

Enmiendas orgánicas líquidas

Ácidos Húmicos son realmente efectivos en los suelos ?

Carlos Sierra B.
Ing Agr. M. Sc.

1. Introducción. La carencia de materia orgánica o carbono de los suelos agrícolas de la zona central y norte de Chile es un problema ampliamente reconocido por investigadores, asesores agrícolas y agricultores. Esto afecta principalmente la condición física y biológica de los suelos, lo que afecta a su vez el desarrollo radicular de las plantas y además disminuye la retención de humedad aprovechable por los suelos, todo esto altera la absorción de nutrientes y en definitiva el crecimiento y productividad de las plantas. Las distintas formas de materia orgánica se pueden clasificar o dividir en materias orgánicas no húmicas y materias orgánicas húmicas. Las sustancias no húmicas corresponden a los principales constituyentes de plantas, animales y microorganismos. Esto incluye proteínas, carbohidratos, ligninas, grasas, ceras, resinas, pigmentos, taninos y variados compuestos de bajo peso molecular. Estos últimos, constituyen la principal fuente de energía para los microorganismos. Las fracciones no utilizadas por los microorganismos mas las fracciones utilizadas y recicladas permanecen en el suelo y sirven como fuente para la formación del humus. Estos materiales no permanecen indefinidamente en el suelo sino se van polimerizando y reaccionado con otros compuestos orgánicos e inorgánicos como las arcillas para formar compuestos de alto peso molecular, cuya descomposición en el suelo es extremadamente lenta.

Las sustancias húmicas del suelo, son normalmente descritas como de reacción ácida, son amorfas y están principalmente formadas por polímeros fenólicos aromáticos, cuya acidez está originada por grupos carboxilos, sin presencia de carbohidratos y escaso contenido de nitrógeno, estructuras quinónicas son posibles de encontrar. Las sustancias húmicas constituyen sobre el 50% de la materia orgánica del suelo y se pueden distinguir distintas fracciones carbonadas como: las huminas, los ácidos húmicos, los ácidos fúlvicos, los ácidos carboxílicos y otros múltiples compuestos orgánicos de muy bajo peso molecular.

Las huminas son compuestos orgánicos muy altamente polycondensados, de forma globular (presentan una cantidad muy alta de átomos de carbono en su estructura, que pueden alcanzar un alto peso molecular de mas de 400) de muy baja reactividad, que se presentan reaccionando con las arcillas del suelo, muy poco accesible al ataque por la biomasa microbiana. Los ácidos húmicos son menos polycondensados que las huminas y también reaccionan con las arcillas, ayudando a formar agregados estables mejorando así la estructura del suelo. Los ácidos fúlvicos son menos polycondensados aún, es decir presentan menos átomos de carbono en su estructura y son muy susceptibles de ser atacados por la biomasa microbiana del suelo, los de menor peso molecular pueden ser absorbidos directamente por las raíces de las plantas e incluso pueden ser absorbidos a nivel foliar. Finalmente es posible encontrar en los suelos, ácidos carboxílicos y otras múltiples moléculas orgánicas de muy bajo peso molecular. La cantidad y variedad de compuestos carbonados presentes en un suelo fértil es muy amplia, entre estos se pueden señalar: aminoazúcares, como glucosaminas, galactosaminas, hexosaminas, ácidos aminados, péptidos complejados con quinonas o compuestos fenólicos. Purinas y pyrimidinas,

posiblemente de origen microbiano, presentes en su ADN. También, es posible encontrar amidas como asparagina, glutamina, e incluso moléculas precursoras de ácido giberélico, ácido indol acético y citoquininas son susceptibles de encontrar en un suelo fértil, es decir rico en materia orgánica activa.

Los extractos húmicos elaborados a partir de materia orgánica como guanos, y cualquier forma de restos o residuos orgánicos, corresponden a materia orgánica que puede contener ácidos fúlvicos y ácidos húmicos además de compuestos carbonados de bajo peso molecular, fácilmente atacables por la microflora bacteriana del suelo. La acción de los extractos húmicos y ácidos húmicos es múltiple, pues los ácidos húmicos actúan sobre la condición física del suelo, mejorando la porosidad y los ácidos fúlvicos actúan sobre la actividad biológica, incrementando la microflora bacteriana, esto permite estimular el crecimiento radicular de las plantas mejorando la nutrición de las mismas.

2.- Características de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos

Los ácidos húmicos contienen principalmente ácidos húmicos y fúlvicos, estos son compuestos orgánicos ricos en carbono que presentan distintas cualidades, las que son señaladas a continuación:

2.1.- Ácidos Húmicos

- a) Son solubles en medio básico y precipitan en medio ácido
- b) Son de color de negro intenso a pardo
- c) Tienen muy alto Peso Molecular debido a una polimerización elevada
- d) Contienen entre un 55-60% de carbono
- e) Presentan una Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) elevada
- f) Forman estructuras estables en el suelo en unión fuerte con las arcillas
- g) Juegan un papel importante en la actividad física y química del suelo
- h) Tienen un gran poder quelatante sobre macro y microelementos, pesticidas, fungicidas y herbicidas
- i) Su acción es continuada y persistente
- j) Sus principales funciones se realizan en el suelo
- k) Retienen hasta 15 veces su peso en agua

2.2.- Ácidos Fúlvicos

- a) Son solubles en medio básico y no precipitan en medio ácido
- b) Son de color amarillo claro a intenso

- c) Su Peso Molecular es bajo debido a una polimerización y/o oxidación incompleta
- d) Contienen entre el 40-55% de carbono
- e) Presentan una Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) baja
- f) No tienen acción coloidal, no floculan y no combinan con arcillas y se lixivian
- g) Tienen importante acción biológica tanto en el suelo como en aplicación foliar
- h) Su poder quelatante es inferior y pueden causar problemas en su aplicación con algunos fitosanitarios
- i) Son de acción rápida pero fugaz
- j) Pueden ser metabolizados en aplicación foliar
- k) Forman complejos con los microelementos del suelo

3. Antecedentes Generales sobre la elaboración y evaluación de extractos húmicos.

Además, estos autores al evaluar con ballicas y en condiciones de macetas, las sustancias húmicas obtenidas, vía acción microbiológica (VM) y vía química (VQ), encontraron que ambos sustratos húmicos permitieron mejorar la absorción de nutrientes minerales, especialmente de fósforo, incrementando la biomasa aérea y radicular de la ballica. La explicación para este efecto positivo de las sustancias húmicas sobre la nutrición de las plantas estaría dado porque estas permiten complejar los nutrientes minerales de la solución, favoreciendo su disponibilidad para las raíces de las plantas. Vaccarino y col (2002), estudiando el efecto de la adición de NaOH a una mezcla de orujo de uva, vinaza y paja de trigo estableció que al aplicar tratamientos de entre 7 y 15 % en peso de la base alcalina, se incrementó la digestibilidad de los componentes sólidos, logrando hasta un 45 % de digestibilidad in vitro y menos de un 20% de fibra cruda. Según Faure y Deschamps (1990), el compostado del orujo produce sobre el 13,5% y mas del 25% de la hidrólisis de la celulosa y hemicelulosa respectivamente, mientras que la lignina no es atacada.

Por otra parte, en Colombia, Morales y García (1995), a partir de residuos de la industria azucarera, cachaza de la caña de azúcar, obtuvo ácidos húmicos, de mejor calidad que los obtenidos de materia orgánica fosilizada o leonardita.

Su evaluación agronómica en tomate, permite señalar que incrementó la absorción de macro y micronutrientes, estimulando una mayor producción de materia seca de las plantas. En ambos casos, estos extractos húmicos son obtenidos a partir de una hidrólisis alcalina con KOH y posterior acidificación controlada. Paralelo a su evaluación agronómica estos compuestos deben ser caracterizados bioquímicamente, para establecer su estructura y propiedades físicas. En la literatura, existen claras evidencias experimentales que ponen de manifiesto que los humatos solubles, ciertas vitaminas, algunos ácidos del ciclo de Krebs y los polifenoles, todos ellos componentes del humus del suelo, presentan la capacidad de estimular el crecimiento de las plantas. La aplicación de estos extractos húmicos de origen vegetal y/o animal puede promover la formación de algunas de estas sustancias, dado que la literatura generalmente reporta beneficios sobre el desarrollo y productividad de las plantas.

4.- Enmienda Orgánica líquida. Los ácidos húmicos son recomendables para ser usados en riego por goteo. Se caracterizan porque contienen carbono más soluble. Esto favorece una mejor distribución en todo el perfil del suelo y además promueve una rápida agregación física del suelo (floculación) y además mejoran la actividad de la biomasa microbiana, presentan normalmente un alto pH, superior a 11. Algunos de estos compuestos presentan altos contenidos de potasio, debido al uso de KOH en su elaboración. Por otra parte, no promueven la discontinuidad de las condiciones físicas del suelo, como en el caso de la aplicación de materia orgánica sólida, esto permite mejorar gran parte del volumen del suelo. En el Cuadro 1 se presentan algunas fuentes de materia orgánica líquida. Los ácidos carboxílicos son compuestos orgánicos de muy bajo peso molecular que pueden ser absorbidos directamente por las raíces de las plantas o incluso vía foliar, actúan directamente en las reacciones bioquímicas de nutrición de las plantas, ejemplo de estos ácidos son cítrico, málico, succínico. Los ácidos húmicos corresponden a compuestos orgánicos de mayor peso molecular incluyendo 30 átomos de carbono o más, actúan sobre el suelo, mejorando las condiciones físicas y biológicas del suelo y también directamente vía acción foliar, especialmente aquellos ricos en ácidos fúlvicos. El té de compost es mucho más diluido y también contiene carbono soluble en baja concentración.

Cuadro 1.- Fuentes de Materia Orgánica líquida

Tipo	Concentración de Ácidos húmicos y Fúlvicos	Observaciones
Ácidos carboxílicos	Inexistente	Alta reactividad, actúan directamente sobre la nutrición de la planta
Ácidos Húmicos	Alta	Existen fabricados a partir de carbono fósil (leonardita) y de residuos vegetales. En general son de mayor costo.
Extracto húmico	Media a Baja	Bajo costo. Se pueden preparar localmente
Té de compost	Muy baja	De acción muy lenta y bajo costo. Poco recomendable

5. Antecedentes Generales sobre la metodología de extracción de sustancias húmicas.

El estudio de las propiedades químicas de las sustancias húmicas se suele realizar después de su fraccionamiento, basados en su distinta solubilidad en ácidos y álcalis. Las técnicas de extracción no han permitido aislar una sustancia húmica pura. De forma empírica, se han establecido tres fracciones: Ácidos Húmicos, Ácidos Fúlvicos y Huminas. Se trata de mezclas de compuestos químicos policondensados que se diferencian por sus propiedades y por su comportamiento frente a diversos reactivos.

En la naturaleza no parece existir una separación neta entre estos componentes, ya que para una misma muestra su proporción varía según el extractante empleado y su concentración. Estos métodos han sido desarrollados para extraer sustancias húmicas desde muestras de suelo, y permite obtener ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, que son caracterizados por Porta (1996), de la siguiente manera:

□ Ácidos fúlvicos:

- son extraíbles con reactivos alcalinos.
- No son precipitables por los ácidos después de su extracción.
- Su composición química no es específica y depende del método de extracción.

□ Ácidos Húmicos:

- Son extraíbles con reactivos alcalinos.
- Precipitables por los ácidos en forma de flóculos de color pardo.
- Su color va de pardo a negro.
- Están formados por macromoléculas complejas de unidades aromáticas unidas a aminoácidos, péptidos, aminoazúcares, ácidos alifáticos y otros constituyentes orgánicos. Contienen más carbono y menos hidrógeno y oxígeno que los ácidos fúlvicos, es decir, tienen un carácter más aromático y menos oxidado. Contienen menos grupos carboxílicos que los ácidos fúlvicos.
- Según este mismo autor, se distinguen:
 - Ácidos húmicos pardos: poco polimerizados y fácilmente biodegradables, solubles en una solución acuosa de NaCl.
 - Ácidos húmicos grises: muy oscuros, muy polimerizados y muy estables, de mayor tamaño molecular, insolubles en una solución acuosa de NaCl.
 - Ácidos hematmelánicos: solubles en etanol.

□ Huminas:

- Conjunto de compuestos humificados no extraíbles, difíciles de aislar. Existen muchas formas de humina (Duchaufour, 1984, citado por Porta, 1996):
 - Humina microbiana: formada por cuerpos microbianos y por compuestos alifáticos que derivan en ellos.
 - Humina heredada: próxima a la materia orgánica fresca (constituyentes de las membranas)
 - Humina neoformada: resulta de procesos de inmovilización por los cationes, no es extraíble con reactivos alcalinos.
 - Humina estabilizada: resulta de la evolución lenta de los ácidos húmicos que provoca la polimerización de los núcleos aromáticos y un descenso de su solubilidad en los reactivos de extracción

La extracción y purificación de sustancias húmicas del suelo, del agua y de la materia orgánica es un proceso químico para el cual, existen diferentes métodos. Algunas de las dificultades que se presentan al abordar el fraccionamiento de sustancias húmicas se deben a las diferencias marcadas en las metodologías usadas para la extracción. Esto llevó a la Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas a presentar un método de extracción de ácidos húmicos y fúlvicos, el que fue ajustado, mejorado y recomendado por Schnitzer y Preston (1986).

6.- Tipos de ácidos húmicos y extractos húmicos. Entre los productos equivalentes a los ácidos húmicos se pueden señalar el té de compost, los extractos húmicos y los ácidos húmicos comerciales. Los equivalentes industriales de los extractos húmicos corresponden a los ácidos húmicos fabricados especialmente en España, México y últimamente en China. Muchos de estos productos se obtienen a partir de leonardita, que corresponde a un carbón fósil (carbón de piedra) el cual se muele finamente y se ataca con hidróxido de potasio. En países como Brasil y Colombia se fabrica a partir del bagazo de la caña de azúcar. En la actualidad existen en el mercado una gran variedad de ácidos húmicos, obtenidos de leonardita, residuos vegetales y/o animales.

Para poder comparar el valor real de cada producto debe estimarse el valor según el % de extractos húmicos presentes en el producto. Por lo tanto, el precio debe ajustarse según el contenido real de ácidos fúlvicos y húmicos.

Finalmente, cabe destacar que el mayor efecto de estas enmiendas orgánicas líquidas se producirá en aquellos suelos mas pobres en materia orgánica, con niveles inferiores al 2%. Por ejemplo, suelos graníticos erosionados de la precordillera de la costa de Valparaíso al sur y gran parte de los suelos del Norte Chico.

En la actualidad algunos ácidos húmicos incluyen microorganismos benéficos, lo que potencia su actividad y mejora significativamente los sistemas radiculares de las plantas.