

## IMPORTANCIA DE LOS ÁCIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS



Figura 1. Humus del suelo.

La materia orgánica del suelo que pasa por procesos avanzados de estabilización se conoce como "humus". Durante este proceso se generan varios subproductos que seguirán mineralizándose (degradación) por la acción del agua, oxígeno y microorganismos del suelo hasta liberar sus componentes minerales. Los subproductos de la estabilización de la materia orgánica son ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, los cuales en conjunto son denominados "sustancias húmicas (SH)". Las sustancias húmicas presentan innumerables sitios con propiedades ácido-base en su estructura, las cuales se generan en función del tiempo de mineralización de los compuestos orgánicos del suelo, el aprovechamiento de nutrientes por las plantas, la interacción con iones contaminantes (metales pesados) y la capacidad buffer de estas sustancias.

Los ácidos húmicos son solubles en aguas con pH alcalino y se degradan lentamente. Estas sustancias presentan colores pardo-oscuros, interaccionan con las arcillas y se componen de 50-62% de carbono orgánico. Por su parte, los ácidos fúlvicos son solubles en ambientes ácidos y alcalinos, presentan colores pardo-amarillentos y menos carbono orgánico que los ácidos húmicos (43-52%). Asimismo, las huminas son sustancias húmicas oscuras, insolubles y resistentes a la biodegradación; por lo que en ocasiones presentan restos vegetales no humificados. Las huminas son ácidos húmicos que perdieron la capacidad de disolverse en soluciones alcalinas como resultado de la alteración de sus propiedades químico-coloidales provocadas por la desecación e interacción de éstos con la parte mineral del suelo.

Los ácidos húmicos y fúlvicos constituyen una reserva de energía bioquímica disponible cuando el suelo se encuentra en condiciones de estrés, mientras que las huminas son una reserva de materia y energía que impiden la degradación del suelo, permitiendo su recuperación a través de diferentes prácticas agrícolas. La degradación (oxidación) de las sustancias húmicas genera grandes cantidades de dióxido de carbono, ácido acético, ácido oxálico, etc., derivado de los grupos carboxílicos y fenólicos que las componen, y que les confiere su carácter ácido. Los ácidos fúlvicos son las sustancias húmicas de mayor acidez comparado con los ácidos húmicos y huminas. En su estado natural, los ácidos húmicos y fúlvicos están adheridos a las arcillas y su composición elemental promedio se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Composición elemental promedio de los ácidos húmicos y fúlvicos.**

Sustancia húmica	Carbono (%)	Hidrógeno (%)	Oxígeno (%)	Nitrógeno (%)
Ácido húmico	52-62	3.0-5.5	30-33	3.5-5.0
Ácido fúlvico	44-49	3.5-5.0	44-49	2.0-4.0

La composición química del humus dependerá del tipo de materiales orgánicos degradados (concentración nutrimental), condiciones del medio (aireación, humedad, pH, temperatura, etc.), y actividad de los organismos presentes en el suelo. Las sustancias húmicas o humus favorecen condiciones físicas, químicas y biológicas que incrementan la productividad del suelo y, por consecuencia, el rendimiento de los cultivos (Ver Cuadro 2). El uso de las sustancias húmicas tiene el objetivo de mejorar las condiciones de fertilidad del suelo, favoreciendo procesos que incrementan la disponibilidad de nutrimentos para las plantas.

**Cuadro 2. Efecto de las sustancias húmicas en las propiedades del suelo.**

Propiedades físicas	Propiedades químicas	Propiedades biológicas
Mejoran la estructura, formando agregados estables.	Incrementan la CIC* y disponibilidad de fósforo, formando complejos arcilla-SH.	Son fuente de carbohidratos para los microorganismos.
Incrementan la retención de humedad.	Incrementan la capacidad buffer o "tampón".	
Incrementan la temperatura por su color oscuro.	Favorecen la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn) por su acción quelante.	
Evitan la erosión por escurrimiento superficial, favoreciendo la infiltración del agua (mayor porosidad y permeabilidad).	Solubilizan nutrimentos minerales por acción del gas carbónico que liberan durante su degradación, aportando nutrimentos y carbono.	Favorecen los ciclos naturales de la microflora y microfauna.

\* CIC: Capacidad de intercambio catiónico.

Las sustancias húmicas también presentan algunos efectos benéficos en las plantas, como un mayor desarrollo de raíces y tallos, y mayor absorción de nutrimentos (N, P, Fe, Cu, Zn). Para garantizar la efectividad biológica del humus es recomendable aplicarlo solo, es decir, sin mezclarlo con los fertilizantes sintéticos.

El humus del suelo puede enriquecerse con nitrógeno y fósforo adicionando leguminosas y roca fosfórica a los residuos orgánicos en descomposición. La concentración máxima de ácidos húmicos y fúlvicos en el humus es de 15 y 60%, respectivamente. Por otro lado, Ramos (2000) presenta en el Cuadro 3 los valores medios o rangos de la composición química de las sustancias húmicas.

**Cuadro 3. Intervalos usuales para la composición química de las sustancias húmicas.**

Elemento	Ácidos húmicos	Ácidos fúlvicos
Carbono (%)	53.8 – 58.7	40.7 – 50.6
Oxígeno (%)	32.8 – 38.3	39.7 – 49.8
Hidrógeno (%)	3.2 – 6.2	3.8 – 7.0
Nitrógeno (%)	0.8 – 4.3	0.9 – 3.3
Azufre (%)	0.1 – 1.5	0.1 – 3.6

La mayor parte del humus líquido comercial se obtiene de la leonardita, una forma oxidada del carbón de origen lignítico formada por sales de ácidos húmicos y cuya formación requiere de miles de años de descomposición. Sin embargo, existen legislaciones que determinan que cualquier producto para ser considerado como “ácido húmico” deben provenir de leonardita o turba negra con un porcentaje de sustancias húmicas totales de al menos 15% y con un mínimo de 7% de ácidos húmicos; los cuales deben presentar un pH alcalino y en presentaciones que no contengan micronutrimentos, ya que estos pueden reaccionar y precipitar los ácidos húmicos.

## Referencias

1. Masciandaro G. y B. Ceccanti. 1999. Assessing soil quality in different agro-ecosystems through biochemical and chemico-structural properties of humic substances. *Soil Till. Res.* 1417: 1-9.
2. Masini, J. 1994. The use of linear potentiometric titration curves in the determination of alkalinity and acid-base properties of diluted solutions of humic substances. *Talanta* 41(8):1383-1389.
3. Ramos, R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante, España.