

Resumen de Resultados en Sistemas de Cultivos con Bajos Insumos

Manoel S. Cravo¹

Existen previsiones de que, para mantener la actual demanda mundial de alimentos habrá necesidad de cultivar más de 200 millones de hectáreas en nuevas áreas (FAO, 1978). Estudios de evaluación de recursos naturales indican que terrenos vírgenes y subutilizados solamente pueden ser encontrados en los trópicos húmedos y en las sabanas ácidas (Sánchez, 1976). La región ecológica del trópico húmedo comprende aproximadamente 1500 millones de hectáreas (Sánchez, 1976), mientras que la de sabanas ácidas cerca de 300 millones (Sánchez y Salinas, 1981). De esos totales se estima que por lo menos la mitad puede ser utilizada para fines agropecuarios (Sánchez y Salinas, 1981), presentando asimismo limitaciones, principalmente de naturaleza química.

En la Amazonía, de un total de 484 millones de hectáreas, se estima que el 90% de los suelos presentan deficiencia de P, 73% toxicidad de Al y 56% tienen bajas reservas de K, constituyendo así, las principales limitaciones químicas para uso agrícola (Cochrane y Sánchez, 1982). Oxisoles y Ultisoles, representan el 75% de los suelos de la Amazonía, los cuales son ácidos e infértiles, pero con características físicas favorables para uso agrícola (Sánchez y Bandy, 1982).

El sistema de uso de estos suelos que todavía predomina es el de agricultura migratoria. Este sistema está basado en el uso de las cenizas de las quemadas como fertilizante y correctivo del suelo para el cultivo. Entretanto, pasado un máximo de dos años, el agricultor abandona el área e inicia el sistema en una nueva área.

Una alternativa que puede ser utilizada en sustitución a la agricultura migratoria es una rotación de cultivos anuales en forma continua con uso adecuado de cal y fertilizantes (Sánchez *et al.*, 1982; Lopes *et al.*, 1987). Con todo, este sistema de cultivo continuo con altos insumos, a pesar de sus ventajas agronómicas y económicas, sólo es posible en regiones que posean suficiente infraestructura vial, de mercado y de crédito, para que los productores puedan comprar cal y fertilizantes y también vender sus productos de dos o tres cosechas anuales a precios compensatorios (Nicholaides *et al.*, 1985). Frente a los efectos perjudiciales del sistema migratorio y a las exigencias de infraestructura diversa para un sistema de cultivo continuo, surge una tercera opción que es el "sistema de cultivos de ciclo corto con bajos insumos", el que es recomendado para suelos infértiles y ácidos con pendientes menores a 8%, así como también para restingas con suelos más fértiles (Sánchez y Benítes, 1983).

El sistema de cultivo con bajos insumos está basado en los siguientes puntos: 1) adaptación de las plantas a las limitaciones del suelo en vez de mejorar los suelos para adecuarlos a las necesidades de las plantas; 2) maximización de los rendimientos de los cultivos por unidad de insumo químico aplicado y 3) uso ventajoso de las características favorables de los suelos ácidos infértiles (Sánchez y Salinas, 1981). Esta opción, por lo tanto, es una etapa transicional entre la agricultura migratoria y la agricultura permanente con altos insumos, estando dirigida a minimizar, pero no necesariamente a eliminar los insumos.

CONCEPCION DEL SISTEMA

Las actividades que dieron la base para los cultivos con bajos insumos fueron iniciadas con una selección de plantas tolerantes a acidez. Numerosos cultivares y linajes de arroz (*Oryza sativa*), camote (*Ipomoea batatas*), soya (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*), maní (*Arachis hypogaea*) y caupí (*Vigna unguiculata*) fueron ensayados en Yurimaguas, Perú, en un Ultisol con niveles de saturación de Al de 63-82%. Estos estudios revelaron muchos cultivares de arroz y de caupí con alto potencial de rendimiento en suelos con elevada saturación de Al (Nicholaides y Piha, 1987).

Con esta información, Sánchez y Benítes (ver este volumen) desarrollaron un sistema de cultivos con bajos insumos para suelos ácidos en los trópicos húmedos basado en: 1) desbosque mediante tumba y quema; 2) rotación de cultivos de arroz y caupí tolerantes a acidez; 3) máximo retorno de residuos de cosechas al campo y 4) no aplicación de cal ni de fertilizantes y sin mecanización del área.

Dentro de estos principios, el estudio más antiguo que se conoce fue iniciado en Yurimaguas, Perú en 1982 (Sánchez y Benítes, ver este volumen) en un Ultisol con barbecho de 10 años. Después de la quema se hicieron siete cultivos, cinco de arroz y dos de caupí, en un período de 34 meses. El rendimiento total de los siete cultivos fue de 13.8 t/ha, siendo 11.5 t/ha de arroz y 2.3 t/ha de caupí. Al final de este período los rendimientos disminuyeron drásticamente en función del aumento de la competencia de los cultivos, principalmente del arroz con las malezas. Hasta el sexto cultivo de arroz, var. Africano Desconocido, no se observaron respuestas a la aplicación de fertilizantes (NPK), pero a partir del séptimo cultivo, la respuesta de arroz a la fertilización fue marcada.

RESULTADOS OBTENIDOS EN OTROS ENSAYOS

Experimentos semejantes fueron instalados en Yurimaguas y Pichis (Perú), Río Frío (Costa Rica), Rondonia (Brasil) y Chapare (Bolivia), a través de la Red de Investigación de Suelos Tropicales (RISTROP), propuesta con ocasión del Taller Latinoamericano sobre Manejo de Suelos Tropicales, realizado en Yurimaguas, Perú en 1986.

¹Ing. Agr. (M.Sc.), EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia, C.P. 455, 69.000 Manaus, Amazonas, Brasil.

Rendimiento de Granos

Los rendimientos de grano acumulados obtenidos en tres años de cultivo en Yurimaguas fueron de 6.9 t/ha de arroz y 1.4 t/ha de caupí (Smyth *et al.*, ver este volumen). Los rendimientos de arroz fueron considerados más bajos que los obtenidos anteriormente en un experimento adyacente (Sánchez y Benítez, ver este volumen), siendo atribuido a la mala distribución de las lluvias durante los cultivos. En ese experimento no se observaron respuestas significativas a los nutrimentos (NPK) aplicados.

En los demás experimentos, los resultados fueron variados. En Pichis (Perú), en cuatro cultivos consecutivos, los rendimientos de arroz y caupí fueron muy bajos (Zúñiga *et al.*, ver este volumen). En el tercer cultivo después de la quema se observó una respuesta significativa de arroz al P aplicado cuando la disponibilidad de P en el suelo disminuyó de 13 mg/L (después de la quema) a 5 mg/L en el tercer cultivo.

En Río Frío (Costa Rica), en seis cultivos consecutivos de arroz (3) y caupí (3) Bertsch y Vega (ver este volumen) observaron una disminución drástica en la productividad de granos, más sin respuesta a la aplicación de fertilizantes (NPK). En el tercer cultivo de cada especie, el rendimiento fue de aproximadamente 1/5 del obtenido en el primer cultivo. Los autores no saben con certeza a que atribuir tal disminución, pero señalan como posibles causas, los cambios en las épocas de siembra, el uso de semillas del cultivo anterior y un probable desbalance nutricional.

En la región de Chapare (Bolivia), hasta los 18 meses después de la quema fueron realizados tres cultivos consecutivos (arroz, caupí y maíz), sin fertilización. Aldunate y Mejía (ver este volumen) observaron altos rendimientos de arroz y baja productividad de maíz, comparados con la media regional. Los autores atribuyen estos resultados a la alta tolerancia del arroz y el caupí y a la no tolerancia de maíz a la alta saturación de Al del suelo.

En Rondonia (Brasil), Sampaio y George (ver este volumen) efectuaron cinco cultivos (3 de arroz y 2 de caupí) hasta 24 meses después de la quema. El caupí no llegó a producir granos debido a que la siembra coincidió con un período de sequía. La productividad de arroz fue baja en comparación a la media de la región. Los autores no obtuvieron respuesta significativa a P. Entretanto, un análisis más preciso de los resultados muestra un aumento medio de 36% de granos/cultivo, con una aplicación de 20 kg P/ha, al voleo, sin incorporación.

Prácticas de Manejo Consideradas Importantes

Una de las prácticas que se evidencia como una de las más importantes en el sistema de bajos insumos es una buena quema de la vegetación, ya que de ella depende la

liberación de nutrientes contenidos en la biomasa, en forma de ceniza. Debido a esto, en los lugares en donde la quema fue mal efectuada (Rondonia, Brasil y Río Frío, Costa Rica) hubo tendencia de respuesta a los nutrimentos más temprano y problemas de desbalance nutricional, respectivamente.

La importancia de las cenizas también se destaca por su valor neutralizante de la acidez del suelo. Smyth *et al.* (ver este volumen) estimaron que el efecto correctivo de las cenizas en Yurimaguas sería equivalente a 756 kg de CaCO_3 /ha, asumiendo que todo el Ca y el Mg en la ceniza están en forma oxidada. Aldunate y Mejía (ver este volumen) estimaron que este efecto sería de 387 y 107 kg/ha de CaCO_3 y MgCO_3 , respectivamente. De cualquier manera, los efectos de la ceniza como fertilizante y como correctivo son de corta duración (Smyth *et al.*, ver este volumen).

En todos los lugares se destacó la importancia del retorno de los residuos de los cultivos al campo, como medida de economía en el uso de fertilizantes, ya que gran parte de los nutrimentos extraídos por los cultivos queda almacenada en dichos residuos. Estimados hechos en Yurimaguas (Sánchez y Benítez, ver este volumen) indican que los residuos de los cultivos, incluyendo las raíces, retornaron al suelo 62% de la materia seca producida, 54% de N, 70% de Mg, 89% de K, 95% de Ca y 38% de P acumulados por los cultivos. Estos retornos corresponden a una fertilización anual de 98, 7, 199, 33 y 13 kg/ha de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente.

La falta de respuesta a P en la mayoría de los experimentos es de cierta manera sorprendente. Smyth *et al.* (ver este volumen) en Yurimaguas y Sampaio y George (ver este volumen) en Rondonia llaman la atención sobre la disminución de los niveles de P en el suelo a 5 mg/L, por los métodos Olsen Modificado y Mehlich 1, respectivamente, sin respuesta significativa al P aplicado. Tal vez esta falta de respuesta esté relacionada a las bajas productividades de los cultivos en el sistema de bajos insumos, una vez que el nivel crítico de P, extraído por el método de Olsen Modificado, y estimado para la mayoría de los cultivos en 10 mg/L, está desarrollado para sistemas de cultivos con altos insumos en Yurimaguas (Smyth *et al.*, ver este volumen). Por otro lado, Cravo y Smyth (ver este volumen) mencionan los niveles de 6, 8 y 9 mg/L de P, extraídos por Mehlich 1, como críticos para maíz, caupí y maní en un Oxisol de Manaus, con uso de altos insumos.

El principal problema que se evidencia para el sistema de bajos insumos es la competencia de malezas. Sánchez y Benítez (ver este volumen) observaron que el aumento progresivo de las dificultades para controlar las malezas se constituyó en el factor más importante que determinó la inestabilidad del sistema de bajos insumos, a partir del tercer año. En todos los demás trabajos, el problema con

malezas también ha sido motivo de preocupación. Una solución señalada como promisorias para minimizar la infestación de malezas es el uso de una leguminosa de cobertura, durante un período de descanso del área. Se señalan como leguminosas promisorias el kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*) (Sánchez y Benítez, ver este volumen) y *Mucuna cochinchinensis* (Smyth *et al.*, ver este volumen), consideradas de rápido crecimiento y cobertura del suelo, buenas productoras de materia seca y de buena capacidad de reciclaje de nutrientes y de supresión de malezas. Todavía existen dudas, entretanto, sobre cuánto tiempo después de la quema se debe establecer esta cobertura y sobre el período que debe permanecer en el campo antes de reiniciarse los cultivos.

CONCLUSIONES

El uso de sistemas de cultivos con bajos insumos se viene mostrando bastante ventajoso comparado con el sistema migratorio, en aspectos agronómicos, económicos y principalmente ecológicos. Sin embargo, todavía existen muchas preguntas para ser respondidas por la investigación, tales como las señaladas por Sánchez y Benítez, Smyth *et al.*, y Zúñiga *et al.*, (ver este volumen).

Los datos hoy existentes todavía no son suficientes para establecer recomendaciones definitivas de sistema de cultivo a largo plazo, pero se constituyen como informaciones muy valiosas sobre los problemas de la agricultura en los trópicos húmedos y sirven de base para la orientación de futuras investigaciones al respecto.

LITERATURA CITADA

- Cochrane, T.T. y P.A. Sánchez. 1982. Land resources, soils and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. En S.B. Hetch (ed.) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. CIAT, Cali, Colombia. pp. 137-209.
- FAO. 1978. Agriculture Towards the Year 2000. Roma, Italia.
- Lopes, A.S., T.J. Smyth y N. Curi. 1987. The need for a soil fertility reference base and nutrient dynamics studies. En P.A. Sánchez, E.R. Stoner and E. Pushparajah (eds.). Management of Acid Topical Soils for Sustainable Agriculture. IBSRAM Proceedings. Bangkok, Thailand. 2: 147-166.
- Nicholaides, J.J., D.E. Bandy, P.A. Sánchez, J.R. Benítez, J.H. Villachica, A.J. Coutu y C.S. Valverde. 1985. Agricultural alternatives for the Amazon Basin. BioScience 35: 279-285.
- Nicholaides, J.J. y M.J. Piha. 1987. A new methodology to select cultivars tolerant to aluminum and with high yield potentials. En L.M. Gourley y J.G. Salinas (eds.). Sorghum for Acid Soils. CIAT, Cali, Colombia. pp. 103-116.
- Sánchez, P.A. 1976. Suelos del Trópico - características y manejo. IICA, San José, Costa Rica.
- Sánchez, P.A. y D.E. Bandy. 1982. Suelos de la Amazonía y su manejo para la producción continua de cultivos. Suelos Ecuatoriales 12: 301-315.
- Sánchez, P.A. y J.R. Benítez. 1983. Opciones tecnológicas para el manejo racional de suelos en la selva peruana. CIPA XVI, Estación Experimental de Yurimaguas, Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA). Yurimaguas, Perú. Serie de Separatas No 6.
- Sánchez, P.A., D.E. Bandy, J.H. Villachica y J.J. Nicholaides. 1982. Amazon Basin soils: management for continuous crop production. Science 216: 821-827.
- Sánchez, P.A. y J.G. Salinas. 1981. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in Tropical America. Adv. Agron. 34: 279-406.