foliares.**

**Entre el más de medio centenar de estos compuestos que existen en el mercado, son excepcionales los que indican la composición por separado en ácidos húmicos y en ácidos fúlvicos así como procedencia, esto, junto a la escasez de información técnica, ha creado cierta confusión entre agricultores y técnicos**

## Introducción

En los últimos años se han comercializado gran número de productos bajo la denominación de «ácidos húmicos» o «ácidos húmicos y fúlvicos» a los que se ha atribuido propiedades tan diversas como:

- Mejorar la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua.
- Evitar la retrogradación de los cationes del suelo y desbloquear sus elementos minerales.
- Fijar los abonos, disminuyendo las pérdidas por lixiviación.
- Activar la flora microbiana.
- Estimular la germinación.
- Favorecer el desarrollo del sistema radicular.
- Facilitar la absorción de nutrientes al aumentar la permeabilidad celular, aconsejándose su utilización tanto en fertirrigación como en aplicaciones foliares.

Entre el más de medio centenar de estos compuestos que existen en el mercado, son excepcionales los que indican la composición por separado en ácidos húmicos y en ácidos fúlvicos así como su procedencia, ésto, junto a la escasez de información técnica disponible y a los mensajes publicitarios que elevan a estos pro-

ductos a la categoría de «mágicos», ha creado cierta confusión entre agricultores y técnicos.

El presente trabajo pretende contribuir a arrojar luz sobre el mencionado problema, estudiando las fracciones húmicas de distintos materiales que se emplean frecuentemente como materia prima para la obtención de los productos comerciales, y comparándolas con las existentes de forma natural en el suelo, lo que puede conducir a una utilización más eficaz de las posibilidades de estos compuestos.

## Las sustancias húmicas del suelo

El humus del suelo no es una sustancia de composición exactamente definida, ni siquiera una agrupación de compuestos en porcentajes determinados, sino que ha de considerarse como un material heterogéneo constituido por un conjunto de sustancias altamente polimerizadas, de peso molecular relativamente alto, amorfas, con propiedades coloidales e hidrofílicas muy marcadas, de alta capacidad de intercambio catiónico (C.E.C.), gran cantidad de grupos ácidos, y constituidas principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y

nitrógeno.

La mezcla de compuestos orgánicos que se extrae del suelo mediante bien establecidos o, por extensión de materiales orgánicos más o menos humificados, puede denominarse: «sustancias húmicas solubles». Estos materiales solubles constituyen una fracción importante del humus, y están formados por ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) y algunos otros componentes, no propiamente húmicos, como polisacáridos y péptidos.

**Cuadro 1:  
Análisis de los materiales**

	T.1	T.2	LIG
pH	7,2	4,5	3,7
Humedad (%)	4,47	4,01	5,96
<b>Cantidades referidas a muestra seca a 105° C</b>			
C. O. total (%)	23,12	39,39	40,13
C. E. (%)	2,34	16,30	13,83
Relación C.E./C.O.	0,10	0,41	0,34
Pérdida por calcinación (%)	43,24	72,70	65,34
Cenizas (%)	56,66	27,30	34,66
Residuo insoluble en ácidos (%)	25,13	21,34	13,71
Nitrógeno (%)	1,10	1,57	0,45
Relación C/N	21,02	25,09	89,18
Fósforo (%)	0,11	0,06	0,03
Potasio (%)	1,19	0,31	0,37
Sodio (%)	0,16	0,09	0,17
Hierro (%)	1,95	0,39	1,79
Cobre (ppm)	23	11	41
Zinc (ppm)	9	4	7
Manganeso (ppm)	190	26	36

T.1= Turba de Gandía.  
T.2= Turba Sphagnum.  
LIG.= Lignito.

J.A. FRANCO y S. BAÑÓN.

Dpto. de Ingeniería Aplicada E.U.P. Cartagena. Universidad de Murcia

Los AH son solubles en una disolución alcalina pero precipitados cuando el pH es ajustado a 2; los AF permanecen en disolución cuando el extracto alcalino es acidificado, y las huminas son la fracción húmica que no es solubilizada ni por disoluciones ácidas ni por básicas (figura 1).

Aunque la composición de los AH y AF es aún imprecisamente conocida, en la actualidad es posible dar una serie de propiedades generales a pesar de la variedad de factores que determinan su formación: tipo de restos vegetales, clase de población microbiana del suelo, aireación, acidez, componentes inorgánicas del suelo, etc.

En general, se observa que en la serie: humina, AH y AF, los contenidos de C y N, así como el peso molecular, decrecen (figura 1); mientras que la capacidad de intercambio catiónico (C.E.C.) y el contenido en oxígeno se incrementan. La acidez total y el contenido en  $-COOH$  de los AF es apreciablemente mayor que para los AH; los AF son más ricos en  $-OH$  fenólico,  $-OH$  alcohólico

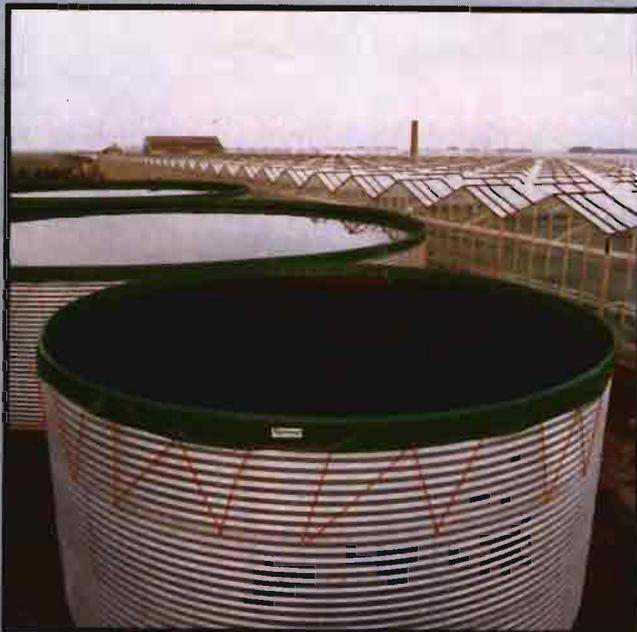
y grupos cetónicos que los AH, pero éstos contienen más grupos  $C=O$  quinónicos por unidad de peso. Es incuestionable que estos grupos ácidos son los determinantes de la C.E.C. de los AH y AF y de su tendencia a retener metales, bien formando sales o bien por formación de quelatos y complejos. Esta acción es muy marcada con cationes metálicos trivalentes como los de Fe y Al, siendo mucho más intensa en los AF.

Los complejos de metales con sustancias húmicas pueden variar apreciablemente en su disponibilidad. Mientras que algunos complejos pueden liberar su componente metálico con absorción por la planta. Se ha comprobado que los complejos de Fe con AF son más lábiles de poder transferir el Fe fácilmente a la planta; los AH, en contraste, pueden producir complejos tanto de alta como de baja labilidad según sea la proporción de metal ligado en el complejo (Linehan y Shepherd, 1979).

Las sustancias húmicas contienen un 30-50% de materiales hidrolizables, en su mayor parte azúcares y

**El humus del suelo ha de considerarse como un material heterogéneo constituido por un conjunto de sustancias altamente polimerizadas, de peso molecular relativamente alto, amorfas, con propiedades coloidales e hidrofílicas muy marcadas, de alta capacidad de intercambio catiónico, gran cantidad de grupos ácidos, y constituidas principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.**

DEPOSITOS MODULARES PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA



De 8.800 l. (ø 2,70 m.) hasta 1.700.000 l. (ø 31 m.)

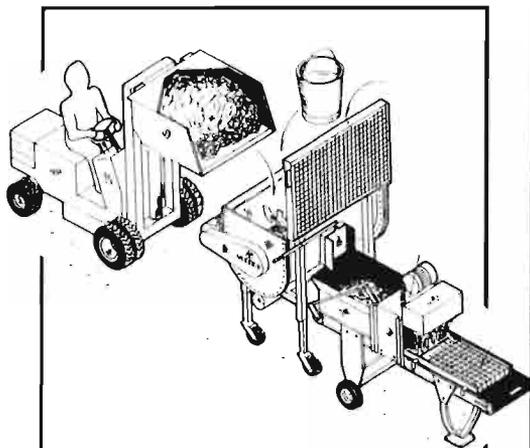
Distribuidos y montados por:

**PLÀSTICS TÈCNICS**  
Y SUMINISTROS INDUSTRIALES

Avda. Maresme, 251 - Mataró (Barcelona)  
Telf. (93) 796 01 12 - Fax (93) 790 65 07



la marca más vendida en Holanda



## SEMBRAR Y PLANTAR

Máquinas para sembrar todos los tipos de cepellones y cajas de siembra, para hortalizas y ornamentales; líneas de riego para bandejas; sistemas de transporte para plántulas; máquinas para limpiar bandejas; líneas completas de siembra; elementos de transporte y mezcladores para los sustratos; etc. VISSER diseña y fabrica para todo el mundo sistemas de mecanizar las operaciones referentes a la producción de plántulas.



VISSER

MAQUINARIA  
HORTICOLA



FIGUERES GIRONA

C/. del Mar, 5; 17600  
FIGUERES; Tel. 972/504058;  
Fax: 972/670047;  
Ctra. Nac. II, Km. 720, 1;  
17458 FORNELLS (Girona);  
Tel. 972/476410

algunos aminoácidos peptídicos y estructuras proteicas. El esqueleto principal no hidrolizable es un 50% aromático, compuesto por anillos simples, muchos de los cuales poseen grupos hidroxilo y metoxilo, así como sustituyentes carboxilo y alifáticos. Los AF poseen una relación C/H más baja, lo que indica su menor carácter aromático y, en consecuencia, su naturaleza alifática predominante. Propiedades importantes de las sustancias húmicas, tales como la velocidad de sus reacciones de cambio y su carácter hidrofílico, dependen de la relación C aromático/C alifático de sus moléculas. Así, la marcada naturaleza hidrofílica de los AH de suelos podsólicos se explica por el predominio de su estructura alifática; por el contrario, los AH de chernosem, con predominio aromático en su estructura, son menos hidrofílicos.

El papel que pueden jugar las sustancias húmicas en cuanto a su contribución a la fertilidad del suelo ha sido estudiado por numerosos investigadores, aceptándose que su efecto es el resultado de diversos factores, como la capacidad de retención de agua del suelo así como su capacidad tampón frente a los cambios de acidez; por otro lado, de los estudios realizados sobre los efectos fisiológicos inducidos en las plantas por los compuestos húmicos, comparando su posible acción directa sobre el metabolismo o indirecta a través de una regulación en la absorción de cationes, se concluye que la diferente capacidad de penetración de las fracciones húmicas determina la variedad de sus efectos, pero el hecho de que una fracción no llegue a la célula no significa que sea fisiológicamente inerte. En este sentido, las fracciones húmicas de elevado peso molecular, relativamente inertes, contribuirán de forma indirecta, influyendo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mientras que las de bajo peso molecular presentarán una mayor actividad con respecto a los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta (Vaughan y Ord, 1985).

### Sustancias húmicas del suelo versus sustancias húmicas comerciales

Numerosos estudios realizados en

las últimas décadas han puesto de manifiesto que, si bien la naturaleza y composición de las fracciones húmicas obtenidas de distintos materiales más o menos humificados no son idénticas a los de las presentes en el suelo, sus mecanismos de formación son similares y la mayoría de parámetros analíticos presentan valores muy parecidos a los de éstas, por lo que, sin duda, también han de ejercer acciones positivas sobre la fertilidad del suelo y el desarrollo vegetal.

Las sustancias húmicas procedentes de lignitos y algunas turbas tienen un origen similar a las presentes en el suelo, pero su estructura es más compleja debido al proceso de carbonificación; desde el punto de vista de su utilización como fuentes de materia orgánica, hay que considerar que cuanto más evolucionado esté el carbón se considerará menos adecuado para dicho uso.

Kumada (1983) estudia las sustancias húmicas procedentes de distintos horizontes de diversos suelos, comparándolas con las obtenidas de carbones vegetales y, basándose en los resultados de los análisis de su composición, encuentra que los AH y AF procedentes de los materiales carbonáceos son idénticos a los procedentes del suelo.

En un detallado estudio realizado por Malcolm y McCarthy (1986) sobre siete muestras de sustancias húmicas comerciales, sólo llegan a encontrar alguna pequeña diferencia estructural significativa entre sus AH y AF y los procedentes de diversos suelos, que limita su utilización como sustitutos de éstos en investigaciones científicas, pero no por ello debe pensarse que han de comportarse de forma diferente a las sustancias húmicas naturales, por lo que, al igual que éstas, pueden ejercer una acción agrobiológicamente positiva.

No obstante, ha de tenerse en cuenta que las sustancias húmicas procedentes de carbones han de considerarse como un estadio avanzado en la transformación del humus a formas fósiles. Los principales cambios en dicha transformación comprenden un incremento en el estado de oxidación del humus, así como pérdidas de carbohidratos, proteínas y otros compuestos bioquímicos.

Es conocido que los responsables de la mejora estructural de los suelos

son los polisacáridos existentes en las distintas fracciones húmicas, admitiéndose que el efecto de la fracción fúlvica radica en la formación de macroagregados por la acción de microorganismos, mientras que la fracción de ácidos húmicos incide en la formación de microagregados, ya que, al ser resistentes a la degradación microbiana, no tienen eficacia en la macroagregación. La ausencia de polisacáridos en las sustancias húmicas comerciales procedentes de formas fósiles del humus anteriormente mencionadas, hace pensar que han de contribuir de forma escasa a la estabilidad de los agregados del suelo, sobre todo teniendo en cuenta que la escasa dosis de sustancias húmicas que suelen adicionarse al suelo son una mínima fuente de energía para que los microorganismos produzcan agentes cementantes que contribuyan a la macroagregación (Stevenson, 1986; Fortun et al., 1987).

### Materiales para la obtención de sustancias húmicas comerciales

Se han seleccionado tres materiales que abarcan un amplio abanico de estados de humificación y maduración: lignito (LIG), turba de Gandía (T.1) y turba Sphagnum (T.2).

El lignito estudiado procede de Zaragoza, y es un material muy meteorizado y oxidado por lo que tiene características próximas a la leonardita, materia prima muy utilizada por distintas empresas para la obtención de sustancias húmicas. Su contenido en C orgánico es alto, con un contenido medio en cenizas (cuadro 1),

sin embargo el residuo insoluble en ácidos, que es una medida de la parte inerte, normalmente silicatos, que de estas cenizas, puede considerarse bajo en relación a los otros materiales.

El alto contenido en C orgánico, así como su buena relación C extraíble con KOH 0.1N/C orgánico (cuadro 2), hacen que este material sea muy aceptable en un principio desde el punto de vista de la obtención de sus fracciones húmicas. Otra característica importante del lignito es su elevado contenido en hierro, con una relación Fe/C orgánico (mg/g) próxima a 45. Esto puede suponer un importante valor añadido para el material si se considera la posibilidad de extraer fracciones húmicas solubles que pudieran resultar enriquecidas en este micronutriente; la movilidad del Fe en el suelo y su bioasimilación podrían resultar, así, notablemente incrementadas.

Del resto de características de LIG, baste citar la práctica irrelevancia de los contenidos del resto de micronu-

**L**a mezcla de compuestos orgánicos que se extrae del suelo puede denominarse: «sustancias húmicas solubles». Constituyen una fracción importante del humus, y están formados por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y algunos otros componentes, no propiamente húmicos, como polisacáridos y péptidos.

**Cuadro 2:**  
Características de los materiales originales  
influencia de la relación M. org. tot/C. org.  
sobre el C extr con KOH 0,1 N

Material	M.O. total	C. Org.	M.O.Tot/ C. Org.	C. Extr.	C. Extr/ C. Org.
LIG	65,4	40,13	1,63	13,8	0,34
T.1	43,3	23,12	1,87	2,3	0,10
T.2	72,7	39,39	1,84	16,3	0,41

Valores expresados en % de carbono respecto a peso de muestra seca.



## PLÁSTICOS PARA INVERNADERO

Hasta 14 m de ancho  
Larga Duración; Extra y  
Térmico.



Ctra. Nac. 340, Km. 90,8  
Félix-La Mojonera (Almería)  
Tfno.: (951) 33 06 08  
Fax: (951) 33 06 11

**D**el papel que pueden jugar las sustancias húmicas en cuanto a su contribución a la fertilidad del suelo, se acepta que su efecto es el resultado de diversos factores, como la capacidad de proveer y reservar nutrientes, aportar N, P y S, como resultado de la actividad microbiana e incrementar la capacidad de retención de agua del suelo así como su capacidad tampón frente a los cambios de acidez.

trientes, así como los bajos valores de N, P y K.

Se han elegido turbas entre los materiales a estudiar, por el gran interés agroquímico que, en general, presentan; siendo no pocos los autores que estudian sus fracciones húmicas, así como los resultados de su aporte directo sobre los rendimientos de producción en las cosechas (Ortega y García, 1987). Por otro lado son materias primas utilizadas con cierta frecuencia para obtener productos comerciales.

Las turbas son materiales sometidos a un largo proceso de humificación por lo que poseen normalmente un elevado contenido en humus estable, mientras que los intensos lavados a los que por lo general han sido sometidos durante este largo período hacen que sus contenidos en AF sean bajos.

La turba de Gandía (T.1) es la de menor contenido en C orgánico y de mayor contenido en cenizas, mientras que la turba Sphagnum (T.2) tiene un importante contenido en C or-

gánico, así como en materia orgánica total. Llama la atención que la relación C extraíble/C orgánico de T.2 es del orden de cuatro veces superior a la de T.1, lo que hace a dicha turba muy interesante desde el punto de vista extractivo. Ambas turbas tienen un contenido en N similar; la turba T.1 tiene una cantidad de K nada despreciable, y su riqueza en Fe del 1,95% es la más elevada de los tres materiales, con una relación Fe/C orgánico (mg/g) mayor a 84 que hace a esta turba ser considerada, junto al lignito, como una posible importante fuente de Fe ligado a las sustancias húmicas.

### Sustancias húmicas extraídas de los materiales descritos

Los resultados obtenidos para la extracción con KOH 0.1 N muestran una gran diferencia entre el comportamiento de los tres materiales (cuadro 2). No se puede establecer ninguna relación entre la riqueza total de C del material con la cantidad de materia orgánica extraíble. La rela-

## El Invernadero ideal para todo tipo de cultivo



El invernadero INVERCA da respuesta a todas las exigencias que se plantean en el cultivo intensivo tanto en horticultura como en floricultura, ofreciendo todas las opciones en: *aireación, estanqueidad, cubrición en todo tipo de revestimientos, adaptable a todos los terrenos y climas.*



**INVERNADEROS DE CASTELLÓN, S.A.L.**  
Tel. (964) 212333-212420 Fax: (964) 2175 85  
Ctra. Alcora K.10,5 Apdo. 742 12080 CASTELLÓN

Nuestros invernaderos han sido calculados por ordenador y adaptados a la Normativa de la Comunidad Europea. Las piezas que lo conforman, fabricadas automáticamente, se han diseñado para garantizar la mayor resistencia y al mismo tiempo una gran rapidez en el montaje. La excepcional calidad de los materiales galvanizados aseguran en ambientes húmedos y corrosivos una extraordinaria duración.

# El Tesoro de la Tierra



**¡NUEVO!**  
ACIDOS HUMICOS  
TOTALMENTE  
ACTIVOS

Enmienda húmica procedente  
de Leonardita



**Naturcomplet-G**

GRANULADO

Enmienda húmica procedente de Leonardita



**Naturvital-16**

ENMIENDA HUMICA  
LIQUIDA

Adidos húmicos  
naturales  
provenientes  
de Leonardita

**Naturvital**

ENMIENDA HUMICA  
LIQUIDA

Adidos húmicos  
naturales  
provenientes  
de Leonardita

**Naturvital-16**

ENMIENDA HUMICA  
LIQUIDA

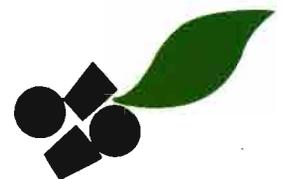
Adidos húmicos  
naturales  
provenientes  
de Leonardita

## Naturvital-16

Acidos húmicos y fúlvicos 16 %  
en forma líquida

## Naturcomplet-G

Acidos húmicos y fúlvicos 50 %  
en forma sólida granulada



**Daymsa**

Primer Productor Europeo de Leonardita

Paseo de la Independencia, 21, 6º centr.  
Tfnos. (976) 21 84 00 - (976) 21 61 29 • Fax (976) 21 85 51  
50001 ZARAGOZA (España)

**Cuadro 3:**  
**Extracción con distintos extractantes**

Material	Extractante	C. Total	Ac. Húm.	Ac. Fúl.	C. ex/ C. Tot.	AH/AF
LIG	NaOH 0,1 N	15,09	14,26	0,49	0,37	29,33
	KOH 0,1 N	13,83	13,15	0,43	0,34	30,54
	Pf, 0,1 N	27,86	26,86	0,88	0,70	30,68
	Pf: NaOH 0,1 N	33,85	32,74	0,95	0,84	34,30
T.1	NaOH 0,1 N	3,09	1,34	1,19	0,11	1,13
	KOH 0,1 N	2,33	0,94	0,90	0,10	1,04
	Pf, 0,1 N	7,18	8,68	1,07	0,29	5,31
	Pf: NaOH 0,1 N	10,91	7,68	2,31	0,43	3,32

Valores expresados en % de carbono respecto a peso de muestra seca.

**Las turbas son materiales sometidos a un largo proceso de humificación por lo que poseen normalmente un elevado contenido en humus estables, mientras que los intensos lavados a los que por lo general han sido sometidas durante este largo período hacen que sus contenidos en ácidos fúlvicos sean bajos.**

ción materia orgánica total/C orgánico para cada material, que informa de su grado de humificación y puede considerarse como un índice de policondensaciones de las moléculas húmicas, tampoco parece determinante de la extracción de carbono.

El efecto de los diferentes agentes extractantes más frecuentemente utilizados sobre la relación AH/AF de las extracciones sobre LIG y T.1 (cuadro 3), puede constituir información sobre posibles acciones degradativas en las moléculas húmicas durante la extracción y/o posible selectividad extractiva del pirofosfato por determinadas fracciones húmicas.

Los agentes extractantes ensayados han sido: NaOH 0,1 N, KOH 0,1 N, pirofosfato sódico 0,1 N (Pf. 0,1 N) y la mezcla pirofosfato sódico: NaOH 0,1 N (Pf: NaOH 0,1 N). Los resultados (cuadro 3) evidencian que el agente extractante más poderoso es el Pf: NaOH 0,1 N, esta eficacia extractora ha sido señalada por numerosos autores.

El Pf. 0,1 N hace aumentar notablemente la relación AH/AF en T.1 con respecto a NaOH y KOH debido al importante incremento de AH extraídos con este agente. Este aumento de la relación AH/AF prácticamente no se observa en LIG, pues la eficacia extractiva se incrementa tanto para AH como para AF. En cambio, puede apreciarse un claro descenso de la relación en T.1 cuando se utiliza como extractante la mezcla Pf:NaOH

0,1 N; este descenso, reflejo de la producción de AF en mayor proporción que AH, podría ser indicio de efectos degradativos del agente extractante sobre las estructuras húmicas más complejas.

En los extractos de LIG resalta la muy elevada relación AH/AF para todos los extractantes, lo que refleja la pequeña cantidad de carbono fúlvico de este material. Esta observación también la apunta **Moliner (1980)** al estudiar los lignitos de **Puentes de García Rodríguez y Utrillas**. Debido a esta pequeña cantidad de AF, la influencia de los distintos extractantes sobre la relación AH/AF carece de especial significado en este caso.

En la obtención industrial de sustancias húmicas se suelen utilizar mayores concentraciones de agente extractante. El efecto de la concentración del KOH ha sido estudiado en LIG y T.1 (cuadro 4), llamando la atención el salto en el poder extractivo que se observa al pasar de 0,1 a 0,25 N para ambos materiales.

Un efecto muy marcado y de bastante clara interpretación se observa sobre la relación AH/AF al variar la concentración de la disolución extractante de KOH. En ambos materiales se produce la disminución neta del valor de AH/AF de sus extractos al aumentar la concentración de KOH, aunque las causas de la disminución han de ser consideradas para cada caso.

En primer lugar, se observa un aumento de la fracción fúlvica extraída al aumentar la concentración de KOH, lo que contribuye de forma decisiva a la disminución de los valores de AH/AF; por otro lado la disminución de la cantidad de AH extraído de LIG al pasar de 0,25 a 0,5 N y sobre todo de 0,5 a 1 N, así como el mismo efecto observado en T.1 al pasar de 0,25 a 0,5 N, es otro factor que contribuye en estos casos a la disminución de los valores de AH/AF.

Estas observaciones hacen pensar en la posibilidad de que precisamente en el rango de concentración de KOH que va de 0,25 a 0,5 N, se de el fraccionamiento parcial de alguna parte de los AH, obteniéndose moléculas más pequeñas que se extraen en la fracción fúlvica.

Se ha estudiado el efecto de los agentes extractantes KOH 0,1 N y

Pf. 0,1 N sobre la extracción de elementos metálicos de LIG y T.1; los datos obtenidos se encuentran recogidos en el cuadro 5. Se observa que el pirofosfato extrae mayor cantidad de metal que el KOH, aunque este incremento es de muy diferente cuantía para cada material y, dentro de éste, para cada elemento metálico; en el caso del Fe, que es el microelemento que se encuentra en mayor cantidad en los materiales, la proporción extraída con Pf. 0,1 N frente a KOH 0,1 N se triplica para T.1, y es cinco veces mayor en el caso de LIG.

Destaca el importante porcentaje (50%) de Fe que es capaz de extraer el Pf. del lignito, valor que para T.1 ronda el 3%; incluso el KOH llega a extraer mayor cantidad en LIG que el pirofosfato en la turba. Esto indica que las formas químicas que adopta el Fe han de ser muy diferentes en ambos materiales. Este fenómeno también se observa para los demás elementos metálicos, siendo particularmente importante para el Mn.

No cabe duda que la riqueza en Fe de los extractos obtenidos, que se encuentra soluble y acompañando a las sustancias húmicas, es importante si se considera su aplicación agrícola en casos de clorosis férrica.

En ambos materiales, y tanto para los extractos de pirofosfato como para los de KOH, se advierte una clara tendencia en el Fe a aparecer junto a la fracción fúlvica (cuadro 6). Para establecer una comparación del Fe encontrado en ambas fracciones se ha considerado útil estudiar la relación Fe/C que se extrae en cada fracción, pues se ha observado que al relacionar mg de Fe y g de C extraídos se obtiene un valor altamente significativo. Dicha relación tiene un valor mucho más elevado para las fracciones fúlvicas.

### Conclusiones

De lo anteriormente expuesto se desprende que las sustancias húmicas poseen propiedades edafoagrobiológicas muy distintas según su procedencia y/o método de extracción.

Es importante tener presente que la fracción extraíble de los materiales humificados comprende un abanico que va desde los ácidos fúlvicos a los ácidos húmicos en solución de

**Cuadro 4:**  
**Extracción con KOH a distintas concentraciones**

Material	Extractante	C. Total	C. A. Húmicos	C. A Fúlvicos	A.Húmicos/A.Fúlvicos
LIG	KOH 0,1 N	12,23	11,84	0,39	30,3
	KOH 0,25 N	36,58	35,67	0,91	39,2
	KOH 0,5 N	36,42	34,64	1,78	19,5
	KOH 1N	28,35	26,84	1,51	17,8
T.1	KOH 0,1 N	3,58	2,68	0,90	3,0
	KOH 0,25 N	5,69	4,22	1,47	2,9
	KOH 0,5 N	6,25	4,12	2,13	1,9
	KOH 1N	6,53	4,15	2,38	1,7

Valores expresados en % de carbono respecto a peso de muestra seca.

continuidad (figura 1). De este modo, cuando la materia prima sea un material joven y poco humificado se obtendrán preferentemente fracciones fúlvicas con predominio de estructuras alifáticas que, si bien son altamente hidrofílicas y muy activas en cuanto a su interacción con los micronutrientes y su movilidad, tienen un tiempo de residencia en el suelo muy corto, debido a su rápida biodegradación por microorganismos; por el contrario, en las fracciones situadas al otro extremo, procedentes de materiales muy carbonizados, predominan ácidos húmicos con estructuras aromáticas muy policondensadas y de elevados pesos moleculares, con virtual ausencia de proteínas y mucopolisacáridos que son responsables de la fertilidad del suelo y su mejora estructural.

Las sustancias húmicas procedentes de turbas están más o menos centradas en el anteriormente citado abanico, según su edad y la agresividad del método extractivo. Presentan una relación AH/AF que puede oscilar entre 5-6 y un valor cercano a la unidad, como en la turba de Gandía (T.1), relativamente joven. Las turbas poco meteorizadas o procedentes de las partes profundas de los yacimientos son más ricas en fracciones fúlvicas, teniendo una relación AH/AF menor.

En las sustancias húmicas procedentes de lignitos predominan las fracciones húmicas de mayor o me-

**Las sustancias húmicas poseen propiedades edafoagrobiológicas distintas según procedencia y/o método de extracción. La fracción extraíble de los materiales humificados comprende un abanico que va desde los ácidos fúlvicos a los ácidos húmicos. Así, cuando la materia prima sea poco humificada (joven) se obtendrán más fracciones fúlvicas, por el contrario, en fracciones de materiales muy carbonizados, predominan ácidos húmicos.**

**Cuadro 5:**

**Contenido de metales en extractos de distintos materiales influencia del agente extractante**

Material	Extractante	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
LIG	KOH 0,1 N	1.600	12	2	11
	Pf. 0,1 N	8.900	26	5	16
T.1	KOH 0,1 N	260	10	1	4
	Pf. 0,1 N	720	11	4	39

Valores referidos a muestra seca.

**Cuadro 6:**

**Relación Fe/C en las diferentes fracciones húmicas**

Material	Extractante	Carbono (%)		Fe (ppm)		Fe/C (mg/g)	
		AH	AF	AH	AF	AH	AF
LIG	KOH 0,1 N	13,15	0,43	470	1.130	3,5	263
	Pf. 0,1 N	26,85	0,83	7.500	1.400	28	159
T.1	KOH 0,1 N	1,64	0,71	10	250	0,5	35
	Pf. 0,1 N	7,80	0,87	130	590	1,5	68

AH= Fracción Húmica. AF= Fracción Fúlvica.

nor nivel de policondensación según sea el estado de degradación del material, pero normalmente demasiado inertes. Una materia prima bastante degradada y oxidada junto a un método extractivo agresivo, con pretratamiento ácido y utilización de KOH a alta concentración, pueden dar lugar a una disminución de los valores de la relación AH/AF de los extractos, dando lugar a productos agrónomicamente más interesantes.

Los microelementos están ligados a la materia orgánica de distintas formas químicas en los diversos materiales, presentando los complejos y quelatos formados labilidades muy dispares a la hora de transferir el elemento metálico a la planta. Fortun et al. (1986) evidencian cómo los AH y, especialmente, los AF disponen de gran facilidad para complejar los iones metálicos en gran proporción, observando que la fracción fúlvica tiene mayor poder complejante por el Mg, es la que más fácilmente se desprende de su ión Zn y, aunque también cede su ión Fe, lo hace con menor intensidad que la fracción húmica.

**FABRICA DE**

**MALLAS AGRICOLAS**

**INDUSTRIAS  
ELS MOLINS**

• **SOMBREOS:** Para plantas ornamentales, esparragueras y flores. Solucionamos el problema del pedrisco y cortavientos.

• **MANTONES:** Para la recogida de las aceitunas y amendras. Consultenos sus problemas.  
¡LE ATENDEREMOS!

• **AGRICULTOR,** asegura tus cosechas y consigue el máximo rendimiento empleando mallas agrícolas "EL MOLINS". Comprueba los resultados extraordinarios en plantaciones de: aguacates, kiwis, naranjas tempranas, uva de mesa, fresón, melón, tomate, pimientos y berenjena.

Partida El Romeral, s/n. - 46860 ALBAIDA (Valencia)  
Telf. (96) 239 01 19 / 239 00 84 - Fax (96) 239 01 19

En tratamientos de deficiencias de determinados microelementos puede ser interesante el contar con sustancias húmicas en las que existan cantidades importantes de dichos microelementos formando complejos con alguna fracción húmica de alta movilidad y/o con la fracción fúlvica.

Por todo lo anterior, al elaborar sustancias húmicas para su utilización agrícola, se ha de tener presente que deben contener AH y AF en estado altamente disperso que se encuentren en el centro del abanico de la fracción soluble, lo que favorecerá notablemente las cualidades del material. También es importante que se de la información necesaria sobre las características y composición del producto comercializado para que pueda ser utilizado de forma eficaz.

Para aplicaciones foliares se deben utilizar productos en los que predomine la fracción fúlvica y que contengan ácidos húmicos de bajo peso molecular; mientras que para aplicaciones mediante el agua de riego se elegirán productos con un valor medio de la relación AH/AF que puedan contribuir a la mejora estructural del suelo, evitándose los materiales que, por proceder de materias primas muy carbonizadas con formas fosilizadas del humus, contienen AH de peso molecular muy elevado y estructuras altamente condensadas que sufrirán una rápida inmovilización en el suelo y tendrán escasa influencia en la mejora de su fertilidad.

C

**Figura 1:**  
**Fraccionamiento y propiedades de las sustancias húmicas**



- Aumenta el grado de polimerización
- Aumenta el peso molecular
- Aumenta el contenido de carbono
- Decrece el contenido de oxígeno
- Decrece en grupos ácidos
- Decrece la C.E.C.
- Decrece la biodegradabilidad

**Bibliografía**

- D.J. Linehan; H. Shepherd. (1979). «A comparative study of the effect of natural and synthetic ligands on iron uptake by plants». *Plant and Soil*, 52, 281-289.
- R. Moliner. (1980). Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- K. Kumada. (1983). «Carbonaceous materials as a possible source of soil humus». *Soil Sci. Plant Nutr.*, 29, 383-386.
- D. Vaughan; B.G. Ord. (1985). *Soil organic mater. A perspective on its nature, extraction, turnover and role in soil fertility*. En: *Soil Organic Matter and Biological Activity*. D. Vaughan and R.E. Malcolm Edit.
- C. Fortun; C. Ortega; A. Fortun. (1986). «Selectividad de las sustancias húmicas por los elementos Na, K, Ca, Mg, Zn y Fe. *Agrochimica*, 30, 93-103.

- F.I. Stevenson. (1986). «Cycles of soil, carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. Ed. Wiley Interscience. N.Y. USA.
- R.L. Malcolm; P. McCarthy. (1986). «Limitations in the use of commercial humic acids in water and soil research». *Environ. Sci. Technol*, 9, 904-911.
- C. Ortega; M.E. García. (1987). «Efecto de diversos materiales orgánicos sobre el crecimiento del rye-grass». VII Congrso Nacional de Química, Sevilla.
- A. Fortun; C. Fortun; C. Ortega. (1987). «Valoración de la influencia de distintos materiales orgánicos sobre las propiedades físicas de un suelo». VII Congreso Nacional de Química, Sevilla, 1, 181-187.