

Temalll

Profesor: Juan Carlos Alfonso Borrego

Relación clima-suelo-planta en el agroecosistema

Normas ambientales

Las **normas ambientales** son disposiciones legales que establecen, por acuerdo entre los distintos sectores de la sociedad, cuáles serán los niveles de sustancias contaminantes que serán considerados aceptables y seguros para la salud del ser humano y del medio ambiente.

Introducción

“Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre”.

Fidel Castro Ruz.

Cumbre de La Tierra

Río de Janeiro, 12 de junio de 1992.

Conferencia de las Naciones Unidas

sobre el Medioambiente y Desarrollo (1992).

El planeta se encuentra en peligro de desaparecer como resultado del desenfrenado desarrollo y del subdesarrollo de la humanidad. Los problemas ambientales trascienden los marcos nacionales y regionales y se presentan, hoy más que nunca, en una dimensión planetaria. Entre ellos destaca el muy debatido tema del cambio climático.

El medioambiente comprende el resultado de las relaciones que se establecen entre la sociedad y la naturaleza, producto de la actividad humana en la creación de bienes materiales, para la satisfacción de sus necesidades; se considera como un sistema abierto de formación histórica, flexible en sus límites y con expresión espacial (Martínez, 1996; citado por [Ecured, 2011](#)). Su actual grado de deterioro tiene origen en las formas de producción y consumo del mundo contemporáneo. Estos han generado desigualdad y pobreza extrema en un mundo donde la minoría —los ricos— extrae las riquezas naturales que pertenecen a la mayoría —los pobres. Las consecuencias de estas acciones de apropiación y concentración de las riquezas son nefastas a escala global, pues cada día se recrudecen los problemas ambientales que afectan a toda la población sin distinción de clases.

Desde hace algunos años (década del 70), esta alarma tocó a las puertas de los Gobiernos, quienes, con mayor conciencia, se han encargado de los temas ambientales y han promulgado políticas orientadas a disminuir los efectos

negativos del desarrollo económico sobre el medioambiente. En la mayoría de los países estas políticas públicas resultan insuficientes, pues, aunque en las agendas de los Gobiernos se incluyen prácticas de subsistencia en función de la sostenibilidad y el desarrollo local, que anticipan el diseño económico y social de un territorio, se les resta mucha importancia a los problemas ambientales, fundamentalmente en naciones que tienen una economía de mercado. Esto lleva a que se tomen decisiones erróneas y no acierten con las verdaderas dinámicas de desarrollo sostenible.

Cuba —archipiélago del mar Caribe y nación en vías de desarrollo—, a diferencia de los países capitalistas, se inserta en las líneas predominantes en la escena internacional y sostiene la relación que existe entre el desarrollo de un territorio y el cuidado del medioambiente.

Desde hace 60 años la nación cubana ha mantenido su soberanía y el cuidado y la protección del medioambiente aparecen reflejados en la Constitución de la República. Los desafíos medioambientales a los que se enfrenta son varios y diversos: la degradación de los suelos, las afectaciones a la cobertura forestal, la contaminación, la crítica disponibilidad y calidad del agua, los efectos del cambio climático, entre otros.

El presente ensayo propone abordar las acciones que se realizan en Cuba para la protección y conservación del medioambiente, a través de políticas públicas de carácter ambiental, debido a su importancia para el desarrollo de los territorios.

Desarrollo

La República de Cuba, dirigida por un Gobierno con voluntad plena de proteger el medio, con una visión de presente y de futuro, concentra toda la atención para lograr un ambiente sostenible y sustentable. Junto a acciones concretas de saneamiento, reciclaje, reforestación, se establecen leyes y regulaciones que cotejan la protección del medioambiente vital y la lucha por preservar los logros y conquistas sociales alcanzadas, así como intentan lograr un trabajo ambiental dinámico y flexible que responda a las situaciones actuales.

Las políticas públicas del Estado cubano respecto a la protección del medioambiente implican la participación de la sociedad en la concepción e implementación de los instrumentos regulatorios. A ello se suman la promoción de diversas acciones de divulgación y la educación ambiental, orientadas a fomentar una conciencia ambientalista que contribuya al desarrollo sostenible. Para los países en desarrollo, el reto de alcanzar la sostenibilidad requiere de grandes transformaciones políticas, económicas y sociales, lo que para Cuba es un hecho.

La política medioambiental cubana no solo es ordenamiento, sino también la protección y el uso sostenible del medioambiente. Dicha política está determinada por los principales problemas ambientales que confronta el país, los requerimientos que demanda el nivel de desarrollo económico-social alcanzado, los planes y programas de desarrollo y sus posibles impactos sobre

el medioambiente, así como por los avances y las tendencias fundamentales en la arena ambiental internacional con la voluntad de lograr sostenibilidad en el progreso.

Desde la legislación

En la historia de la Revolución cubana existen momentos relevantes donde se evidencia la voluntad estatal para proteger y cuidar el medioambiente. Según la Estrategia Ambiental Nacional (1995), en la Constitución de la República de Cuba aprobada en 1976, artículo 27, se le otorga el rango institucional al medioambiente, expresado como sigue:

Artículo 27: El Estado protege al medioambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y de todo el uso potencial de la naturaleza. (Constitución de la República de Cuba, citada en la [Estrategia Ambiental Nacional, 1995](#), p. 7)

En ese propio año se crea la Comisión Nacional para la Protección del Medioambiente y Conservación de los Recursos Naturales.

En el año 1992 el artículo 27 de la Constitución se modifica y se fortalece la idea de integración del medioambiente con el desarrollo económico y social sostenible. Posteriormente, en 1993, se aprueba el Programa Nacional de Medioambiente y Desarrollo, que constituyó la adecuación cubana de la Agenda 21.

Otro de los momentos importantes que refleja la intencionalidad gubernamental por el cuidado y protección del medioambiente fue la creación, en 1994, del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente (CITMA). En su condición de Organismo de la Administración Central del Estado y rector de la política ambiental, es el encargado de desarrollar la estrategia y concertar las acciones encaminadas a mantener los logros ambientales alcanzados durante el proceso revolucionario. A la vez, debe contribuir a superar las insuficiencias existentes y garantizar que los aspectos ambientales sean tenidos en cuenta en las políticas, programas y planes de desarrollo a todos los niveles ([Estrategia Ambiental Nacional, 1995](#)).

La Ley No. 81, “Ley del Medioambiente”, constituye el núcleo del marco legal ambiental en Cuba. Es el instrumento jurídico que tiene por objeto el establecimiento de los principios rectores de la política ambiental y las normas elementales para regular la gestión ambiental del Estado y las actuaciones de los ciudadanos y de toda la sociedad, con la finalidad de proteger el medioambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país ([Gaceta Oficial de la República de Cuba, 1997](#)).

Según lo previsto en su artículo 4, las acciones ambientales para un desarrollo sostenible deberán estar fundadas en determinados principios, considerados los principios del derecho ambiental cubano. Estos son los siguientes:

- a. a) El Estado establece y facilita los medios y garantías necesarias para que sea protegido de manera adecuada y oportuna el derecho a un medioambiente sano.
- b. b) La protección del medioambiente es un deber ciudadano.
- c. c) Los recursos naturales deben aprovecharse de manera racional, previniendo la generación de impactos negativos sobre el medioambiente.
- d. d) La prioridad de la prevención mediante la adopción de medidas sobre una base científica y con los estudios técnicos y socioeconómicos que correspondan. En caso de peligro de daño grave o irreversible al medioambiente, la falta de una certeza científica absoluta no podrá alegarse como razón para dejar de adoptar medidas preventivas.
- e. e) Toda persona debe tener acceso adecuado, conforme a lo legalmente establecido al respecto, a la información disponible sobre medioambiente que posean los órganos y organismos estatales. Las obligaciones del Estado relativas a la protección del medioambiente constituyen una responsabilidad, dentro de la esfera de sus respectivas competencias, de todos los órganos y organismos estatales, tanto nacionales como locales.
- f. g) Los requerimientos de la protección del medioambiente deben ser introducidos en todos los programas, proyectos y planes de desarrollo.
- g. h) La educación ambiental se organiza y desarrolla mediante un enfoque interdisciplinario y transdisciplinario, propiciando en los individuos y grupos sociales el desarrollo de un pensamiento analítico, que permita la formación de una visión sistémica e integral del medioambiente, dirigiendo en particular sus acciones a niños, adolescentes y jóvenes, y a la familia en general.
- h. i) La gestión ambiental es integral y transectorial y, en ella, participan de modo coordinado, los órganos y organismos estatales, otras entidades e instituciones, la sociedad y los ciudadanos en general, de acuerdo con sus respectivas competencias y capacidades.
- i. j) La realización de actividades económicas y sociales por las personas naturales o jurídicas está condicionada por el interés social de que no se ejerza en perjuicio del medioambiente.
- j. k) El conocimiento público de las actuaciones y decisiones ambientales y la consulta de la opinión de la ciudadanía, se asegurará de la mejor manera posible; pero en todo caso con carácter ineludible.
- k. l) Toda persona natural o jurídica, conforme las atribuciones que la ley le franquee, debe contar con los medios adecuados y suficientes que le permitan accionar en la vía administrativa o judicial, según proceda, para demandar el cumplimiento de lo establecido en la presente ley y en sus disposiciones complementarias.
- l. m) El papel de la comunidad es esencial para el logro de los fines de la presente ley, mediante su participación efectiva en la toma de decisiones y el desarrollo de procesos de autogestión orientados a la protección".
(Gaceta Oficial de la República de Cuba, 1997, p. 5)

En la actual Constitución de la República de Cuba,¹ artículo 16, inciso f, se plantea que: “la República de Cuba promueve la protección y conservación del medioambiente y el enfrentamiento al cambio climático, que amenaza la sobrevivencia de la especie humana, sobre la base del reconocimiento de responsabilidades comunes, pero diferenciadas; el establecimiento de un orden económico internacional justo y equitativo y la erradicación de los patrones irracionales de producción y consumo” ([Constitución de la República de Cuba, 2019](#), p. 2).

De la misma manera, en el artículo 75 se afirma que “todas las personas tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente sano y equilibrado. El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras” ([Constitución de la República de Cuba, 2019](#), p. 6).

El Gobierno, además, aprobó, desde el 25 de abril del 2017, la Tarea Vida como Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático. Esta nueva línea está integrada por 5 acciones estratégicas y 11 tareas que tienen como fin prevenir en el presente para salvar el futuro, pues desarrolla una serie de acciones que, a solo dos años de su puesta en marcha, ya se han obtenido resultados sobre los diagnósticos de las zonas más vulnerables, con el objetivo de reducir los impactos negativos del cambio climático.

La política ambiental cubana se ejecuta mediante un trabajo integral de los instrumentos de la gestión ambiental que se listan a continuación:

- La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medioambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.
- La Ley No. 81, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinadas a proteger el medioambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental.
- El ordenamiento ambiental.
- La licencia ambiental.
- La evaluación de impacto ambiental.
- El sistema de información ambiental.
- El sistema de inspección ambiental estatal.
- La educación ambiental.
- La investigación científica y la innovación tecnológica.
- La regulación económica.
- El Fondo Nacional del Medio Ambiente.
- Los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal.

Algunas problemáticas

Los principales problemas ambientales detectados, según especialistas del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), se han visto influidos por una falta de conciencia y educación ambiental en un porcentaje considerable de la población y han traído como consecuencia, en muchas

ocasiones, su agravamiento. El desarrollo de estos elementos, que inciden directamente en la manera de actuar del ser humano sobre el medioambiente, no ha estado a la altura de otras obras llevadas a cabo por la Revolución; de ahí que constituya un factor esencial de trabajo, a corto y mediano plazos, para lograr resultados positivos en la implementación de la política ambiental y una gestión eficiente.

Entre los principales problemas detectados que quebrantan el desarrollo de la agricultura sostenible, por ejemplo, se encuentra la degradación de los suelos, ya sea por erosión, compactación, salinización, mala calidad del drenaje, acidificación, entre otros. Esto ha atentado contra la seguridad y soberanía alimentaria del país y ha implicado el urgente desarrollo de políticas medioambientales apoyadas por proyectos internacionales, financiados por el Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA), dirigidas directamente al mejoramiento del uso de los suelos ([figura 1](#)).



Fuente: Disponible en: <https://www.madrimasd.org/blogs/>

Figura 1 Degradación de los suelos agrícolas

Computación

La **Compactación de los suelos** corresponde a la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre él.

Estas fuerzas externas, en la actividad agrícola, tienen su origen principalmente en:

- Implementos de labranza del suelo.
- Cargas producidas por los neumáticos de tractores e implementos de arrastre.
- Pisoteo de animales.

En condiciones naturales (sin intervención antrópica) se pueden encontrar en el suelo, horizontes con diferentes grados de compactación, lo que se explica por las condiciones que dominaron durante la formación y la evolución del suelo. Sin embargo, es bajo condiciones de intensivo uso agrícola que este fenómeno se acelera y llega a producir serios problemas en el desarrollo de las plantas cultivadas.

Efectos de la compactación del suelo

La compactación del suelo produce un aumento en su densidad (densidad aparente), aumenta su resistencia mecánica, destruye y debilita su estructuración. Todo esto hace disminuir la porosidad total y la macroporosidad (porosidad de aireación) del suelo. Los efectos que la compactación produce, se traducen en un menor desarrollo del sistema radical de las plantas y, por lo tanto, un menor desarrollo de la planta en su conjunto, lo que provoca una menor producción.

De los factores mencionados, son dos los que van a tener un efecto directo sobre el crecimiento de las raíces y estos son:

- Aumento de la resistencia mecánica del suelo.
- Disminución de la macroporosidad del suelo.

El aumento de la resistencia mecánica del suelo va a restringir el crecimiento de las raíces a espacios de menor resistencia, tales como los que se ubican entre las estructuras (terrones), en cavidades formadas por la fauna del suelo (lombrices) y en espacios que se producen por la descomposición de restos orgánicos gruesos (raíces muertas). Esta situación va a producir un patrón de crecimiento característico de raíces aplanadas, ubicadas en fisuras del suelo, con una escasa exploración del volumen total del suelo.

La disminución de la macroporosidad del suelo va a producir una baja capacidad de aireación y oxigenación del suelo, lo que va a producir una disminución de la actividad de las raíces y, consecuentemente, un menor crecimiento de éstas, un menor volumen de suelo explorado, una menor absorción de agua y nutrientes, este efecto se agrava cuando se riega en forma excesiva, llegando a producirse la muerte de las raíces por asfixia, esto debido a que los escasos macroporos que pueden airear el suelo van a permanecer llenos de agua gran parte del tiempo.

Prevención de la compactación del suelo

La compactación del suelo es un fenómeno difícil de corregir y de un elevado costo, por lo tanto, hay que tomar las medidas necesarias para que este fenómeno no ocurra o bien se mitigue, de manera que no llegue a niveles que limiten el potencial productivo de la especie cultivada, también debe tenerse en consideración que si bien el problema puede ser aliviado con algunas medidas de corrección, existe el riesgo de recompactar el suelo y el recurso suelo puede quedar en un nivel de mayor degradación. Por lo tanto, luego de aliviada la compactación, es necesario realizar prácticas de manejo de suelos que eviten que este fenómeno se vuelva a producir en forma intensa.

Factores que inciden relacionados con la maquinaria

- Peso de la maquinaria: a mayor peso de la maquinaria mayor posibilidad de compactar el suelo y mayor profundidad puede alcanzar la compactación.

- Distribución del peso de la maquinaria: si el peso de la maquinaria es desuniforme, por ejemplo mayor peso en ruedas traseras, la presión ejercida por éstas sobre el suelo será mayor.
 - Ancho de los neumáticos: si el peso de la maquinaria se distribuye en un área mayor (neumáticos más anchos), la presión sobre el suelo será menor que en el caso de usar neumáticos más angostos.
- Presión de inflado de los neumáticos: mientras más inflados los neumáticos, menor es el área del neumático que entra en contacto con el suelo y mayor es la presión sobre el suelo.
- Patinaje de las ruedas: en la medida que estos fenómenos se produzcan, el esfuerzo producido sobre el suelo es mayor. Se sugiere realizar el trabajo evitando el patinaje y zapateo de los neumáticos.
- Velocidad de trabajo: cuando la presión sobre el suelo es mantenida por un mayor tiempo el fenómeno de compactación tiene una mayor posibilidad de producirse, por lo que sería adecuado realizar las labores a una velocidad lo más alta posible.
- Número de pasadas de la maquinaria: a mayor número de pasadas, mayor es la compactación que se produce en el suelo.
 - Profundidad de trabajo del implemento de laboreo de suelos: el extremo inferior de cualquier implemento de laboreo de suelos va a ejercer un esfuerzo vertical sobre el suelo, por lo que la mantención de una misma profundidad de laboreo va a producir la compactación del suelo bajo esta profundidad (pie de arado), por lo que es recomendable variar la profundidad de las labores.

Factores relacionados con el suelo

- Características físicas y propiedades mecánicas del suelo (textura, tipo y estabilidad de la estructura, densidad aparente, carga histórica, resistencia a la deformación).
- Contenido de humedad del suelo: a mayor contenido de humedad, el suelo puede deformarse y compactarse con menores presiones recibidas. Por lo tanto, las labores deben realizarse con el suelo lo más seco posible.

Medidas que pueden ayudar a evitar el problema

Incorporación de materia orgánica al suelo: la materia orgánica incorporada al suelo actúa directa e indirectamente favoreciendo la formación y la estabilidad de la estructura del suelo, lo que puede ayudar a prevenir la compactación.

Uso de cubiertas vegetales: la penetración de las raíces y su posterior muerte producen poros continuos que ayudan al movimiento del aire y el agua en el suelo. Por medio de la cubierta vegetal, se incorpora también materia orgánica al suelo.

Uso de camellones para la huella del tractor: al construir camellones para el paso de las ruedas de la maquinaria se evita que el efecto de la compactación llegue a mayor profundidad.

Uso de pistas de circulación: al ubicar pistas exclusivas para el tránsito de la maquinaria se puede evitar el paso innecesario de maquinaria por la superficie del suelo.

Ajustar maquinaria a una misma trocha: esta medida está orientada a reducir el área que es usada por la maquinaria, manteniendo una sola huella para el paso de las ruedas.

Enfrentando la compactación del suelo

Para abordar el problema de la compactación se pueden tomar medidas correctivas, como en el caso del subsolado, y medidas de tipo complementaria, que no modifican rápidamente la condición actual del suelo pero que ayudan a mejorar el comportamiento del cultivo o bien tiene un efecto en el suelo a un mediano o largo plazo. A continuación se analizan brevemente algunas de estas medidas.

Subsolado

La práctica del subsolado consiste en soltar el suelo bajo la profundidad normal de cultivo, usando un arado de uno o más brazos rígidos, con el objetivo de romper capas de suelos compactadas. Los subsoladores normalmente trabajan a profundidades de 30-70 cm. Existe también la alternativa de usar algún tipo de arado de vertedera, teniendo en consideración que la capacidad de profundizar es menor y tiene mayores requerimientos de potencia.

Cuando el subsolador pasa por el suelo va soltando las capas compactadas, levantándolas y disgregándolas, formándose una red de macroporos interconectados. Algunos de los cuales van desde el subsuelo suelto hasta la superficie, actuando como vías para la penetración de raíces y el flujo de agua y aire.

El subsolado es una labor de elevado costo y por lo tanto debe hacerse sólo cuando las características del suelo lo justifican. Por lo tanto antes de tomar la decisión de hacer esta labor, debe estudiarse con detención el perfil del suelo, determinando la presencia de estratos de suelo compactadas, analizando su ubicación y distribución espacial en el potrero.

Una vez tomada la decisión de hacer un trabajo de subsolado, ha de elegirse el subsolador y el tractor adecuados para las condiciones de trabajo locales, revisándose, por medio de calicatas, la profundidad y ancho de la labor en el suelo en varias labores de prueba, ajustando también la distancia entre cada pasada. Es muy importante tener en consideración el contenido de humedad del suelo, ya que la labor debe hacerse con el suelo lo suficientemente seco como para que se quiebre y disgregue, de lo contrario (suelo muy húmedo) el subsolador va a pasar haciendo sólo un corte vertical en el suelo. En el caso de uso de un arado de vertedera, la labor debe hacerse con un contenido de humedad mayor de forma que el suelo se encuentre en un estado friable (fácil de trabajar y disgregar).

Uso de acondicionadores físicos

La incorporación de materiales que actúen como acondicionadores físicos de suelo en profundidad van a permitir mejorar y mantener una mejor condición para el desarrollo de las raíces en el subsuelo.

Esta labor consiste en localizar el material (guanos, aserrín, viruta, restos de poda trozados, lodos de aguas servidas, compost, desechos orgánicos animales y vegetales diferentes, etc.) en hoyos o zanjas, a la profundidad del estrato de suelos compactada, es una labor de alto costo y muy localizada que se puede justificar en el caso de que el subsolado puede no ser una buena alternativa, como por ejemplo en el caso de plantaciones frutales establecidas, donde se dificulta el trabajo de tractores de gran potencia.

Camellones

En el caso de plantaciones frutales también es posible agregar suelo de la entrehilera sobre la hilera de plantación, formando un lomo o camellón de suelo suelto donde las raíces encontrarán mejores condiciones para su desarrollo. Con el suelo adicionado la profundidad de suelo aprovechable aumenta (en hilera de plantación), contrarrestando en parte el efecto negativo de la presencia de una estrato compactada en profundidad.

Es recomendable combinar el uso de camellones con un "mulch" orgánico o plástico con el objetivo de reducir la evaporación del agua desde el camellón, manteniendo un adecuado nivel de humedad en el suelo y lograr de este modo una mejor distribución de las raíces dentro del camellón.

La reacción de las plantas a esta labor va a depender de la especie frutal, por lo que hay que estudiar esta alternativa para cada situación en particular, tomando en consideración: especie frutal, sensibilidad a enfermedades del cuello de la planta, distancia entre hileras, ancho de trabajo de la maquinaria, entorpecimiento de labores normales de manejo y método de riego, ya que se adapta principalmente al riego localizado (goteo, microaspersión).

Cubiertas vegetales

Esta práctica consiste en mantener una cubierta vegetal de especies con diferentes sistemas radiculares en superficies que permanecen sin vegetación, en forma permanente o en algunos períodos del año. El objetivo de esta cubierta vegetal es la de incorporar materia orgánica al suelo a través de la parte aérea y de las raíces de las plantas. En este sentido se prefiere utilizar especies de arraigamiento profundo para que las raíces lleguen y penetren el subsuelo compactado, favoreciendo la formación de macroporos y la estructuración del suelo.

Las cubiertas vegetales pueden establecerse en huertos frutales, entre las hileras de plantación o en toda la superficie, durante el período otoño-invierno (cubiertas vegetales invernales), incorporándose en forma mecánica o química en la primavera. En general se usan especies rústicas, de fácil establecimiento,

de semilla de bajo precio, de fácil incorporación y que no vayan a interferir con el frutal o el cultivo que le sigue (huésped de plagas o enfermedades, efectos alelopáticos). Esta práctica tiene efecto en un mayor plazo que las medidas anteriores, por lo que se le considera también como un manejo preventivo.

Biografía

http://www.abcagro.com/riego/compactacion_suelos.asp