

---

# PRODUCCION SOSTENIDA DE ALIMENTOS EN LATINO AMERICA

(Segunda Parte)

## LIMITACIONES PARA OBTENER RENDIMIENTOS ALTOS SOSTENIBLES EN LATINO AMERICA.

En muchos casos, la búsqueda de altos rendimientos en las zonas tropicales y subtropicales de Latino América se ha circunscrito a investigación a corto plazo con dosis altas de fertilizantes. Aun cuando se han obtenido excelentes respuestas y se ha demostrado la utilidad del uso de altas dosis de fertilizantes para obtener rendimientos altos, la producción comercial en campos de agricultores decrece con el tiempo, en algunos casos substancialmente. Esto indica que no existe productividad sostenida y que en ese momento son otros los factores limitantes de la producción, más allá del uso adecuado de fertilizantes, que deben ser identificados y entendidos.

Se ha determinado que el principal factor limitante de la sostenibilidad de la producción de altos rendimientos de los suelos tropicales y subtropicales es la degradación del suelo. Se ha declarado a la degradación del suelo como "La Crisis Silenciosa" y este fenómeno representa actualmente la más seria limitación para la producción de alimentos. La degradación del suelo no es otra cosa que la reducción de la calidad del suelo para mantener una productividad sostenida. Este es un fenómeno complejo en el cuál factores naturales y humanos contribuyen a la pérdida de la capacidad de producción de suelos [9, 10].

Las proyecciones del potencial de producción en los trópicos no se han cumplido en muchos casos porque se han ignorado los efectos de la degradación del suelo en la producción sostenida de cultivos [9]. Los rendimientos altos obtenidos inicialmente declinan rápidamente y la aplicación de dosis altas de fertilizantes no producen el efecto esperado llevando a la errónea conclusión de que no es necesaria la utilización fertilizantes en dosis adecuadas, aun cuando es evidente que los rendimientos son bajos.

Los procesos de degradación del suelo se manifiestan en la mayoría de los casos a través de problemas de compactación, encostramiento y sellado superficial, salinización, sodificación y erosión hídrica y eólica [9, 11].

Existen una diversidad de ambientes en América Latina y las condiciones limitantes varían dentro de una amplia zona de condiciones climáticas, fisiográficas y de suelo. Estas condiciones hacen que los procesos de degradación del suelo sean diferentes en mecanismo y magnitud y en consecuencia los esfuerzos y metodologías encaminadas a conocer, entender y solucionar estos problemas son también diferentes.

El proyecto de Zonas Agro-Ecológicas de la FAO ha identificado en Latino América los siguientes ambientes agroclimáticos [9]: árido, semiárido, subhúmedo, húmedo, áreas de altas pendientes y zonas frías. En este artículo se usa esta clasificación, que es bastante amplia, para discutir ligeramente los procesos que limitan la producción de rendimientos altos sostenidos en Latino América.

## ZONAS ARIDAS

El alto costo de los sistemas de agricultura bajo riego en zonas áridas y semiáridas obliga a un manejo intensivo de los insumos, principalmente fertilizantes y variedades de alto potencial y a la ocupación continua del suelo, para lograr un eficiente uso del agua. La producción sostenida de altos rendimientos en ciertas áreas áridas y semiáridas de Latino América no ha sido posible por problemas graves de salinización y sodificación. Los suelos afectados con problemas de exceso de sales y sodio son muy difíciles de manejar, el costo asociado con enmiendas es alto y los rendimientos decrecen rápidamente. La recuperación de estos suelos es difícil y costosa. Este factor limitante de rendimientos altos es cada día más agudo y se están perdiendo rápidamente las altas inversiones hechas en la construcción y desarrollo de amplios sistemas de riego. Es crítica la relación agua-clima-suelo para prevenir los problemas de salinización y sodificación y poder mantener agricultura sostenida de altos rendimientos [9].

## ZONAS SEMIARIDAS Y SUBHUMEDAS

Las áreas semiáridas y subhúmedas de Latino América son las que presentan mayor potencial para incorporación de nuevas tierras a la producción [9]. Se pueden citar como ejemplos, los llanos Centrales y Orientales de Venezuela y las sabanas Orientales de Colombia. En el caso de los llanos Centrales de Venezuela los suelos de texturas arenosas o francas presentan severas limitaciones de fertilidad donde prevalecen condiciones ácidas, bajo contenido de materia orgánica, fósforo, calcio y magnesio. Investigación realizada en estos suelos ha demostrado la posibilidad de obtener, con adecuada tecnología que elimina estos factores limitantes primarios, altos rendimientos de cultivos rentables como sorgo y soya [12]. Algunos de estos resultados se presentan en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Rendimientos altos de sorgo obtenidos con adecuado uso de fertilizantes en el estado de Guárico, Venezuela.

Manejo de fertilizantes	Rendimiento kg/ha
150 kg Urea presiembra	3684
300 kg/ha 12-24-12 + 100 kg/ha Urea presiembra al voleo e incorporado	5919
300 kg/ha 12-24-12 presiembra al voleo e incorporado + 100 kg/ha Urea 25 días después de emergencia	6990

Adaptado de Casanova [12]

Se estima que la superficie a sembrarse con sorgo en el estado de Guárico, en Venezuela, en 1990, será de 450.000 ha para cubrir solamente un porcentaje de las necesidades nacionales. La producción de soya se limita a aproximadamente 10.000 ha mientras que casi la totalidad de la soya consumida en Venezuela se importa [12]. Se estima que la superficie a sembrarse con soya será de alrededor de 50.000 ha en 1995 y de 140.000 ha en 1999 [14]. Es evidente entonces el alto potencial de producir altos rendimientos en extensas áreas pero el manejo adecuado de estos suelos, para el mantenimiento sostenido de estos altos rendimientos, no es tan claro todavía.

La labranza convencional de estos suelos ubicados en un paisaje dominado por relieve colinado incentiva la pérdida

de altas cantidades de suelo por erosión [12]. En estas condiciones el horizonte A con mejor contenido de materia orgánica y nutrientes se pierde aceleradamente, exponiendo a la superficie el horizonte B menos fértil y más duro [12], esto indudablemente reduce los rendimientos.

Tabla 4. Rendimiento de Soya a aplicaciones de cal en la Mesa de Guanipa, Venezuela.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Cal	Rendimiento kg/ha
0	No	88
0	Si *	119
230	No	2891
230	Si *	2720

\* Medias calculadas de los tratamientos con 300 y 600 kg/ha de cal.

Adaptado de Solórzano [13].

Se han demostrado las ventajas de la labranza mínima o cero labranza en este tipo de suelos. Esta práctica de manejo reduce la erosión, enriquece el suelo con materia orgánica y permite el uso más eficiente de los fertilizantes y el agua permitiendo de esta forma rendimientos sostenidos. El efecto de varios tipos de labranza en el control de erosión y pérdida de nutrientes, en suelos de Chaguaramas, Venezuela, se ilustra en la tabla 5.

Aun cuando las ventajas de la labranza mínima son obvias existen muchos obstáculos para su uso extensivo a nivel comercial siendo el más importante la falta de equipo apropiado. Una alternativa sería la adaptación de equipo existente que se ajuste a las condiciones de suelo y cultivo a sembrarse [12]. En estas áreas se deben introducir, tan pronto como sea posible, prácticas de manejo del suelo que disminuyan o detengan los procesos de degradación. En áreas nuevas lo ideal sería el iniciar los cultivos comerciales con estas prácticas antes que la degradación del suelo sea de tal magnitud que haga difícil y costosa la obtención de rendimientos sostenidos [9].



Tabla 5. Pérdida de suelos y nutrimentos en relación al manejo del suelo en el cultivo del sorgo. Chaguaramas, Venezuela.

TRATAMIENTO	PERDIDAS			
	SUELO t/ha	MAT. ORG. kg/ha	N	P
Suelos Desnudos	73.8	1313	141.4	2.39
Lab. Convencional	17.3	392	36.0	1.39
Lab. Mínima	2.1	52	4.7	0.19

Adaptado de Casanova [12].

### ZONAS HUMEDAS

Las zonas húmedas de América Latina comprenden extensas áreas de compleja diversidad que en general están cubiertas de bosques naturales con ecosistemas frágiles. La deforestación acelerada de estas áreas tiene efecto en el clima local y un no bien definido efecto en el clima mundial [9]. En general la deforestación se inicia con un proceso de tala y quema del bosque efectuado por agricultores sin tierra que utilizan las áreas deforestadas para producir cultivos itinerantes. Los factores socio-económicos que acentúan estos procesos son variados y complejos pero el resultado final es que este tipo de agricultura no es sostenible y más bien incentiva la deforestación y la degradación del suelo [9, 15, 16].

Investigación ha demostrado que se puede reducir la tasa de deforestación al desarrollar y adaptar técnicas sostenibles de manejo que permitan utilizar las áreas ya desmontadas con cultivos continuos por tiempo indefinido. Se ha acumulado suficiente evidencia que permite asegurar que es posible la producción de cultivos en las zonas tropicales húmedas con el adecuado uso de cal, fertilizantes, rotaciones y prácticas de conservación de suelos. Se ha sugerido que la mayor productividad del suelo bajo estas condiciones de manejo reduciría la deforestación y por cada hectárea manejada con esta tecnología de 5 a 10 hectáreas serían salvadas de ser deforestadas [17].

Por otro lado es poco probable que los agricultores migratorios estén en condiciones de cambiar rápidamente a sistemas de producción continua debido, entre otros factores, a la falta de crédito y a la limitada infraestructura que no permite ni obtener insumos ni vender los productos. En estos casos son más útiles sistemas intermedios de bajos in-

sumos, como transición a sistemas más intensos como agroforestería, pasturas con leguminosas y rotaciones continuas de cultivos [15, 16]. La tecnología de bajos insumos utilizada en estos sistemas de transición hace uso de cultivos de especies adaptadas a las limitaciones de suelos, principalmente acidez, para minimizar pero no eliminar insumos como fertilizantes y cal y maximizar el reciclaje de nutrientes [15].

En suelos planos bien drenados de los trópicos húmedos se puede desarrollar agricultura mecanizada continua y sostenida usando cal y fertilizantes. Esto permite producir alimentos en forma estable en menos cantidad de tierra y se reduce la necesidad de deforestar extensas zonas de bosques naturales para producir alimentos [17]. La posibilidad de obtener rendimientos sostenibles en estas condiciones ha sido documentada en oxisoles de Manaus, Brasil [18] y en vertisoles de Yurimaguas, Perú [17]. En el último caso un sistema continuo que produce dos cultivos al año ha permanecido estable por 17 años con un mejoramiento de las propiedades químicas y sin deterioro de las propiedades físicas del suelo [17].

Es importante aclarar que todos estos sistemas de producción buscan utilizar eficientemente, con agricultura sostenible, los suelos ya deforestados en búsqueda de disminuir y eventualmente eliminar la deforestación.

### ZONAS CON PENDIENTES ALTAS

Estas zonas se encuentran localizadas en los Andes y Centro América. En el pasado se establecieron en estas áreas poblaciones relativamente densas pero estables que aprovecharon de las condiciones de clima moderado, disponibilidad de agua y suelos de buena fertilidad para asentarse [9]. La presión sobre la tierra, producto del rápido crecimiento poblacional, ha desencadenado problemas sociales y ambientales que han promovido un acelerado proceso de erosión que ha degradado el suelo a niveles extremos.

En estas condiciones la producción de rendimientos sostenibles es muy difícil. Es alarmante la consistente tendencia a obtener menor cantidad de alimentos frente a una población creciente. Es claro además que en estas áreas ya no existe frontera agrícola y que para satisfacer la demanda es necesario incrementar los rendimientos de parcelas pequeñas que han producido tradicionalmente una variedad de alimentos.

El problema es en extremo complejo y muchas de estas áreas han sido abandonadas porque nada crece en estos suelos intensamente erosionados. Este es el caso de extensas zonas de los Andes de Colombia, Ecuador, Perú y



Bolivia. Solamente un programa agresivo de conservación y manejo de suelos permitirá el mantener agricultura sostenida en estas áreas. En muchos casos y en futuro no muy lejano serán necesarios programas de rehabilitación de suelos para poder cubrir la necesidad de producción de alimentos.

#### TIERRAS SIN LIMITACIONES APARENTES

Extensas zonas planas en áreas con clima templado y subtropical, con suelos de buena calidad, son apropiadas para agricultura intensiva y de alta mecanización. Estas zonas tienen el más alto potencial de producción de Latinoamérica pero el uso intenso de la tierra provoca problemas cada vez más graves de degradación del suelo provocados por el uso inadecuado de maquinaria agrícola. Rendimientos muy altos no son sostenibles y la productividad está por debajo del potencial de los suelos y los cultivos [9].

Se ha identificado a la compactación como la principal causa de la degradación física de estos suelos. Este fenómeno afecta directamente el crecimiento y el rendimiento de los cultivos al afectar la tasa de difusión de oxígeno e infiltración del agua y el normal desarrollo de las raíces. Esto finalmente produce la formación de un volumen escaso de raíces que no tienen capacidad de absorber nutrientes y agua eficientemente. Se observan entonces, en suelos profundos sin aparentes limitaciones, síntomas como lento desarrollo de plantas, deformación de raíces, poco enraizamiento, frecuentes volcamientos del cultivo, marchitamiento de las plantas pocos días después de la lluvia y baja respuesta a la aplicación de fertilizantes. Efectos indirectos de la compactación son el incremento del peligro de erosión, encharcamiento, escorrentía, encostramiento y sellado superficial [10, 18, 19].

En general, se deben insentivar prácticas de uso del suelo que eviten la formación de capas endurecidas o que rompan las que ya se han formado para proporcionar un medio adecuado para el desarrollo de las raíces que permita el óptimo aprovechamiento de agua y nutrientes. En la tabla 6 se ilustra un ejemplo del efecto del subsolado en el desarrollo de raíces.

La excesiva compactación del suelo es hoy en día más extensiva que nunca y ejemplos de áreas afectadas son los llanos Occidentales de Venezuela, los valles del Magdalena Medio y Alto y el valle del Cauca en Colombia y la cuenca del Río Guayas en Ecuador.

Estas zonas tienen un alto potencial para producir rendimientos muy altos pero los rendimientos han decrecido en los últimos años.

Tabla 6. Influencia del pie de arado y del subsolado en el desarrollo de las raíces de soja

Fecha	Profundidad de Enraizamiento en cm	
	L. Convencional*	Subsolado +
Julio 1	0	0
" 6	13.2	21.9
" 8	16.0	35.6
" 11	20.6	45.5
" 13	20.6	56.1
" 15	21.3	50.8

\* Pie de arado a 25 cm.

+ Subsulado a 50 cm de profundidad y siembra sobre la línea de subsolado.

Adaptado de Amézquita [20].

#### INVESTIGACION EN MANEJO DE SUELOS A LARGO PLAZO

En la discusión anterior se ha demostrado la posibilidad de obtener altos rendimientos en todos los ambientes de América Latina con el uso adecuado de fertilizantes y otros insumos. Por otro lado es aparente que estos rendimientos altos no se mantienen debido a factores limitantes que no permiten que el potencial de las variedades y el efecto de los fertilizantes se expresen completamente. Dentro de este contexto se hace necesario evaluar métodos de manejo de suelo y cultivos que permitan sostener la producción indefinidamente. Esto será posible con el diseño, conducción y evaluación de experimentos de fertilizantes y manejo de suelos y cultivos a largo plazo.

Los experimentos a largo plazo tienen como objetivo el determinar el potencial de producción y el evaluar la capacidad del suelo para soportar manejos intensivos y mantener los rendimientos. Es sorprendente lo poco que se conoce acerca de la dinámica de macro y micro nutrientes a largo plazo y el efecto de la producción continua en el contenido de materia orgánica y en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos tropicales y subtropicales. Mas aún la evaluación cuidadosa de los cambios en rendimientos y de la evolución de la fertilidad del suelo, en experimentos a largo plazo, permitirá un mejor conocimiento de los limitantes nutricionales y los problemas de manejo que se encuentran cuando el suelo es sujeto de manejo intensivo [20, 21].

## BIBLIOGRAFIA

8. Tamaka, A. (1990): "Maximum yield research - welcoming address". Proceedings of the 14th International Congress of Soil Science. Maximum Yield Research Symposium, Kyoto, Japan, 1.
9. Benites, J. R., Pla Sentis, I., y Couço, W. (1990): "Manejo de Tierras en Latino América y el Caribe. Problemas Técnicos y Prioridades". Memorias del XI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Habana, Cuba, (En Prensa).
10. Brady, M.C. (1986): "Soil and world food supplies". Proceedings of the 13th International Soil Science Congress, Hamburg, Germany, I: 61-79.
11. Pla Sentis, I. (1990): "Methodological problems to evaluate soil physical degradation". Proceedings of the 14th International Soil Science Congress, Kyoto, Japan, I. 96-100.
12. Casanova, E. (1990): "Manejo de suelos en cultivos de importancia agrícola en los llanos centrales de Venezuela". Memorias del Taller de Investigación en Suelos Tropicales, RISTROP, San José, Costa Rica, (En Prensa).
13. Solorzano, P. R. (1990): "Influence of fertilizer and lime on grain sorghum and soybean yields in Mesa de Guanipa área". Better Crops International, 6 (1), 4-5.
14. Gilbert de Brito, J. Peréz, R., y Cid. B. (1989). Estimación de las necesidades actuales y potenciales de fertilizantes y enmiendas en función de los análisis de suelos. MAC, FONAIAP, CENAIAP. Caracas, Venezuela.
15. Sánchez, P. A. y Benites, J. R. (1990): "Cultivos de bajos insumos para suelos ácidos de los trópicos húmedos". Memorias del Taller de Investigación en Suelos Tropicales, RISTROP, San José, Costa Rica, (En Prensa).
16. Sánchez, P. A. (1990): "Iniciativa para la reducción de la deforestación. Un imperativo para la sostenibilidad del mundo en el siglo veintiuno". Memorias del Taller de Investigación en Suelos Tropicales, RISTROP, San José, Costa Rica, (En Prensa).
17. Alegre, J. C. y Sánchez, P. A. (1990): "Manejo de suelos con cultivos continuos en los trópicos húmedos". Memorias del Taller de Investigación en Suelos Tropicales RISTROP, San José, Costa Rica, (En Prensa).
18. Smyth, J. T., Cravo, M. and Bastos J. (1985): "Soil nutrient dynamics and fertility management for sustained crop production on oxisols of the Brazilian Amazon". TROPSOILS technical report, 1985; 88-94.
19. Amézquita, C. (1990): "Algunas consideraciones agroclimáticas y edáficas para uso y manejo integral de suelos". Memorias del Taller de Investigación en Suelos Tropicales RISTROP, San José, Costa Rica. (En Prensa).
20. Amézquita, C. (1990): "Respuesta de los cultivos a la fertilización en áreas de agricultura intensiva". Memorias del Taller de Investigación en Suelos Tropicales, RISTROP, Universidad de Costa Rica, San José, (En Prensa).
21. Agboola, A. (1990): "Long Term Fertilizer experiments experiments". Proceedings of the 14th International Soil Science Congress, Kyoto, Japan, IV:3-4.
22. Juo, A. S. R. (1990): "Long term soil fertility experiments - An overview". Proceedings of the 14th International Soil Science Congress, Kyoto, Japan, IV: 4-8.
23. Wall, P. C. (1989): "Yield limitations in two contrasting cropping systems of Latin America". In "Fertilizer Latin America". Proceedings of the International Conference, Caracas, Venezuela, 9-23.