

SUELOS Y EVALUACIÓN: FACTORES LIMITANTES.

Ing. Javier Alejandro Falcón Suárez¹, Dr. C. Ramón Liriano González², MSc. Héctor J. Díaz Álvarez²

1. *Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA), Vía Blanca Km.5, Matanzas, Cuba. desagrop4@enpa.mtz.minag.cu*
2. *Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas, Vía Blanca Km 3½ Matanzas, Cuba.*



CD de Monografías 2017

(c) 2017, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"

ISBN: XXX-XXX-XX-XXXX-X

RESUMEN.

El presente trabajo aborda los principales factores limitantes que se emplean en la evaluación de suelos, conformado por los indicadores edáficos, fisiogeográficos y climáticos. Los elementos restrictivos estudiados son: la baja fertilidad, la elevada acidez, alcalinidad, salinidad y sodicidad, los carbonatos, el mal drenaje y aireación, la rocosidad, pedregosidad y graviliosidad, la escasa profundidad efectiva, el relieve, la altitud, la temperatura y las precipitaciones. El conocimiento de los indicadores permitirá a los gestores de procesos, conocer la información que deben solicitar a las entidades pertinentes, permitiéndoles poder disponer de un banco de datos para realizar su propia evaluación, con lo que logrará una correcta adecuación de sus cultivos. Cuba ha realizado múltiples estudios sobre la evaluación de suelos, pero no existe cultura de su necesidad e importancia a nivel empresarial.

Palabras claves: Evaluación de suelos, factores edáficos, factores fisiogeográficos, factores climáticos.

INTRODUCCIÓN.

El suelo es un conjunto organizado, de espesor variable; constituido por elementos minerales, orgánicos, seres vivos, agua y aire. Esta materia se encuentra sometida a constantes cambios por efecto de las variaciones del clima, la atmósfera y la acción del hombre. Otros autores lo consideran como un complejo regido por características físicas, químicas, físico – químicas y biológicas que determinan en gran medida la eficiencia en la producción agrícola (Fuentes y Águila, 2016).

Los estudios de evaluación de suelos constituyen la base para la planificación estratégica de las empresas agropecuarias a nivel mundial, los análisis de las variables edáficas, fisiogeográficas y climáticas garantizan la información necesaria para una correcta toma de decisiones. En la



actualidad Cuba cuenta con un mapa de la Capacidad Agroproductiva de los Suelos (Escala 1:25 000), pero por su carácter general su empleo a nivel empresarial se ve limitado, el país no ha trazado una política que permita su confección a nivel de base productiva. El conocimiento de los indicadores, asociados a la solicitud de análisis de suelos y a las series de datos climáticos, permitiría a los gestores de procesos determinar una correcta adecuación sus cultivos.

DESARROLLO.

Suelos y evaluación

El suelo es la base de todos los programas de cultivo. Si se usa de forma prudente, puede lograrse que produzca cosechas de altos rendimientos y al mismo tiempo ser mejorados. Pero si es usado de modo imprudente o para propósitos a los cuales no es adaptable, los resultados serán decepcionantes, incluso desastrosos (Pérez et al., 2013).

El uso sostenible de los suelos unido a la mejor conservación de los recursos naturales y del entorno, requiere dedicar cada suelo para su mejor opción (Arzola y Machado, 2015). Su uso, debe estar sujeto al potencial y limitaciones del mismo (Pérez, 2016). En tal sentido Ramón et al. (2017) afirman que el potencial agrícola se define como, aquellos territorios que por sus características generales y elementos específicos (pendiente, suelo, altura, humedecimiento, etc.) presentan valores destacados que permiten el uso agrícola con altos niveles de productividad y eficiencia, sin que ello conlleve a su degradación y la pérdida de otros valores de importancia como son: calidad del agua, suelos, etc.

Una herramienta esencial para la toma de decisiones en la agricultura lo constituye la evaluación de tierra. Con su empleo se puede predecir el uso más adecuado para cada parcela, por la posibilidad que brinda de conocer las relaciones que existen entre las variables que intervienen en los sistemas agrícolas (Vargas y Ponce, 2008).

La evaluación de tierras puede ser definida como el proceso de valoración del comportamiento de la tierra cuando ésta se usa para propósitos específicos, la cual permite proporcionar la información y respuestas a las instancias de toma de decisiones, para quienes planifican el uso de la tierra, y deben de distinguir dos tipos de evaluación de tierras: la primera de ellas de un tipo



cualitativo donde se indica el grado de adaptación de las especies y en algunas oportunidades el factor que las limita; y la segunda de tipo cuantitativo donde el resultado se expresa como productividad (Choque, 2013). El proyecto propuesto enmarca una de sus funcionalidades hacia la evaluación cualitativa de los suelos.

Factores limitantes

Resulta oportuno consignar que uno de los problemas en la actualidad lo constituye el uso racional y óptimo de los suelos, sin que se hayan alcanzado hasta el presente, resultados definitorios que permitan diagnosticar el uso y manejo más ajustado, en conformidad con los ambientes biofísicos que caracterizan a cada ecosistema (Hernández et al., 2015 a).

Los factores limitantes de la capacidad agroproductiva de los suelos son aquellas propiedades y características del medio o entorno geográfico, que en un momento determinado influyen en el desarrollo de los cultivos e inciden en su productividad y en el rendimiento potencial (Morell et al., 2008; Bernal et al., 2015).

De los suelos de Cuba, el 65 % se incluyen en las categorías III y IV según el diagnóstico del Instituto de Suelos (IS), lo que implica que están afectados por factores limitantes y ello provoca que el rendimiento potencial esté por debajo del 50 %. Los factores que más influyen en la baja productividad de los suelos cubanos son: el bajo contenido de nutrientes y de materia orgánica y la tendencia a la acidez (García et al., 2012 y Ramírez et al., 2015). Según Muñiz (2015) del 75 al 76,8 % de las tierras productivas de Cuba están afectadas por al menos un factor limitante de su capacidad agroproductiva, entre los cuales destacan: bajo contenido de materia orgánica (70 %), erosión (40-43 %), drenaje deficiente (40 %), salinidad (10-14 %) y compactación (14 %).

Álvarez (2002) refirió el empleo de 16 factores principales, agrupados en limitantes químicas, físicas, físico-químicas, hidrofísicas, biológicas y limitantes externas o superficiales.

Factores edáficos y fisiogeográficos

Baja fertilidad. Hernández *et al.* (2006) definen el Valor T como un parámetro que permite evaluar la fertilidad del suelo, también denominado como Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), y la considera baja cuando es menor de 20 cmol.kg^{-1} . El mismo autor refiere como efectos



desfavorables el déficit de nutrientes disponible para las plantas, el bajo poder amortiguador del suelo, la baja producción de biomasa y el decrecimiento de la actividad biológica.

Algunas zonas productoras no expresan su máximo potencial, debido en su mayoría a la deficiencia de algunos elementos importantes para que la planta complete su ciclo de vida (Ortiz *et al.*, 2016).

Elevada acidez. Bernal *et al.* (2015) plantean que el grado de acidez del suelo se determina por el valor del pH, lo que es importante, ya que en dependencia del mismo será la asimilación de nutrientes, el desarrollo de la microflora y la generación de iones que pueden resultar tóxicas para las plantas; y consideran valores menores de 5,5 en H₂O como limitante.

Jordán (2005), Bernal *et al.* (2014), Campuzano-Duque (2015) y Juca (2017) coinciden en plantear que el pH ácido del suelo afecta sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que ocasiona la pérdida de bases como son Ca⁺², Mg⁺², K⁺ y Na⁺ debido a su lixiviación o remoción, e impide la disponibilidad de algunos nutrientes como Mo y P, al ser los fosfatos insolubles en medios muy ácidos. La elevada solubilidad de compuestos de Al⁺³, Fe⁺³, Mn⁺², Zn⁺² o Ni⁺³ a pH bajos puede llegar a provocar efectos tóxicos en las plantas. La saturación del complejo de cambio por H⁺ o Al⁺³, provoca la expulsión de otros cationes a la solución del suelo, más accesibles para las plantas y pueden perderse por lavado. En estudios realizados por Scarlato *et al.* (2017) refieren al pH como primera causa de la variabilidad en la brecha de rendimiento relativo; Ortez y Zavala (2014) concuerdan al plantear que pueden influir en el crecimiento de la planta y puede limitar de forma severa la producción de cultivos.

La acidez del suelo afecta con carácter negativo a la distribución de la fauna edáfica. Los procesos microbianos como la nitrificación ($NH^4 \rightarrow NO^3^-$) o la fijación de nitrógeno atmosférico son inapreciables por debajo de pH 4,5.

Elevada alcalinidad. La alcalinidad es la concentración de álcalis solubles con la capacidad para neutralizar ácidos. Los iones más importantes que la determinan son HCO₃⁻² y CO₃⁻², mientras que el hidróxido, borato, amoníaco, bases orgánicas, fosfatos y silicatos son considerados contribuyentes menores (Barrios, 2013).



Según Bernal *et al.* (2015) en suelos con valores muy altos de pH predomina el catión sodio, que resulta dañino para los cultivos.

Un suelo es alcalino o también conocido como básico cuando el pH es mayor de 8,0 y se reduce la disponibilidad de Fe^{+3} , Zn^{+2} , Mn^{+2} , y en algunos casos N, P y K, de esta manera aumenta la disponibilidad de Mo y de otros iones que pueden afectar de modo indirecto el crecimiento y desarrollo de las plantas, como los carbonatos y bicarbonatos (Ortiz *et al.*, 2016; Juca, 2017).

El síntoma más notable de la alcalinidad excesiva es la inducción de una clorosis intervenal en las hojas más jóvenes de las plantas y el retraso del crecimiento. Los problemas físicos se originan de la dispersión de los coloides del suelo, debido a la presencia de Na^+ , las partículas dispersas forman costras y bloquean los poros. La permeabilidad desciende a valores tan bajos, que en algún caso es inferior a la tasa de evaporación. Esta situación imposibilita el crecimiento de las plantas y dificulta mucho la aplicación de enmiendas químicas para corregir el problema (Barrios, 2013).

Elevada salinidad. La salinidad es un proceso complejo de degradación química, que influye sobre cambios significativos, en las propiedades físicas de los suelos. Presenta una distribución heterogénea, variable en el tiempo y espacio, a diferentes escalas (Narváez *et al.*, 2014). Pastor (2014) la define como la acumulación de sales en la capa arable del suelo, las cuales causan efectos negativos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. La salinidad afecta de forma negativa a la mayoría de los cultivos agrícolas (Shrivastava and Kumar, 2015; Ortiz *et al.*, 2016).

Narváez *et al.* (2014) afirman que la misma tiene efectos perjudiciales sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas que, de modo gradual, atrofian su crecimiento, causándole la muerte. Gonçalves *et al.* (2011) agregan que el exceso de sales perjudica el comportamiento vegetativo y productivo de los cultivos, ocasionados por la acción directa de las sales sobre el potencial osmótico del agua y el efecto de los iones, que pueden ser tóxicos, como el Na^+ , SO_4^{+2} , Cl^- , lo que según Pastor (2014) hace que los suelos salinos se comporten de forma fisiológica como secos con un nivel de humedad apreciable. Pastor *et al.* (2014) adicionan que,



además de afectar el crecimiento de las plantas, puede ejercer un proceso adverso sobre la biota y sobre los procesos biológicos esenciales que mantienen la calidad de un suelo.

Sus efectos negativos sobre los cultivos y la fertilidad del suelo son desarrollados por Zhu *et al.* (2008), García *et al.* (2009), Otero *et al.* (2011), Otero *et al.* (2013), Pernús y Sánchez (2015), Quintana-Blanco *et al.* (2016), Álava y Haz (2017) y Ramírez *et al.* (2017). Los valores de la conductividad eléctrica (CE) entre 0 y $0,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ son aceptables para el crecimiento de los cultivos en general (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA), 1999).

Elevada sodicidad. Se define que la sodicidad es limitante cuando el porcentaje de Na^+ intercambiable respecto al valor T es mayor del 15 %. Hernández *et al.* (2006) apunta como efectos desfavorables la alcalinidad, toxicidad (Na^+), disminución de la disponibilidad de nutrientes (P_2O_5 , Fe^{+3} , Mn^{+2} , Zn^{+2} , B^{+3}) y de la actividad biológica.

Las altas concentraciones de sodio no sólo perjudican las plantas de forma directa, sino también degradan la estructura del suelo, disminuyendo la porosidad y la permeabilidad del agua. Asimismo, traen como consecuencia, un deterioro acelerado en su calidad, por dispersión de las arcillas o desintegración de agregados, que causan encostramiento y endurecimiento de la superficie del suelo. Estos fenómenos repercuten en la infiltración del agua y de la germinación, lo que trae, como consecuencia, una disminución de la productividad de éstos, del rendimiento y de la calidad de las cosechas (Narváez *et al.*, 2014), lo cual coincide con Pastor (2014) y Álava y Haz (2017) quienes agregan que afecta la capacidad para conducir agua y gases, y provoca desbalances nutricionales que afectan los cultivos.

Carbonatos. Los suelos calcáreos presentan un alto contenido de carbonatos (CO_3^{-2}) libres de Ca^{+2} y Mg^{+2} cuyo pH puede llegar hasta 8,5. De manera general, se considera que es calcáreo si posee más de un 2 % de CaCO_3 . La mayoría de los suelos de pH neutro o básico contiene proporciones más o menos elevadas de carbonatos. En los ácidos, estos están ausentes. El tipo más frecuente es la calcita (CaCO_3), aunque pueden encontrarse magnesita (MgCO_3) y dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). En los salinos y de fuerte carácter básico puede existir también Na_2CO_3 . Las



características químicas más importantes de la calcita, la magnesita o la dolomita son la insolubilidad en agua y su inestabilidad en medio ácido (Jordán, 2005).

Este autor considera que el principal efecto del CaCO_3 es su capacidad reguladora del pH, de modo que un elevado contenido en caliza asegura un elevado pH. El contenido en carbonatos afecta de manera directa o indirecta a otras propiedades del suelo, como son: la estructura, la textura, la actividad biológica, la capacidad de almacenaje de nutrientes y la asimilabilidad, enfatiza como efectos desfavorables la pérdida y empobrecimiento por lavado del suelo consecuencia de la saturación del complejo de cambio por cationes como Ca^{+2} o Mg^{+2} , además el exceso de estos cationes en la solución origina fenómenos de antagonismo. Los suelos con pH elevado muestran casi siempre un nivel apreciable de carbonatos, que dificultan la solubilidad / asimilabilidad de diferentes elementos, como el Fe^{+3} , Zn^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , B^{+3} , etc. Asimismo, en los básicos, el P se encuentra en formas químicas no solubles, lo que imposibilita su absorción por la planta ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), lo cual concuerda con Pastor (2014) quien plantea que este elemento precipita a valores de pH por encima de 8,0 y forma complejos con los iones de calcio y magnesio.

Rocidad, pedregosidad y graviliosidad. Entre las limitantes externas para el desarrollo de los cultivos se destaca la presencia de elevados porcentajes de rocas (>60 cm), piedras (7,5 - 60 cm) o gravas (0,2-7,5 cm).

Álvarez (2002) se basa en la presencia de estos elementos en superficie, y considera como valores limitantes 2 % y 0,01 % para la rocosidad y pedregosidad en ese orden. Vega *et al.* (2009) refieren como valor mínimo limitante de la graviliosidad 15 %. Estos factores son de gran importancia para valorar la calidad agroproductiva del suelo por su relación con la factibilidad de la mecanización y las posibilidades de que el sistema radical de las plantas pueda bosquejar y colonizar de modo adecuado el suelo (Fuentes y Águila, 2016).

Drenaje y aireación deficiente. El drenaje es un atributo del suelo que viene determinado por un conjunto de propiedades: estructura, textura, porosidad, existencia de una capa impermeable, permeabilidad, posición en el paisaje y color (Porta *et al.*, 2008). Un suelo se considerará de mal drenaje si una vez saturado de agua, se mantiene encharcado (a pesar de no caer más



precipitaciones) durante un periodo inferior a seis días (Arzola y Machado, 2015). Este trae aparejado una aireación deficiente que afecta el crecimiento de los cultivos. Diversos autores plantean que en los suelos con exceso de humedad se dificulta la circulación del aire, lo que provoca la asfixia de las plantas (Vargas y Ponce, 2008; Falcón *et al.*, 2014).

Se considera limitante cuando la velocidad de infiltración (VI) es menor de 10 mm.h^{-1} y los macroporos menores de un 10 % en el perfil. Choque (2013) define a la infiltración como el proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo de forma vertical en un tiempo determinado y se mide en términos de velocidad que puede estar expresado en: cm.h^{-1} , mm.día^{-1} y cm.min^{-1} .

Jordán (2005) plantea como efectos desfavorables la limitación del desarrollo radical del cultivo al obtenerse sistemas radicales más cortos, densos, gruesos, menos ramificados y más superficiales; concentración elevada de CO_2 en la zona radical que provoca una disminución de la permeabilidad celular, lo que genera deficiencias minerales en suelos muy húmedos; acumulaciones de productos como el H_2S , el CH_4 y otras sustancias reducidas, al producir cambios en la composición de la fase sólida mineral del suelo; formación de compuestos reducidos o especies tóxicas de Fe^{2+} y Mn^{2+} , al entrar el CO_2 en la solución del suelo como H_2CO_3 ; disminución de la capacidad de las raíces para absorber determinados nutrientes del suelo al no ser eficiente la respiración aeróbica de las raíces; cambios en los componentes orgánicos y minerales del suelo; alteración en la actividad fisiológica de las plantas; degradación la estructura del suelo y disminución de la actividad biológica.



Escasa profundidad efectiva. Constituye el grosor de las capas del suelo y del subsuelo, en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad en busca de agua, nutrimentos y sostén, que puede coincidir o no con la profundidad del suelo (Morellet *et al.*, 2008). Arzola y Machado (2015) la definen como el límite del suelo hasta donde pueden desarrollarse las raíces del cultivo. Su mínimo inferior está dado por capas de arcillas muy densas, materiales consolidados por acción química, materiales fragmentarios (grava, piedras o rocas) o napa freática permanente, que actúan como limitante al desarrollo normal de las plantas.

La misma, constituye un índice de vital importancia para el normal desarrollo de los cultivos, tanto por el papel que desempeña en la absorción de nutrientes y agua en las capas inferiores del suelo como en lo relacionado con el anclaje (Fuentes y Águila, 2016). Numerosos autores establecen sus límites críticos; al corroborarse que cuando la profundidad efectiva es menor que 20 cm, los rendimientos agrícolas difieren de manera significativa de los alcanzados con 50 cm, con caídas de producción próximas al 70 % cuando el espesor del suelo se reduce desde 50 hasta 10 cm (Pérez *et al.*, 2013).

Relieve. El relieve es un elemento importantísimo en la redistribución de la humedad y del calor; lo que influye en la capacidad agroproductiva de una región determinada (Hernández *et al.*, 2006). Morell *et al.* (2008) remarcan que el grado de la pendiente del mismo es un factor fundamental en la productividad y el manejo de los suelos. Álvarez (2002) establece que se considera limitante a partir de un 2 - 3 % de pendiente.

La degradación por erosión está asociada a factores naturales como la topografía (Hernández *et al.*, 2015 a), en correspondencia Fuentes y Águila (2016) plantea que la pendiente, es un factor clave por el papel que desempeña en la incidencia de los procesos erosivos y su repercusión sobre los contenidos de arcilla, materia orgánica y nutrientes.

Altitud. El Departamento de Estudios Básicos de Suelos (2014), define que la altitud corresponde a la altura de un punto de la superficie relativo al nivel medio del mar (msnm). La misma y la temperatura presentan correlaciones negativas, ya que por cada 100 m que se ascienden de modo vertical la temperatura disminuye entre 0,5 y 0,6 °C (Suárez *et al.*, 2015).



Cada cultivo posee un rango de altitud, acorde a su adaptabilidad a las variaciones de los factores climáticos (temperatura, precipitaciones, horas luz, etc.), dentro del cual puede desarrollarse sin verse limitado su potencial productivo. Fuera de esta condición su productividad se puede comprometer al afectarse el nicho ecológico, lo que reduce su tasa de crecimiento y alarga el ciclo del cultivo por ineficiencia de procesos fisiológicos vitales como la fotosíntesis y la respiración celular, que afectan a su vez el porcentaje de germinación, la incidencia de plagas, entre otros múltiples factores. Díaz (2014), López (2014) y Suárez *et al.* (2015) en sus investigaciones demuestran los efectos de la altitud sobre la calidad de los productos cosechados.

En la tabla 1 se presenta el rango de comportamiento de los indicadores para la evaluación de los suelos.

Tabla 1. Evaluación de indicadores.

Profundidad Efectiva (cm)	Mín.	Máx.	Valor T (cmol.kg ⁻¹)	Mín.	Máx.
Muy profundo	> 150	-	Muy alto	> 50	-
Profundo	91	150	Alto	31	50
Medianamente profundo	51	90	Mediano	21	30
Poco profundo	25	50	Bajo	10	20
Muy poco profundo	-	< 25	Muy bajo	-	< 10
Contenido de Gravas (%)	Mín.	Máx.	Salinidad (dS.m ⁻¹)	Mín.	Máx.
Muy fuerte graviliosidad	> 90	-	No salino	-	< 0,98
Fuerte graviliosidad	51	90	Muy ligeramente salino	0,98	1,71
Mediana graviliosidad	16	50	Ligeramente salino	1,72	3,16
Poca graviliosidad	2	15	Moderadamente salino	3,17	6,07
Muy poca graviliosidad	-	< 2	Fuertemente salino	> 6,07	-
Contenido de Piedras (%)	Mín.	Máx.	Altitud (msnm)	Mín.	Máx.
Excesiva	16	90	Muy montañoso	> 1 600	-
Muy pedregoso	4	15	Montañoso	601	1 600
Pedregoso	0,2	3	Medianamente montañoso	200	600
Moderadamente pedregoso	0,01	0,1	Poco montañoso	-	< 200
Contenido de Rocas (%)	Mín.	Máx.	Pendiente predominante (%)	Mín.	Máx.



Extremadamente rocoso	> 50	100	Muy llano	-	< 0,5
Muy rocoso	26	50	Llano	0,5	1
Rocoso	11	25	Casi llano	1,1	2
Moderadamente rocoso	2	10	Ligeramente ondulado	2,1	4
Poco rocoso	-	< 2	Ondulado	4,1	8
VI (mm.h ⁻¹)	Mín.	Máx.	Fuertemente ondulado	8,1	16
Muy lenta	-	< 2	Alomado	16,1	30
Lenta	2	5	Fuertemente alomado	30,1	45
Medianamente lenta	6	20	Muy fuertemente alomado	45,1	60
Moderada	21	65	Extremadamente alomado	> 60	100
Moderadamente rápida	66	125			
Rápida	126	250	pH (KCl)	Mín.	Máx.
Muy rápida	> 250	-	Muy ácido	-	< 4,9
Sodicidad (% Na ⁺ respecto a T)	Mín.	Máx.	Ácido	5	5,5
Permisible	-	< 15	Medianamente ácido	5,6	6
Limitante	15	-	Ligeramente ácido	6,1	6,5
Carbonatos (% CO ₃ ⁻²)	Mín.	Máx.	Neutro	6,6	7,5
Muy bajo	-	< 5	Ligeramente alcalino	7,6	8
Bajo	5	9	Medianamente alcalino	8,1	8,5
Moderado	10	19	Alcalino	> 8,6	-
Elevado	20	40			
Muy elevado	> 40	-			

Factores climáticos

La variabilidad climática es una de las principales fuentes de incertidumbre y riesgo en muchos sistemas agrícolas alrededor del mundo. En este sentido, la agricultura es una de las actividades humanas más dependiente y sensible a las variaciones del clima (Hernández et al., 2016). Estas variaciones del clima están muy ligadas al desarrollo agrícola, lo que torna mucho más vulnerables los cultivos de secano (Milovic et al., 2013). Según Hernández et al. (2015 b) la productividad de los cultivos está gobernada por complejas interacciones entre el clima y los procesos ecofisiológicos que estos conllevan. Martín et al. (2016) remarcan en tal sentido, que las precipitaciones y temperaturas son algunas de las variables climáticas principales que impulsan la producción agrícola en todo el mundo. Hernández y Soto (2012) refieren que las variaciones en las fechas de siembra afectan de manera importante el crecimiento y desarrollo de



los cultivos, ya que colocan a las distintas etapas de generación del rendimiento en diferentes condiciones de temperatura y precipitaciones. Los factores climáticos más importantes son:

Temperatura. La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos, de forma especial las plantas, que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado en su ciclo de vida a otro (Maqueira et al., 2016). Boshell (2013) y Hernández et al. (2015 b) exponen los procesos en los que influye la misma y su relación con el cultivo.

Martín et al. (2016) coinciden al afirmar que la temperatura afecta el desarrollo de las plantas a través de su influencia en las diferentes fases del crecimiento. Leonard (1981) plantea que cada cultivo tiene sus valores óptimos para el crecimiento, y un máximo y un mínimo para desarrollarse de modo normal y sobrevivir. Las variedades de un cultivo pueden tener diferentes tolerancias a las mismas. Temperaturas muy altas o bajas pueden ser perjudiciales a los rendimientos porque influyen en la tasa de crecimiento, la esterilidad y viabilidad del polen, la pérdida de flores, la formación de tubérculos, etc. Xiao et al. (2007), Ruiz et al. (2008), Hernández y Soto (2012, 2013) y Martín y Mompié (2015) profundizan en sus efectos de la sobre la producción y otros efectos colaterales.

Precipitaciones. Leonard (1981) plantea que la lluvia es el factor ambiental que determina cuales cultivos pueden crecer, cuando se deben sembrar y sus rendimientos. Un exceso en las lluvias puede inundar las siembras, limitar el laboreo, atrasar la cosecha y acelerar la erosión del suelo y puede tener un efecto tan negativo como un déficit hídrico. Da Silva et al. (2013) y Aguilar et al. (2015) profundizan en su incidencia en la productividad del cultivo. Figueredo et al. (2012) y Valle et al. (2014) añaden que las precipitaciones pueden generar una proliferación desmedida de plagas o enfermedades al favorecer su etiología.

CONCLUSIONES.

- La evaluación de los suelos constituye la base para la planificación estratégica de toda empresa agropecuaria, su conocimiento es prioritario para la toma de decisiones y la confección de programas de desarrollo.



- Existen múltiples estudios sobre la evaluación de suelos, pero no existe cultura de su necesidad e importancia a nivel empresarial.

RECOMENDACIONES

Socializar el conocimiento entre las entidades agrícolas para garantizar un uso correcto del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, N., Algara, M. y Olvera, L. (2015). Gestión del agua como factor limitante de productividad cañera en México. *Geografía Norte Grande*, 60, 135 - 152.

Álava, D. y Haz, E. 2017. *Aplicación de cocteles microbiano y bovinaza-cascarilla de arroz para la recuperación de muestras de suelos salinos del sitio Correagua, Manabí*. (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta.

Álvarez, J. (2002). *Caracterización y manejo de los principales factores edáficos limitantes de la agro-productividad de los suelos*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Arzola, N. y Machado, J. (2015). La aptitud de los suelos para la producción de caña de azúcar. Parte I. Calibración en condiciones experimentales y de producción. *Centro Agrícola*, 42 (2), 33-38.

Barrios, L. (2013). *Respuestas del Lisianthus (Eustomagrandidiflorum (Raf.) Shinnery) a la alcalinidad en agua de riego con niveles suplementarios de calcio*. (Tesis de Pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila.

Bernal, A., Hernández, A., Mesa, M., Rodríguez, O., González, P. y Reyes, R. (2015). Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de Murgas. *Cultivos Tropicales*, 36 (2), 30 - 40.



Bernal, A., Montañó, J., Sánchez, R., Albarrán, Y. y Forero, F. (2014). Evaluación de materiales enclantes y orgánicos sobre las bases intercambiables de un suelo sulfatado ácido en Invernadero. *Temas Agrarios*, 19 (1), 19– 31.

Boshell, J. (2013). *Desarrollo de una función agroclimática para estimar la productividad de los cultivos agrícolas en Colombia*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Campuzano-Duque, L., Caicedo-Guerrero, S. y Guevara-Agudelo, J. (2015). Determinación de atributos en genotipos de algodón (*GossypiumHirsutum* L.) en la rotación maíz-soya asociados a suelos ácidos mejorados de la altillanura colombiana. *Corpoica Ciencias Tecnológicas Agropecuarias*, 16 (2), 251–263.

Choque, F. (2013). *Clasificación de suelos según la aptitud de riego en la comunidad de Cebollullo (Municipio de Palca – La Paz)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz.

Da Silva, V., Da Silva, B., Albuquerque, W., Borges, C., De Sousa, I. and Neto, J. (2013). Crop coefficient, water requirements, yield and water use efficiency of sugarcane growth in Brazil. *Agricultural Water Management*, 128, 102 - 109.

Departamento de Estudios Básicos de Suelos (2014). *Manual de descripción, muestreo de suelos y análisis de laboratorio*. Montevideo: MGAP-RENARE.

Díaz, A. (2014). *Efectos de la altitud sobre la calidad del café torrefactado (Coffea arábica L. var. Colombia) producido en los municipios de Buesaco y la Unión – Nariño, pertenecientes al ecotopo E – 220 A*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Bogotá.

Falcón, M., Vargas, H., Torres, F. y Herrera, L. (2014). Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible. *Cultivos Tropicales*, 35 (4), 13 – 18.

Figueredo, L., Andrade, O., Cova, J., Mora, O. y Aza, G. (2012). Distribución espacio temporal de ninfas de *Aeneolamia varia* Fabricius (1987) (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar a través de un sistema de información geográfica. *Entomotrópica*, 21 (1), 7 – 18.



Fuentes, M. y Águila, M. (2016). Propuestas de manejo agroecológico en la finca ganadera “San Juan” del municipio Cienfuegos. *Científica Agroecosistemas*, 4 (1), 30-37.

García, M., Medina, E. y Villafañe, R. (2009). Acumulación de iones y solutos orgánicos en hojas de plantas de caña de azúcar cultivadas en dos tablones comerciales afectados por sales. *Bioagro*. 21 (2), 87-89.

García, Y., Ramírez, W. y Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 35 (2), 125-138.

Gonçalves, I., Freire, M., Santos, M., Souza, E., Freire, F. (2011). Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. *Ciência Agrônômica*, 42 (3), 589-596.

Hernández, A., Ascanio, M., Morales, M., Bojórquez, J., García, N. y García, J. (2006). *El Suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo* (1ª ed.). La Habana: INCA.

Hernández, C., Bernal, Y., Ríos, C., Muñoz, P. y González, O. (2015 a). Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo. *Centro Agrícola*, 42 (3), 25-33.

Hernández, N. y Soto, F. (2012). Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y la relación fuente-demanda del cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 33 (1), 28 – 34.

Hernández, N. y Soto, F. (2013). Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 34 (2), 24 - 29.

Hernández, N., Soto, F. y Plana, R. (2015 b). Comportamiento del crecimiento y rendimiento del cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) en tres fechas de siembra. *Cultivos Tropicales*, 36 (1), 86 – 92.

Hernández, N., Soto, F., Florido, R., Plana, R., Caballero, A., Maqueira, L., Cid, G., López, T., Chaterlan, Y., García, A., Solano, O., Vázquez, R., Otero, L. y Vantour, A. (2016).



Utilización de un modelo de simulación para la predicción del comportamiento de algunos cereales en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37 (1), 78-84.

Jordán, A. (2005). *Manual de Edafología*. Sevilla: Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla.

Juca, K. (2017). *Variación de la capacidad tampón en suelos ácidos de origen aluvial y piedemonte costero en la provincia de el oro*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Machala.Machala.

Leonard, D. (1981). El medioambiente agrícola. En Chakroff, M. y Dybus, N. (eds.) *Cultivos tradicionales*. Washington: Cuerpo de Paz.

López, A. (2014). *Estudio agroecológico comparativo y de rendimiento del cultivo de Caña de Azúcar (Saccharumofficinarum L.) en cuatro niveles de altitud en el municipio de San Juan Tabaá, Villa Alta, Oaxaca*. (Tesis de Pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila.

Maqueira, L., Torres, W., Pérez, S., Díaz, D. y Roján, O. (2016). Influencia de la temperatura ambiental y la fecha de siembra sobre la duración de las fases fenológicas en cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 37 (1), 65 – 70.

Martín, R. y Mompié, J. (2015). Evaluación del rendimiento en papa (*Solanumtuberosum* L.) a partir del comportamiento de las temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 36 (1), 93 – 97.

Martín, R., Jerez, E., Moreno, F., Girón, I. y Murillo, J. (2016). Impacto de diferentes sistemas de laboreo en la fisiología de la nutrición del trigo (*Triticumdurum* L.). *Cultivos Tropicales*, 37 (1), 85-90.

Morell, F., López, D. y Hernández, A. (2008). Finca La Rosita. II: Factores limitantes de los suelos. *Cultivos Tropicales*, 29 (2), 17-20.

Muñiz, O. (2015). 50 Aniversario del Instituto de Suelos de Cuba. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 5 (2), 1- 9.



Narváez, H., Combatt, E. y Bustamante, I. (2014). Distribución espacial de la salinidad en suelos del área de influencia de la desembocadura del río Sinú (Córdoba, Colombia). *U.D.C.A Act. & Div. Cient*, 17(2), 433-443.

Ortez, O. y Zavala, A. (2014). *Efecto de enclamiento y fertilización en dossuelos con cultivo de café, Las Manos, NuevaSegovia, Nicaragua.*(Tesis de Pregrado). Escuela Agrícola Panamericana.Zamorano.

Ortiz, J., Delgadillo, J., Rodríguez, M. y Calderón, G. (2016). Inoculación bacteriana en el crecimiento y calidad del fruto de cinco variedades de fresa en suelos con pH contrastante. *Terra Latinoamericana*, 34 (2), 177-185.

Otero, L., Morales, R., Vento, M., Sánchez, I., Cintra, M. y Rivero, L. (2011). Salinidad del suelo: un problema que incumbe a todos. *Agricultura Orgánica*, 17 (1), 33 - 34.

Otero, L., Valdes, M., Morales, M., Ortega, F., Vázquez, I. y Delgado, Z. (2013). Modificación al método Schatchabell para la determinación de las bases intercambiables en suelos con salinidad. *Cultivos Tropicales*, 34 (4), 20 - 23.

Pastor, J. (2014). *Efecto del uso del vermicompost para la biorremediación de suelos salino-sódicos del estado Falcón.* (Tesis de Maestría). Universidad Yacambú. Barquisimeto.

Pastor, M., Martínez, A. y Rivas, W. (2014). Degradación química de suelos agrícolas en la península de Paraguaná, Venezuela. *Suelos Ecuatoriales*, 44 (1), 22-28.

Pérez, L. (2016). *Rol de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) dentro de un Plan de Ordenamiento Territorial y Desarrollo a nivel cantonal con un enfoque geo-administrativo.* (Tesis de Maestría). Universidad San Francisco de Quito. Quito.

Pérez, R., Ramírez, M. y Ponce, L. (2013). Evaluación agroproductiva de los suelos de la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Elpidio Gómez” de Palmira. *Universidad y Sociedad*, 5 (3), 35 – 42.



Pernús, M. y Sánchez, J. (2015). Salinidad en Cuba y tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de semillas. *Pastos y Forrajes*, 38 (4), 379-392.

Porta, J., López, M. y Poch, R. (2008). *Introducción a la edafología: uso y protección del suelo* (2ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa.

Quintana-Blanco, W., Pinzón-Sandoval, E. y Torres, D. (2016). Evaluación del crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cv ICA Cerinza, bajo estrés salino. *U.D.C.A Act. & Div. Cient*, 19 (1), 87-95.

Ramírez, J., Fernández, Y., González, P., Salazar, X., Iglesias, J. y Olivera, Y. (2015). Influencia de la fertilización en las propiedades físico-químicas de un suelo dedicado a la producción de semilla de *Megathyrus maximus* Jacq. *Pastos y Forrajes*, 38 (4), 393-402.

Ramírez, M., Urdaneta, A. y Pérez, E. (2017). Germinación del guayabo tipo “Criolla Roja” bajo condiciones de salinidad por cloruro de sodio. *Bioagro*, 29 (1), 65-70.

Ramón, A., Martínez, L., Suárez, C. y Salinas, E. (2017). La determinación de potencialidades agropecuarias y silvícolas en zonas de montaña: municipio Tercer Frente, Cuba. *Cuadernos de Geografía: Colombiana de Geografía*, 26 (1), 65-75.

Ruiz, F., Marrero, P., Cruz, O., Murillo, B. and García, J. (2008). Agroclimatic factor influences in the basil productivity (*Ocimum basilicum* L.) in an arid area of Baja California Sur, Mexico. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17 (1), 44 - 47.

Scarlato, M., Giménez, G., Lenzi, A., Borges, A., Bentancur, O. y Dogliotti, S. (2017). Análisis y jerarquización de factores determinantes de las brechas de rendimiento del cultivo de frutilla en el sur del Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 21(1), 43-57.

Shrivastava, P. and Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J. Biol. Sci*, 22, 123-131.



Suárez, J., Rodríguez, E. y Duran, E. (2015). Efecto de las condiciones de cultivo, las características químicas del suelo y el manejo de grano en los atributos sensoriales de café (*Coffea arabica* L.) en taza. *Acta Agronómica*, 64 (4), 342-348.

USDA (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Washington: USDA.

Valle, S., Puertas, A., Rodríguez, S., Expósito, I., Fiallos, A. y Caicedo, W. (2014). Efecto de la precipitación en la incidencia del salivazo (*Mahanarva andigena* J.) en la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). *Granma Ciencia*, 18 (3), 1 – 10.

Vargas, H. y Ponce, D. (2008). Evaluación de la aptitud de las tierras del municipio San José de las Lajas para las Clases Generales de Uso Agrícola y Ganadero. I. Aptitud física. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17 (4), 64 - 68.

Vega, S. M. (2009). *Nueva tecnología de evaluación agroproductiva de los suelos*. Matanzas, Cuba: Laboratorio Provincial de Suelos.

Xiao, G., Zhang, Q., Yao, Y., Yang, S., Wang, R., Xiong, Y. and Sun, Z. (2007). Effects of temperature increase on use and crop yields in a pea-spring wheat-potato rotation. *Agricultural Water Management*, 91, 86 - 91.

Zhu, J., Bie, Z., Huang, Y. and Han, X. (2008). Effect of grafting on the growth and ion concentrations of cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54 (6), 895 - 902.

