

**LAS ROCAS FOSFORICAS NATURALES Y MODIFICADAS Y SU USO POTENCIAL EN CULTIVOS  
Y SUELOS EN VENEZUELA**

**Conferencista: Eduardo Casanova O.**

**Moderador: César Alcalá-Brazón**

## **LAS ROCAS FOSFÓRICAS NATURALES Y MODIFICADAS Y SU USO POTENCIAL EN CULTIVOS Y SUELOS EN VENEZUELA**

Eduardo Casanova O. PALMAVEN. Gerencia de Tecnología y UCV, Facultad de Agronomía

Los suelos venezolanos más evolucionados con características de baja fertilidad natural, ácidos, generalmente asociados al término de suelos marginales, representan aproximadamente el 64% de la superficie del territorio nacional (58.324.000 hectáreas), de la cual el 14,6% (8.495.900 hectáreas) tiene vocación agrícola (PALMAVEN, 1989) y, en consecuencia, podrían ser incorporadas a los procesos de producción una vez que las limitaciones de fertilidad, entre otras (pendiente, drenaje), se hayan solucionado con el uso de fertilizantes y enmiendas. Esta afirmación es coincidente con la de Comerma y Paredes (1978), donde estiman un 32% de suelos con limitaciones principales de fertilidad, a lo cual habría que agregar los suelos con problemas de pendiente y drenaje como primera limitación, pero también con deficiencias de fertilidad y acidez llevando la cifra total a un 75%. Uno de los varios nutrimentos deficitarios en esos suelos es el fósforo y los insumos para la fabricación de fertilizantes fosfatados han sido históricamente importados a pesar de las grandes reservas de rocas fosfóricas conocidas en el país desde hace más de 20 años. No es sino en los últimos tres años que en Venezuela comienza la explotación de sus recursos fosfáticos en el Táchira para uso agrícola directo a los fines de ir progresivamente sustituyendo las importaciones, lo cual representa ahorro de divisas y un aumento potencial en la producción de alimentos, debido al uso de fertilizantes de fácil disponibilidad.

Instituciones como PALMAVEN, PEQUIVEN y FOSFASUROESTE, han mostrado un gran interés en la explotación, minería, producción y comercialización de las rocas fosfóricas nacionales y así, a mediano plazo, lograr la independencia de Venezuela en lo que a fertilizantes fosfatados importados se refiere. Para ayudar al logro de este objetivo se ha preparado esta publicación, cuya meta es desarrollar estrategias para el uso de las rocas fosfóricas naturales y modificadas en cultivos y suelos en las regiones de importancia agrícola en el país. A los fines de cumplir con este objetivo, los siguientes aspectos de la agricultura venezolana y del sector de fertilizantes han sido descritos y analizados:

1. El uso de fertilizantes fosfatados.
2. La oferta y demanda de los fertilizantes fosfatados en Venezuela en el sector vegetal, animal e industrial.
3. Los depósitos de fosfatos en Venezuela.
4. Evaluación agronómica y económica de las diferentes formas de rocas fosfóricas en Venezuela.
5. Uso potencial de las rocas fosfóricas naturales y modificadas en la agricultura venezolana en función de cultivos y suelos.
6. Potencial de las rocas fosfóricas en las mezclas físicas de fertilizantes.

Dada la naturaleza de esta publicación, se le ha dado especial énfasis al fósforo; sin embargo, en algunas secciones se hace referencia a otros dos nutrimentos de gran importancia en la agricultura venezolana, como son el nitrógeno y el potasio.

### **El uso de los Fertilizantes Fosfatados en Venezuela**

Del análisis realizado sobre esta materia, se pueden resumir los siguientes aspectos:

1. En los últimos diez años (1982-1990) se ha vendido 2,6 veces más fosfato diamónico que superfosfato triple.
2. De los fertilizantes complejos (N-P-K) ofertados en los últimos diez años, las únicas fórmulas que se han vendido consistentemente son 15-15-15 CP y 12-24-12 CP. Estas dos fórmulas están siendo usadas indiscriminadamente en suelos y cultivos en el país.
3. En los años considerados, se vendió aproximadamente cinco veces más fósforo por los productos complejos que por productos simples, a pesar de que proporcionalmente es más costoso el kg de  $P_2O_5$  en productos complejos que en simples.
4. Existen cultivos cuya superficie sembrada es totalmente fertilizada (arroz, girasol, maní, uva) y un gran número de cultivos que no llegan a fertilizar el 50% de la superficie sembrada.
5. Los mayores consumidores de fertilizantes fosfatados simples son cultivos permanentes, cuyos requerimientos pudieran ser cubiertos en la mayoría de los casos por fuentes fosfatadas de menor solubilidad como las rocas fosfóricas micronizadas y modificadas,
6. Se destaca el alto consumo de fórmulas con alto contenido de fósforo por los cereales, debido a la naturaleza ácida y deficiencias de fósforo en suelos de Anzoátegui, Guarico y Barinas.
7. Existen diferencias notables por cultivo entre las dosis promedio de fertilizante usada y la que técnicamente se recomendaría en función de suelos y cultivos. Así se puede observar una sobrefertilización en la mayoría de los cultivos, siendo más notorio en papa, hortalizas, naranja, aguacate y piña. Por otro lado, existen cultivos que no son fertilizados suficientemente como el girasol, palma africana, cambur, café y uva.
8. Del total de fertilizantes vendidos en 1989, casi la mitad fue nitrogenada (47%), 31% fosfatado y 22% potásico. El promedio nacional en kg/Ha fue de 690 kg/Ha como N-P-K, valor muy similar al de los países desarrollados.
9. Existe una desproporción entre el uso de fertilizantes nitrogenados y los fosfatados en función de los suelos y cultivos que se siembran en Venezuela. Sí bien es cierto que el nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento y producción de las plantas y es fundamental aplicarlo, sobre todo en aquellos suelos con bajo nivel de materia orgánica. No es menos cierto que en Venezuela existen aproximadamente 60 millones de hectáreas con problemas de acidez, donde la principal limitación de fertilidad es la deficiencia de fósforo que sin su aplicación no se lograrían producciones agrícolas y pecuarias satisfactorias.

10. La reactividad de las rocas fosfóricas venezolanas aplicadas en forma directa se ve favorecida cuando el ph del suelo, el calcio intercambiable y la concentración del fósforo en el suelo sean bajos.
11. La experiencia nacional e internacional en granulometría para aplicación de rocas fosfóricas micronizadas sugiere que un tamaño de molienda de 100 mallas es suficiente para promover su solubilización y que una molienda más fina encarece los costos y tiene poca influencia en el comportamiento agronómico.
12. El tamaño de molienda descrito en el punto anterior no representa problemas para su aplicación en la mayoría de los cultivos permanentes donde ésta se hace de manera puntual. Sin embargo, para algunos cultivos permanentes (pastos, caña de azúcar), para todos los cultivos anuales susceptibles de recibir total o parcialmente el fósforo que requieren en forma de roca fosfórica, se necesitan procesos tecnológicos de granulación, de acidulación parcial y la compactación. En Venezuela, el Instituto de Ingeniería adelanta estudios de granulometría con agua, menos costoso que los procesos anteriores. Las decisiones sobre cuáles productos tendrían mayores ventajas en Venezuela, estarían relacionadas con la disponibilidad de recursos económicos, a las evaluaciones tecnológicas y agronómicas, y a la demanda de estos productos en función de suelos y cultivos.

### **La Oferta y la Demanda de los Fertilizantes Fósfatados en Venezuela en el sector vegetal, animal e industrial**

Las proyecciones de la demanda y la oferta de los fertilizantes fosfatados en Venezuela, se han venido realizando asumiendo una serie de premisas que en algunos casos varían dependiendo de la institución que está haciendo la proyección. En esta materia se pueden resumir los siguientes puntos:

1. Existen varias instituciones en Venezuela que han realizado proyecciones de demanda de fertilizantes, entre ellas el MAC/FONAIAP, la Comisión Nacional de Fertilizantes, PALMAVEN y FOSFASUROESTE. En el caso del fósforo, han sido coincidentes, mientras que para nitrógeno y potasio son bastantes diferentes.
2. En el caso específico de los fertilizantes fosfatados para el sector vegetal, se comparó la demanda tanto para productos simples como complejos, desde 1982 a 1990, con la oferta de esos mismos productos considerando para ello tanto la cantidad por producto vendida, como los inventarios de fin de año publicados por la Gerencia de Mercadeo de PALMAVEN.

De esa comparación se observan grandes diferencias, existiendo siempre un inventario de fin de año bastante alto. Igualmente se observó que la máxima oferta no coincide en ese período con la máxima demanda. En 1990, la oferta de fertilizantes fosfatados fue de 688.000 TM y la demanda de 514.000 TM sólo para el sector vegetal.

3. La oferta actual y demanda de roca fosfórica en Venezuela para 1990, se puede visualizar a tres niveles:

- 1) Una oferta a nivel de la mina de Monte Fresco en el Edo. Táchira, del orden de 55 millones de toneladas como reservas probadas.
- 2) Una oferta máxima de 80.000 TM como capacidad instalada de las tres plantas micronizadoras en el Táchira, que representa en la actualidad el producto ensacado y comercializado por PALMAVEN.
- 3) Una demanda actual creciente que en el primer año (1990) fue de 5.300 TM, pero que a corto plazo pueda subir significativamente a los niveles de la capacidad instalada de las plantas micronizadoras.
- 4) La demanda deseable de fósforo para la agricultura animal durante 1993 se estima en 162.000 TM de  $P_2O_5$ , de las cuales 22.000 serían los requerimientos de la industria de alimentos concentrados, 43.000 como sales minerales para el ganado vacuno en pastoreo y 97.000 para la fertilización de pastos. Esta demanda no es cubierta con la producción nacional y queda un déficit que debe ser importado.
- 5) La oferta y la demanda para el sector industrial estaría representada por la planta de ácido fosfórico de PEQUIVEN en Morón, con una capacidad inicial de 50.000 TM/año para la elaboración de fertilizantes. Desafortunadamente el DAP producido a partir de ese ácido no cumple los estándares internacionales, aunque sería adecuado para el consumo nacional. La otra planta de ácido fosfórico es la de TRIPOLIVEN con producción de tripóifosfato de sodio y pirofosfato sódico con destino a la industria nacional e internacional. Esta planta usa 70.000 TM/año de roca fosfórica de Marruecos.

### **Los Depósitos de Fosfatos en Venezuela**

Los aspectos más resaltantes de este tema son:

1. Los recursos fosfáticos venezolanos están ubicados en diferentes Estados del país, sin embargo, las reservas probadas de los yacimientos del Estado Táchira representan el 80% del total
2. Los tenores de  $P_2O_5$  de las rocas fosfóricas venezolanas son bastante buenos y tienen más fósforo por unidad de calcio que las rocas vendidas internacionalmente. El flúor es alto desde el punto de vista de alimentación animal directa.
3. A pesar de su alto tenor de fósforo, las rocas venezolanas tienen una relativa baja solubilidad, teniendo su mayor posibilidad de uso en cultivos permanentes.
4. A los fines de producir rocas fosfóricas aciduladas, los cálculos demuestran que se requiere de menor cantidad de ácido por tonelada de producto para la roca de Riecito que la de Navay o Monte Fresco.

5. El transporte de los fertilizantes fosfatados en Venezuela se hace mayormente por vía terrestre y en menor cuantía por cabotaje y tren. Una alternativa para el transporte de las rocas fosfóricas del Táchira es el eje fluvial Apure-Orinoco; sin embargo, la navegabilidad es de sólo ocho meses, su capacidad actual es de 60.000 TM/año y se requiere de una inversión importante para poner en funcionamiento los puertos de transferencia.

### **Evaluación Agronómica y Económica de las diferentes formas de Rocas Fosfóricas en Venezuela.**

Se conocen investigaciones del efecto agronómico de las rocas fosfóricas venezolanas desde 1937 y existen publicaciones del uso de estas rocas en suelos ácidos y diferentes cultivos en varias regiones del país. Estas investigaciones se condujeron fundamentalmente con la roca fosfórica Lobatera del Estado Táchira y Riecito del Estado Falcón. La primera de ellas proveniente de una mina de explotación por galería cerrada hace varios años y la segunda en concesión a PEQUIVEN para la producción de ácido fosfórico en Morón Edo. Carabobo. Los resultados señalados en este trabajo hacen especial referencia a las evaluaciones realizadas con las rocas de Monte Fresco, Navay, Riecito y otras que no están en explotación comercial pero que por sus características constituyen posibles fuentes a usar en el futuro.

### **Los aspectos más importantes destacados en este trabajo son:**

1. La mayoría de las evaluaciones agronómicas de rocas fosfórica micronizadas han sido realizadas en pastos. Los efectos más importantes son: aumento de los niveles de fósforo en suelos y plantas, efecto residual hasta en 11 cortes consecutivos y buena eficiencia agronómica relativa. Igualmente se evidencia un efecto mejorador del pH del suelo.
2. De los productos modificados a partir de la roca fosfórica, el PHS (roca fosfórica+azufre+bacterias thióbacilus) no refleja un efecto importante sobre el crecimiento y producción de los cultivos probada y en consecuencia no parece representar un potencial para producción comercial. Las rocas fosfóricas aciduladas al 40% han sido evaluadas satisfactoriamente en cultivos anuales como sorgo, soya y maíz, y permanentes como pastos y café, dando buenos rendimientos y eficiencias agronómicas comparables a las del superfosfato triple. Igualmente, las rocas fosfóricas compactadas con superfosfato triple evaluadas en sorgo y soya han mostrado rendimientos intermedios entre la aplicación de Superfosfato triple y las rocas fosfóricas micronizadas.
3. Cuando se evaluaron parámetros económicos como el aumento de ingreso neto a partir de las funciones de producción de los experimentos con rocas fosfóricas, se observó que en una primera cosecha de maíz el superfosfato triple en una dosis de 150 kg  $P_2O_5$ /Ha produjo los mejores valores, pero en una segunda cosecha la roca fosfórica de Monte Fresco produjo aumentos de ingresos netos similares al superfosfato triple.

## **Uso Potencial de las Rocas Fosfóricas Naturales y Modificadas en la Agricultura Venezolana en función de Cultivos y Suelos**

Para realizar una estimación del uso potencial de las rocas fosfóricas naturales y modificadas en la agricultura venezolana se aplicó el procedimiento descrito por el FONAIAP (de Bríto *et al.*, 1989) para hacer proyecciones de requerimientos nacionales de fertilizantes. De ese análisis se estimó para 1992 una demanda de rocas fosfóricas micronizadas en cultivos permanentes de 330.000 TM y asumiendo un consumo inicial del 20% se consideró un requerimiento de 66,000 TM, lo cual afortunadamente está dentro de los límites de capacidad de molienda anual de las plantas micronizadoras. En el caso de las rocas aciduladas, la demanda potencial para 1993 se estimó en 492.000 TM y en un 20% de consumo inicial de aproximadamente 100.000 TM.

### **Potencial de las Rocas Fosfóricas en las mezclas físicas de fertilizantes**

Tradicionalmente, la fuente de fósforo para las fórmulas N-P-K que se comercializan en Venezuela, es el fosfato diamónico, el cual posee una buena capacidad de granulación y buena calidad física del grano (N-P-K) obtenido. La única experiencia conocida con el uso de rocas fosfóricas en la producción de fórmulas N-P-K en Venezuela la ha realizado INTEVEP a nivel piloto con un aporte de 0,15 y 20% del total de fósforo ( $P_2O_5$ ) necesario para la fabricación de 12-24-12 y 13-26-06 con roca de Riecíto, obteniéndose conversión del  $P_2O_5$  de la roca a formas solubles, un ahorro sustancial en el proceso en millones de dólares por año y en sus primeras evaluaciones agronómicas a nivel de invernadero se observó buen desarrollo del cultivo.

Asimismo, existen evaluaciones desde 1990 de mezclas de rocas fosfóricas de Monte Fresco, Navay y Riecíto, con superfosfato triple, por procesos de compactación, con ácido sulfúrico y fosfato monoamónico en la producción de rocas aciduladas y con azufre elemental. Estos productos granulados serían susceptibles de ser usados en mezclas físicas de fertilizantes, ya que su granulo es posible adaptarlo al tamaño de urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio para la producción de mezclas N-P, P-K o N-P-K.

En conclusión: existe un potencial para el uso de las rocas fosfóricas en mezclas físicas de fertilizantes vía N-P-K, compactación o simple mezclado de las rocas fosfóricas con urea, cloruro de potasio e inclusive microelementos. Sin embargo, existen limitaciones tecnológicas que hay que resolver como la granulometría muy fina de la roca, manejo y costos.

**De este trabajo se derivaron un conjunto de recomendaciones que resumidamente se pueden enumerar así:**

1. La poca oferta de fórmulas N-P-K y el consumo cinco veces mayor de fósforo por venta de productos complejos en comparación a los simples, magnifica la necesidad de las mezclas de fertilizantes con producción de fórmulas más concentradas por unidad de peso, ahorros en transporte, escogencia de las fuentes más baratas por unidad de nutrimento y disminuir sustancialmente la cantidad de fertilizantes complejos importados y las divisas que salen al exterior por ese concepto.

2. Es importante evaluar por qué un gran número de cultivos no llegan a fertilizar el 50% de su superficie sembrada.
3. Se debe generar un plan de sustitución progresiva de fertilizantes simples de alta solubilidad en cultivos permanentes por rocas fosfóricas micronizadas y modificadas.
4. La asistencia técnica integral debe hacer énfasis en la cantidad de fertilizante que se debe usar en función de suelos y cultivos, para evitar la sobrefertilización o subfertilización en algunos rubros agrícolas.
5. El uso de la roca fosfórica micronizada se recomienda fundamentalmente en cultivos permanentes bajo condiciones de suelos ácidos. Sin embargo, en la medida en que disminuya el subsidio a los fertilizantes, la roca fosfórica tendría atractivo para los productores debido a su precio y pudieran usarla en suelos y cultivos donde la roca no produciría los rendimientos esperados. En consecuencia, se debe estar preparado para asesorar a los productores agrícolas sobre el uso adecuado de la roca fosfórica micronizada.
6. Dado que no existen diferencias sustanciales en la respuesta económica a las rocas fosfóricas de 100, 150 y 200 mallas, se debe estandarizar el tamaño de molienda en las plantas micronizadoras a 100 mallas.
7. Es necesario evaluar tecnológica, agronómica y económicamente el uso de rocas fosfóricas granuladas en cultivos extensivos como: caña de azúcar, café, frutales, yuca, pastos y forestales, por establecerse o ya establecidos.
8. Es fundamental que las instituciones que realizan proyecciones de demandas de fertilizantes se pongan de acuerdo en las premisas básicas necesarias a fin de que haya uniformidad de criterios en esas proyecciones.
9. Se debe comenzar con un programa modesto y progresivo de mineralización de la agricultura animal de Venezuela, en la cual la roca fosfórica directa e indirectamente tiene un papel fundamental para lo cual se debería defluorinizar.
10. Es importante que las empresas que producen y comercializan las rocas fosfóricas micronizadas y modificadas en Venezuela, estudien la factibilidad económica del uso del eje fluvial Apure-Orinoco para transporte de los recursos fosfáticos en el país.
11. La estimación del uso potencial de rocas fosfóricas naturales y modificadas en la agricultura vegetal y animal deseable superarán muy pronto la capacidad instalada de molienda de las actuales plantas micronizadoras. En consecuencia, es importante la adecuación de esas plantas a la demanda potencial o la construcción de una nueva planta de suministro seguro y de excelente calidad y presentación del producto (ensacado) más aun cuando al eliminarse el subsidio totalmente habrá que competir con productos importados, no sólo de buenas características económicas y agronómicas sino de buen control de calidad en su producción.