



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1994. Vol 11(1): 29-35.

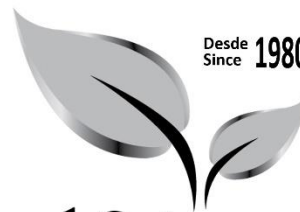
DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.11-1.4>

URL: [www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)

EMAIL: [revista.ambientales@una.cr](mailto:revista.ambientales@una.cr)

Arturo E. Rodríguez C.

# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## Influencia de la composición química de la lluvia y su acidez en la agricultura habanera

Influence of the chemical composition of rain and its acidity in Havana agriculture

*Arturo E. Rodríguez C.,*



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

## INFLUENCIA DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA LLUVIA Y SU ACIDEZ EN LA AGRICULTURA HABANERA

(Recepción del artículo-18 Abril 1993)

Arturo E. Rodríguez C.<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The chemistry composition in the rain of monitoring and the acid, to belong of the system vigilant the Global Atmosphere. The present study offer some result obtened in Habana during the last year and influence analized in farming principally through effect in soil.

### RESUMEN

El monitoreo de la composición química de la lluvia y el estudio de la acidez de la misma, forman parte del Sistema de Vigilancia de la Atmósfera Global. En el presente trabajo se brindan los resultados obtenidos en las provincias habaneras en los últimos años y se analiza la influencia que estos pueden ejercer en la agricultura principalmente a través de su afectación a los suelos.

### INTRODUCCION

Las agencias especializadas de Naciones Unidas consideran que la Tierra es capaz de alimentar a la población mundial, basados en que desde 1989 a la fecha, en casi todos los países del mundo ha venido aumentando de forma constante, la producción de frutos, hortalizas, leche y carne (Bruce, 1992).

Estos logros van acompañados de un deterioro en múltiples manifestaciones. Entre los aspectos más preocupantes de la degradación ambiental, se encuentra la contaminación de la atmósfera, uno de los medios y recursos esenciales para el mantenimiento de la vida.

Los problemas que muestran la contaminación atmosférica son variados, siendo uno de los más relevantes el de las **lluvias ácidas**. Las lluvias ácidas constituyen una amenaza directa a los ecosistemas **terrestres**, en especial, por el daño que causan **en los suelos**, afectando su fertilidad y restándole capacidad para la producción de **alimentos**. La nocividad de las lluvias ácidas se debe a la capacidad de los iones hidrógeno de desplazar los iones metálicos necesarios para la nutrición y el metabolismo de las plantas, inhibiendo la absorción de muchos elementos por las raíces de las mismas. La lluvia ácida tiene el poder potencial de interrumpir el ciclo mineral sobre el cual descansa la producción agrícola.

---

<sup>1</sup> Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba.

Todo lo anteriormente expuesto sirve para comprender por que, el monitoreo y control de la calidad de la lluvia a través de la determinación de su composición química y el estudio de su acidez, constituyen una necesidad insoslayable en Cuba y, en especial, en la provincia La Habana, por ser la misma una de las fuentes de riqueza agrícola del país. Asimismo, se evidencia el nexo estrecho y la íntima vinculación que debe existir entre los científicos dedicados a los agudos problemas de la química atmosférica y los especialistas de la agricultura para, entre todos, alcanzar el desarrollo sostenible a que aspira la humanidad.

## MATERIALES Y METODOS

Se analizaron muestras mensuales de lluvia recogidas durante 1991 y el primer cuatrimestre de 1992 en las estaciones: La Sabana, Alquizar y Melena del Sur, ubicadas en el centro y sur de la provincia La Habana, en la llanura cársica meridional de Colón (Carasa, 1989), todas con características rurales.

Las muestras fueron colectadas según la metodología establecida por el Depto. de Control de la Contaminación Atmosférica del Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba (DCCA, 1989). Esta metodología tiene en consideración las recomendaciones al efecto publicadas por la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.) (WMO, 1971, 1978) y el Comité Estatal de Hidrometeorología y Control del Medio Ambiente de la U.R.S.S. (1980).

A las muestras se les realizaron las determinaciones químicas de los llamados macrocomponentes de la lluvia recomendados en el Programa Mínimo de la Red BAPMoN de la OMM (WHO, 1971). El mismo establece las siguientes determinaciones aniones: amonio, sodio, potasio, calcio y magnesio; acidez y (pH) y electroconductividad específica (EESP).

Además se miden otros elementos, entre los cuales se destaca el zinc, considerado anteriormente entre los elementos traza, pero que ha ido aumentando su concentración en la lluvia y se incluye actualmente entre los macrocomponentes.

Las técnicas de análisis químico empleadas se hallan descritas en la metodología anteriormente mencionada (DCCA, 1989) y se encuentran resumidas en Rodríguez (1991). Empleando los resultados de los análisis químicos se realizan algunas determinaciones complementarias que contribuyen a una mejor caracterización de la composición química de las precipitaciones. Entre ellas se encuentran el sulfato en exceso y la mineralización.

El sulfato en exceso representa el sulfato de origen no-marino presente en la lluvia. Se calcula a partir de las concentraciones de sulfato y sodio contenidos en la lluvia, considerando que todo el sodio presente es de origen marino, y teniendo en consideración la relación de estos iones en el agua de mar (Rodhe, 1982). La mineralización es la suma de las concentraciones de todos los iones excepto el hidrógeno. Es un parámetro muy útil para reflejar la calidad de la lluvia, ya que da

una idea del grado de contaminación de las mismas. Las lluvias limpias o no-contaminadas tienen un valor de mineralización inferior a 20.0 mg/l, considerándose contaminadas todas aquellas cuyas mineralización supera este valor (Drozdova, 1964; Rodríguez, 1991).

El dióxido de carbono atmosférico al disolverse en las partículas de agua existentes en el interior de la nube, forma ácido carbónico el cual se disocia inmediatamente en sus iones constituyentes, estableciéndose un equilibrio entre la molécula sin disociar y los iones. La existencia de estos iones en el agua de lluvia le confieren a la misma un valor de pH = 5.6, siendo este el valor considerado como normal para una lluvia idealmente pura. Existe consenso en considerar como ácidas todas las lluvias cuyo valor de pH sea inferior a 5.6.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de la composición química de la lluvia en las estaciones bajo estudio, para el año 1991, se muestran en la Tabla 1, donde aparecen reflejados los valores medios anuales para cada estación, así como el valor medio provincial que podemos asumir como representativo de la provincia La Habana. En dicha tabla se encuentran también los valores medios regionales, para toda Cuba, del año 1991; así como los valores medios regionales para toda Cuba, en el período 1980-1991, con fines comparativos.

La lluvia sobre las estaciones de la provincia muestra un carácter ácido, con valor medio de pH de 4.82 para el año 1991, el cual es inferior al valor medio regional para Cuba en dicho año, como se aprecia en la Tabla 1.

Estos valores tan ácidos de la lluvia pueden influir negativamente sobre la agricultura de diferentes maneras en dependencia de la sensibilidad del suelo a la acidez de las precipitaciones; y de la composición química del suelo, la cual está determinada por la naturaleza del suelo y los cambios - en sentido positivo o negativo - que las prácticas agrícolas hayan ocasionado a los mismos.

Se considera que un suelo es sensible a la lluvia ácida cuando sobre el mismo cae un alto nivel de precipitación anual, las precipitaciones tienen un pH inferior a 5.0 y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo es inferior a 6 miliequiv./100 g. de suelo (Moreira-Nordeman et al., 1988). Con los resultados brindados en la Tabla 1 sobre el pH de la lluvia y conociendo los niveles históricos de precipitación en la provincia, se puede afirmar que los suelos en la provincia cumplen dos de los requisitos necesarios para ser sensibles a la lluvia ácida. Queda a los especialistas en suelos la determinación de la CIC del suelo para establecer aquellos lugares que cumplan además el tercer requisito.

Aparte del criterio cuantitativo expuesto anteriormente, se conoce, cualitativamente, que mientras mayor es la acidez de un suelo, más sensible es a las lluvias ácidas. En el centro y sur de la provincia Habana, donde están ubicadas las

Tabla 1. Composición química de la lluvia.

ELEMENTOS	ESTACIONES				REGIONAL	
	La Sabana a	Melena del Sur b	Alquizar c	Prov. Hab. 1991	Cuba 1991	Cuba 1980-90
Sulfato	1.15	3.18	1.10	1.86	3.33	2.61
Cloruro	16.84	1.98	2.76	3.76	5.19	5.16
Nitrato	-	0.22	0.33	0.29	0.59	0.66
Bicarbonato	0.03	4.42	3.83	3.61	8.20	4.06
Amonio	1.72	1.03	1.52	1.36	0.73	0.79
Sodio	8.10	1.50	1.43	2.06	2.71	1.36
Potasio	0.82	1.06	0.18	0.56	0.79	0.27
Calcio	3.38	4.21	1.48	2.65	3.58	1.59
Magnesio	0.73	1.09	0.65	0.82	0.99	0.58
Zinc	0.05	0.08	0.04	0.05	0.18	-
Sulfato en exceso	0	2.81	0.74	1.43	-	-
pH	4.88	4.88	4.77	4.82	5.44	5.48
Mineralizac.	32.39	15.37	12.73	15.48	-	-
EESP	74.25	45.00	23.00	35.39	42.37	24.90

a Estos valores se refieren solamente al mes de Noviembre 1991

b Período Junio-Noviembre 1991

c Período Julio-Octubre 1991

Las concentraciones iónicas y la mineralización se expresan en mg/l.

La EESP se expresa en microS/cm.

estaciones bajo estudio predominan los suelos ferralíticos rojos (Marrero et al., 1989), según la 2da. Clasificación Genética de los Suelos, realizada por el entonces Instituto de Suelos de la A.C.C. (Hernández y Pérez, 1975). Estos suelos se conocían como serie Matanzas en la clasificación de Bennett y Allison (1928) y habían sido denominados como latosólicos, en la 1ra. Clasificación Genética de los Suelos (Hernández y Ascanio, 1973). Los mismos corresponden a los llamados ferrasols en la clasificación internacional de los suelos realizada por la FAO/UNESCO en 1968 (MINAGRI, 1984).

Se considera de modo general, que estos suelos poseen un valor de pH (medido en KCl) entre 5.3 y 6.8; rango que corresponde a suelos de mediana a ligeramente ácidos, según establece el Ministerio de Agricultura de Cuba (MINAGRI, 1984). Más recientemente, la acidez de los suelos en las áreas de la estaciones bajo estudio, fue clasificada como de un grado de acidez débil, con valores de pH entre 5.6 y 6.0 (Tremols, 1989). Todo esto permite suponer que los suelos de la porción central y meridional de la provincia son proclives a ser dañados por las lluvias ácidas.

Se estima que una de las principales afectaciones a los suelos -tanto en las zonas templadas como en las tropicales- producidas por las lluvias ácidas, es la disolución y transporte del aluminio presente en la superficie del suelo, ya que se asume que altas concentraciones de este ión pueden dañar las raíces de los árboles y los cultivos, por su carácter tóxico. Es bien conocido, desde los trabajos clásicos de Bennett y Allison (1928), que estos suelos tienen un contenido relativamente alto de hierro y aluminio, lo cual fue considerado por Sánchez (1976) como una característica general de los suelos tropicales. Este hecho constituye un motivo más para que los especialistas en suelos de la provincia sigan atentamente los niveles de acidez de las precipitaciones en su área de atención.

Otro aspecto característico de los suelos ferralíticos rojos es su bajo contenido de calcio y elevada concentración de potasio (Bennet y Allison, 1928). En este contexto resulta beneficioso para los suelos de las zonas en estudio, especialmente en Melena del Sur, que la lluvia aporte un considerable contenido de este elemento. Así en la Tabla 1 podemos apreciar que la concentración media de calcio, para el año 1991, en la lluvia sobre esta estación fue 1.6 y 1.2 veces superior a los valores medios para la provincia o para toda Cuba, en el mismo período. El valor de la deposición media anual de este elemento, por la lluvia sobre la estación fue de 88.10 kg/ha. Este valor es muy superior al reportado para Alquizar, que fue sólo de 7.35 kg/ha (Rodríguez, 1992). El potasio, por otra parte, se encuentra en la lluvia sobre la estación Melena del Sur en concentraciones 1.9 y 1.3 veces superiores a los niveles de la provincia y de Cuba, respectivamente, para el año 1991. Estas altas concentraciones pueden no ser beneficiosas para el suelo, ya que representan una deposición media anual para la estación de 22.18 kg/ha. En Alquizar este valor asciende tan sólo a 0.89 kg/ha (Rodríguez, 1992).

En la Tabla 2 aparecen los datos cerca de la composición química media de la lluvia en el período de Setiembre de 1991 a Abril de 1992, período sumamente importante para la cosecha de algunos productos y la siembra de otros.

En Alquizar, la lluvia fue ácida, con valores de pH de 4.75; mientras que La Sabana y Melena del Sur recibieron lluvias ligeramente ácidas. La lluvia sobre las estaciones La Sabana y Melena del Sur se caracterizó además, por una elevada concentración de la mayoría de los componentes, superiores a los valores de las medias regionales históricas y para el año 1991. Estas altas concentraciones presentan una dicotomía. Por una parte, resultan beneficiosas para los cultivos, ya que a través de la lluvia se depositan una serie de nutrientes necesarios para el normal desarrollo de las plantas. Por otra parte, un exceso de los mismos puede ser perjudicial para las plantaciones, así como contaminan las aguas subterráneas y los embalses por la escurridura de dichos componentes y otros extraídos por meteorización química.

Tabla 2. Composición química de la lluvia en el período de setiembre 1991 a abril de 1992.

ELEMENTOS	ESTACIONES		
	La Sabana	Melena del Sur	Alquizar
Sulfato	8.69	3.96	1.73
Cloruro	12.45	3.18	3.17
Nitrato	-	0.15	0.30
Bicarbonato	3.07	23.15	2.33
Amonio	2.01	0.89	1.56
Sodio	6.74	3.41	2.04
Potasio	0.76	1.52	0.23
Calcio	3.65	5.57	1.92
Magnesio	1.24	1.37	1.06
Zinc	0.07	0.07	0.06
pH	5.11	5.34	4.75
EESP	67.04	47.50	27.45

Las concentraciones iónicas se expresan en mg/l.

La EESP se expresa en microS/cm.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La composición química de la lluvia sobre el centro y sur de la provincia La Habana presenta características notables, que difieren de la correspondiente a otras regiones del país. La más importante de éstas, es el grado de acidez de la lluvia, lo cual se refleja en los bajos valores de pH de la misma. Otros aspectos dignos de atención son las elevadas concentraciones de algunos elementos, o las bajas concentraciones de otros componentes.

Los datos anteriormente expuestos - y otros que por brevedad no fueron analizados, como es el caso del amonio o el nitrato - pueden ser sumamente útiles en la práctica agrícola ya que permiten adoptar decisiones científicamente fundamentadas, acerca de cuestiones tales como el encalado de los suelos o el empleo de determinados tipos de fertilizantes; lo que redundará no sólo en el mejor tratamiento y conservación de los suelos, sino también en el aspecto económico, por un uso más adecuado de los recursos.

Se considera recomendable que los especialistas de la agricultura se mantengan sistemáticamente informados sobre la composición química de la lluvia y su acidez, para lograr un desarrollo sostenible en este campo de la actividad humana en los umbrales del Siglo XXI.

## REFERENCIAS

- Bennett, H.H.; R.V. Allison. 1928. Los Suelos de Cuba. Tomado de la re-impresión de 1966, La Habana, Ediciones R., 375 pp.
- Bruce, J.P. 1992. La Meteorología y la Hidrología para el Desarrollo Sostenible. OMM No. 769, Geneva, 53 pp.
- Carasa, P. 1989. Mapa Geográfico General. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Editado por el Instituto de Geografía de la A.C.C. y por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana. Impreso por el Instituto Geográfico Nacional de España.
- Comité Estatal de Hidrometeorología y Control del Medio Ambiente de la U.R.S.S. 1980. Instrucción Metodológica para la Determinación de la Composición Química de las Precipitaciones. Hidrometeoizdat, Leningrado, 52 pp. (en ruso).
- DCCA. 1989. Manual para la Operación de la Red de Control de la Contaminación (Parte I). La Habana.
- Drozдова, V.M.; O.P. Petrenchuk; E.S. Selezneva; P.F. Svistov. 1964. Composición Química de las Precipitaciones en el Territorio Europeo de la U.R.S.S. Hidrometeoizdat, Leningrado, 209 pp. (en ruso).
- Hernández, A.; O. Ascanio. 1973. Génesis y Clasificación de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- ; J.M. Pérez. 1975. Segunda Clasificación genética de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Marrero, A.; J.M. Pérez; E. Suárez; E. Vega. 1989. Mapa 1 Sección IX "Suelos". Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Editado por el Instituto de Geografía de la A.C.C. y por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana. Impreso por el Instituto Geográfico Nacional de España.
- MINAGRI. 1984. Manual de Interpretación de los Índices Físico-Químicos y Morfológicos de los Suelos Cubanos. Ministerio de Agricultura. Editorial Científico-Técnica. La Habana, 136 pp.
- Moreira-Nordemann, L.M.; M.C. Forti; V.L. Di Lascio; C. Monteiro; O.M. Danelon. 1988. Acidification in Southeastern Brazil. En Acidification in Tropical Countries. Editado por H. Rodhe y R. Herrera. SCOPE 36, J. Wiley & Sons Ltd., Great Britain, 405 pp.
- Rodhe, H. 1982. Regional and Global Budgets in Atmospheric Trace Constituents. En Tropospheric Chemistry and Air Pollution. WMO-No. 583, Tech. Note No. 176, WMO, Geneva.
- Rodríguez, A. 1991. Composición Química de las Precipitaciones de Sistemas Meteorológicos y Acidez de la Lluvia en Cuba. Tesis para la obtención del grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Geográficas. La Habana.
- , 1992. Valoración de la Composición Química de la Lluvia durante 1991. Boletín de la Vigilancia del Clima Vol. 3, No. 3, 10-12.
- Sánchez, P. A. 1976. Properties and Management of Soil in the Tropics. J. Wiley & Sons, New York.
- Tremols, A.J. 1989. Mapa 10 Acidez Actual. Sección IX "Suelos". Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Editado por el Instituto de Geografía de la A.C.C. y por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana. Impreso por el Instituto Geográfico Nacional de España.
- WMO. 1971. WMO Operations Manual for Sampling and Analysis Techniques for Chemical Constituents in Air and Precipitation. WMO No. 299. WMO, Geneva.
- , 1978. International Operations Handbook for Measurement of Background Atmospheric Pollution. WMO No. 491. WMO, Geneva.