

ALGUNOS ASPECTOS DEL ENCALAMIENTO EN SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASTO · NARIÑO · COLOMBIA

HERNAN BURBANO O., HERNANDO LOPEZ R., RICARDO
GUERRERO R. Y ANTONIO ARIAS H.

I. INTRODUCCION

La práctica del encalamiento es bastante generalizada en el Altiplano de Pasto. Por esta razón se decidió adelantar un estudio al respecto en cuatro de sus zonas, que comprendió: análisis para determinar la calidad de la cal, que luego se adicionó a los suelos de las zonas estudiadas, tanto en una prueba de laboratorio, como en una prueba de invernadero en la cual se utilizó lechuga romana (*Lettuce parris* Island Cos.), como planta indicadora.

II. REVISION DE LITERATURA

La práctica de aplicar cal a los suelos es muy antigua. Pero es solo a fines del siglo pasado cuando se inician los estudios, para conocer los efectos del encalamiento, tanto en los suelos como en las cosechas (3).

Según Robinson (18) y Frear (9), el calcio tiende a flocular los coloides del suelo y éste adquiere fácilmente una estructura granular, que disminuye los efectos desfavorables de un gran contenido de arcilla y asegura una buena aireación y la libre infiltración del agua recibida por irrigación o lluvia.

La adición de cal al suelo, trae como fin inmediato la reducción de la concentración de iones H, que lleva a la disminución de su acidez (3).

En trabajos realizados en suelos de la Sabana de Bogotá, con el cultivo de papa, Vega y otros (22), llegaron a la conclusión de que si bien estos suelos son ácidos, la aplicación de cal aumenta los rendimientos. En una serie de los suelos señalados anteriormente, Marín y otros (14), encontraron que a una adición de 4 toneladas por hectárea de cal agrícola, su pH que era de 4.9, no tuvo una modificación significativa.

“Parcial de la Tesis presentada por los dos primeros autores bajo la Presidencia de los últimos M. Sc. e Ing. Agr. respectivamente, Instituto Tecnológico Agrícola.

Gutián y Muñoz (10), recomiendan el encalamiento como una práctica previa a la adición de fertilizantes, si se quiere que el aprovechamiento de los mismos tenga lugar de una manera adecuada.

La acción estimulante de la cal, provoca el aumento de la actividad de los microorganismos (21). Lo anterior se aclara con los resultados obtenidos en papa, donde la adición de 6 toneladas por hectárea de cal, fue suficiente para influir en la liberación de nitrógeno en cantidad adecuada para sostener este cultivo (22).

Desde hace mucho tiempo se conoce el hecho de que el tratamiento con cal aumenta la cantidad de fósforo asimilable, pues este producto actúa sobre el proceso de descomposición de las formas orgánicas del fósforo (21). Para aumentar la aprovechabilidad del fósforo y disminuir su fijación por el suelo, Lotero (13), recomienda entre otras prácticas, el encalamiento de los suelos ácidos.

Respecto al potasio, Blasco (3), anota que el encalamiento aumenta su aprovechabilidad en los suelos dominados por coloides orgánicos e inorgánicos como coalinita e illita, pero disminuye cuando predominan las arcillas del tipo mont-morillonítico.

Como uno de los factores dignos de ser tomados en consideración, que tienen importancia en la determinación de la actividad microbiana del suelo, Hawker y otros (1), mencionan la concentración de hidrogeniones. En condiciones de acidez, la actividad de los microorganismos del suelo declina y aún se puede suspender, pero con aportes de cal, dicha condición se supera y hace que los procesos de descomposición de la materia orgánica, por parte de estos organismos, prosiga (1).

Demolon (7), hace resaltar que el estado cálcico del suelo rige directamente algunas propiedades que tienen una influencia directa o indirecta sobre el desarrollo de los cultivos. El encalamiento influye sobre éstos, en el sentido de que el calcio se acumula en las hojas, estimula el desarrollo del sistema radicular, influye en la translocación y almacenamiento de carbohidratos y proteínas, además los síntomas de enfermedades en las plantas se ven retardados por la presencia de este elemento (16, 17, 12).

Los principales factores que se deben tener en cuenta al encalar los suelos, son la acidez, la textura del suelo, el contenido de la materia orgánica y la planta que se va a cultivar (15).

La importancia de conocer el pH del suelo, estriba en que las plantas tienen diversas exigencias para la reacción del medio en que viven (2).

El tipo de suelo y el contenido de materia orgánica también influyen en la cantidad de cal que se debe adicionar. Los suelos con alto contenido de materia orgánica o arcilla requieren más cal, para elevar el pH en una unidad, que los suelos arenosos, ya que los suelos arcillosos y húmicos tienen mayor acidez de reserva y por eso necesitan más cal para neutralizarse, comparados con suelos livianos que tienen poca acidez de este tipo (15, 2).

En agricultura, se considera como cal cualquier material con un contenido de calcio (o de calcio y magnesio) capaz de corregir la acidez del suelo, como roca calcárea molida, cal viva, cal apagada, creta, marga, escorias de los hornos, conchas marinas y cal de desperdicio de ingenios azucareros y fábricas de papel (1, 21).

Souffront (20) puntualiza, que mientras más fina sea la cal, más activa y más rápida es en el suelo; claro está que existe un límite y, lo más eficiente y económico es que el producto pase en su totalidad por un tamiz de 10 mallas y que por lo menos el 50% pase por uno de 100.

El medio más exacto para comparar químicamente las diversas materias para encalar, está en el contenido de óxido convencional o los óxidos totales (9).

En cuanto a su composición química, una buena caliza deberá contener alrededor de un 90% de CaCO_3 , lo que equivale a un 50% de CaO . (6).

Drouet (8) y Russell y Russell (19), coinciden en afirmar que las aplicaciones de cal en dosis pequeñas y repetidas son más convenientes que las masivas, que tienen un costo excesivo y aceleran desmedidamente la evolución del humus en el suelo, con el riesgo de comprometer sus reservas.

El sobreencalamiento reduce el hierro, fósforo, manganeso, cobre, boro y zinc asimilables; supone así mismo la supresión del potasio asimilable. Por otra parte, el cambio brusco del pH, puede resultar peligroso (21, 17, 4).

Marin (15), afirma que la cal se disuelve lentamente en el suelo; por tanto debería aplicarse 4 a 6 semanas antes de la siembra. El momento más oportuno para aplicar la cal depende de distintos factores y muy especialmente del régimen de operaciones establecido en la finca, pero siempre deberá tenerse en cuenta que, si se realiza poco antes de la siembra, tendrá que utilizarse material finamente pulverizado (6).

La cal debe aplicarse después de preparado el terreno, mezclándose bien con los primeros 10 a 12 cms. de tierra; no es conveniente aplicarla cuando el terreno está demasiado húmedo, por que se ve disminuida su eficiencia. Importante es que la distribución sea lo más uniforme posible (20).

La aplicación de cal se ve afectada por los siguientes costos parciales: costo de extracción y procesamiento del producto calizo, costo del transporte a la finca y, costo de distribución e incorporación en el terreno (1).

III. MATERIALES Y METODOS

La cal que se utilizó para este estudio es procesado en San Francisco (Intendencia del Putumayo). El producto fue analizado químicamente y con este fin se siguió la técnica descrita por

Villavecchia (23), excepto en el caso del fósforo, el cual se determinó por el método de Bray (5).

Con los datos obtenidos en el análisis químico, sobre la riqueza de CaO y MgO de la cual en cuestión, se hicieron los cálculos para expresar estos óxidos en forma de: equivalente de óxido de calcio, forma convencional, poder de neutralización y porcentajes elementales.

Se emplearon mallas 10 y 100, (U. S. Standard Sieve Series Fisher Scientific Company), que son las utilizadas corrientemente, para la determinación de la garantía física en cales agrícolas.

Para realizar la prueba de laboratorio, se recolectaron muestras de suelo de las zonas de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna, pertenecientes al Altiplano de Pasto y, con la cal previamente analizada, se trataron por el método de Dunn (5).

En la prueba de invernadero con los suelos de las cuatro zonas, se emplearon materos (capacidad 1,6 kg.), que recibieron seis tratamientos: 0 (testigo), $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 y 8 toneladas de CaCO_3 por hectárea.

La tabla I muestra las cantidades de cal correspondientes a los tratamientos para cada uno de los suelos estudiados.

En el invernadero fueron distribuidos 96 materos de acuerdo al diseño de Bloques completos al azar, por los 6 tratamientos, 4 replicaciones y 4 zonas de estudio. Luego se aplicó el encalante que fue mezclado completamente con el suelo; de aquí en adelante se regó con agua destilada, durante el mes que permanecieron las muestras en estas condiciones.

Cuando las plantas de lechuga romana (*Lettuce parris* Island Cos.) estuvieron establecidas en los materos, los suelos se fertilizaron por igual. Esto se logró aplicando soluciones nutritivas de acuerdo al método de Jenny (Colombia 5), que dieron como resultado una adición de 100, 300 y 50 Kg.Ha. de N, P y K, respectivamente.

TABLA I. Prueba de invernadero. Cantidades de cal en gr./matero, correspondientes a los tratamientos para suelos de las cuatro zonas.

Tratamientos	Z o n a s			
	Anganoy	Catambuco	Cujacal	La Laguna
$\frac{1}{2}$ ton. de CaCO_3 /Ha.	0,3180	0,2797	0,2583	0,2635
1 ton. de CaCO_3 /Ha.	0,6360	0,5594	0,5166	0,5270
2 ton. de CaCO_3 /Ha.	1,2720	1,1188	1,0332	1,0540
4 ton. de CaCO_3 /Ha.	2,5440	2,2376	2,0664	2,1080
8 ton. de CaCO_3 /Ha.	5,0880	4,4752	4,1328	4,2160

Las lechugas se cosecharon a las 8 semanas de establecidas, luego se llevaron a la estufa para conseguir peso constante, con temperaturas que fluctuaron entre 105 y 110°C. De inmediato se pesaron en la balanza analítica y con los datos encontrados se trabajó en el análisis de varianza.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis químicos de la cal mostraron los datos siguientes:

Humedad a 110°C	3,759%
Pérdida por calcinación a 800°C	14,121%
Sílice, expresada en SiO_2	10,847%
Aluminio, expresado en Al_2O_3	5,659%
Hierro, expresado en Fe_2O_3	0,043%
Calcio, expresado en CaO	64,986%
Magnesio, expresado en MgO	0,490%
Potasio, expresado en K_2O	0,037%
Sodio, expresado en Na_2O	0,054%
Fósforo, expresado en P_2O_5	0,002%

Respecto al contenido de humedad, se puede decir que el producto se halla en buenas condiciones, pues su porcentaje es mínimo.

El resultado de la pérdida por calcinación se debe a la humedad de la cal y en parte a que ésta ha sido mal quemada.

La cantidad de hierro contenido en el producto es tan baja, que su presencia no tiene mayor importancia.

Según el resultado que arrojó el análisis de la cal, el porcentaje de calcio expresado en forma de óxido, puede calificarse como alto.

El magnesio como constituyente de la cal estudiada se encuentra en una cantidad baja, si se tiene en cuenta que existen productos de esta clase, con contenidos hasta del 5% de este elemento.

El potasio y el sodio son impurezas que pueden no existir en una cal. En el presente caso se encuentran en cantidades tan pequeñas, que no son perjudiciales para el producto.

Finalmente, el análisis determinó la presencia de fósforo, pero en un porcentaje tan reducido, que, su contenido se califica como muy bajo.

La garantía química indicó que el producto se encontraba en las siguientes condiciones:

Forma de cal:	Hidróxido	
Forma convencional:	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	85,864%
	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	0,709%
Equivalente de óxido de calcio:	CaO	65,667%
Poder de neutralización:	CaCO_3	117,263%
Porcentajes elementales:	Ca	48,891%
	Mg	0,296%

La cal por encontrarse en forma de hidróxido, es un producto que al aplicarse al suelo entra a reaccionar de inmediato neutralizando su acidez.

El poder de neutralización y el equivalente de óxido de calcio son aceptables, porque sobrepasan los porcentajes óptimos indicados para un buen encalante, que son 90 y 50 respectivamente (6).

Las otras expresiones de la garantía química, son el resultado de conversiones realizadas en base a pesos moleculares.

La garantía física de la cal se puede apreciar con los resultados que se dan a continuación:

Material que pasa a través de la malla 10:	95,44%
Material que pasa a través de la malla 100:	58,76%

Se puede juzgar que el producto respecto al grado de finura es de buena calidad, porque se considera que una cal agrícola es fina cuando el 100% pasa por una malla 10 y el 50% por una malla 100. Esta característica es importante porque a una mayor finura, la superficie de contacto suelo-cal se amplía y por esta razón el producto actúa más eficientemente.

Los resultados obtenidos en la prueba de laboratorio con los distintos suelos, se pueden apreciar en la figura 1.

Dicha prueba muestra que para cualquier cantidad de CaCO_3 aplicada, en el suelo de Catambuco se obtuvieron valores de pH mayores que en los otros suelos. En este suelo, una aplicación de 4 toneladas por hectárea de CaCO_3 bastó para alcanzar un pH 7,0, en tanto que en los otros suelos, 8 toneladas por hectárea de CaCO_3 no logran llevar el pH hasta la neutralidad. Esto se debe, posiblemente, al menor contenido de materia orgánica en el suelo de Catambuco lo cual se traduce en un menor poder de amortiguación. Esto último también está relacionado con los bajos valores de H^+ cambiante presente en el suelo de Catambuco.

A pesar de que la relación calcio-magnesio del suelo de La Laguna es la más próxima a la normal, el contenido de calcio de cambio es superior al de los demás suelos, por lo que el efecto de la adición de CaCO_3 se ve disminuido, pues aunque su pH inicial es más alto que el de los otros suelos, se puede ver al final de las curvas que la aplicación de 8 toneladas de carbonato de calcio por hectárea, llevó a un mismo valor de pH los suelos de La Laguna, Cujacal y Anganoy.

En las tablas II y III, se pueden observar los rendimientos de la lechuga romana, expresados en gramos de materia seca por matero, para los diferentes suelos estudiados.

Los rendimientos analizados estadísticamente muestran que en ninguno de los suelos estudiados hubo respuestas significativas de la planta indicadora, a la aplicación de carbonato de calcio.

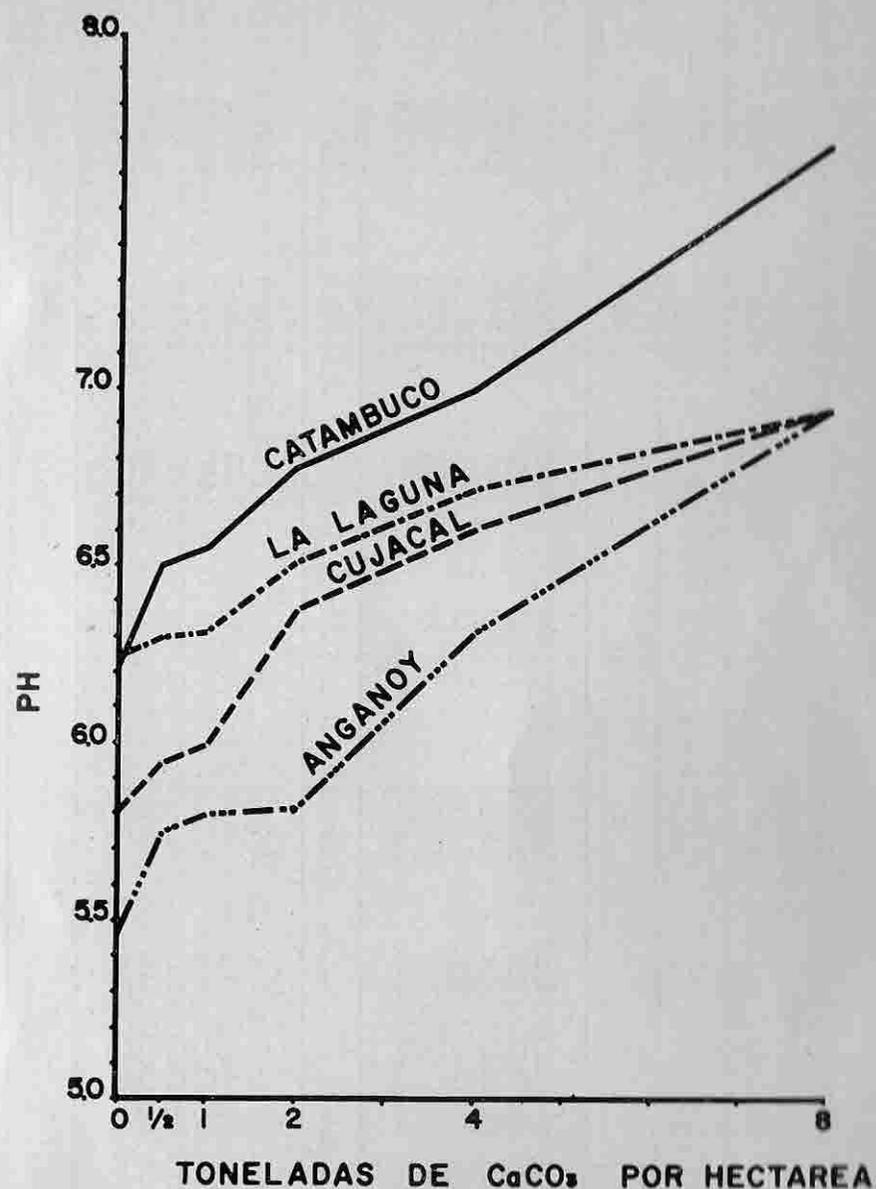


Figura 1. Prueba de laboratorio. Curvas de enlameamiento de los suelos de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna.

TABLA II. Prueba de Invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca por matero
Suelos de Cujacal y Anganoy.

No.	TRATAMIENTOS	R E P L I C A C I O N E S				TOTALES	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	0 ton. de CaCO ₃ /Ha.	3,0362	2,4688	3,3005	1,3822	10,1877	2,5469
2	1/2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	3,6907	1,5100	3,1420	4,0000	12,3427	3,0857
3	1 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,8699	2,4042	1,4640	2,3340	8,0721	2,0180
4	2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	2,1700	2,8235	1,0365	1,2510	7,2810	1,8203
5	4 ton. de CaCO ₃ /Ha.	2,5252	4,5750	2,7322	2,6525	12,4849	3,1212
6	8 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,6752	0,8009	1,2329	2,3419	6,0509	1,5127
T O T A L E S		14,9672	14,5824	12,9081	13,9616	56,4193	
1	0 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,9484	0,9424	3,2110	2,0505	7,1128	1,7782
2	1/2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	2,9038	3,1459	1,7168	0,4658	8,2383	2,0581
3	1 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,2238	2,2421	1,1420	1,6249	6,2328	1,5582
4	2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	3,5222	3,3938	0,6933	3,3140	10,9233	2,7308
5	4 ton. de CaCO ₃ /Ha.	3,9767	0,9435	1,9160	1,0132	7,8494	1,9624
6	8 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,2935	2,5892	3,6125	2,9188	10,4140	2,6035
T O T A L E S		13,8284	13,2574	12,2916	11,3872	50,7646	

TABLA III. Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca por matero
Suelos de Catambuco y La Laguna.

No.	TRATAMIENTOS	R E P L I C A C I O N E S				TOTALES	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	0 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,1511	0,8324	1,0342	1,6914	4,7091	1,1773
2	1/2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,5125	2,8552	0,2059	0,5459	4,1195	1,0299
3	1 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,4278	1,3119	0,6759	2,1166	5,5322	1,3831
4	2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,2128	0,4831	2,6222	0,8110	5,1291	1,2823
5	4 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,8982	3,4009	1,9912	2,2521	9,5424	2,3856
6	8 ton. de CaCO ₃ /Ha.	1,2990	0,7342	1,5032	1,5332	5,0696	1,2674
T O T A L E S		7,5014	9,6177	8,0326	8,9502	34,1019	
1	0 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,3419	0,3462	0,5320	0,5179	1,7380	0,4345
2	1/2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,4450	0,7458	0,4279	0,5030	2,1217	0,5304
3	1 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,7628	0,3460	0,4181	0,3625	1,8894	0,4724
4	2 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,2972	0,4251	0,2232	0,2959	1,2414	0,3104
5	4 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,9415	0,2678	0,1160	0,2842	1,6095	0,2024
6	8 ton. de CaCO ₃ /Ha.	0,3069	0,1532	0,3158	0,5712	1,3471	0,3368
T O T A L E S		3,0953	2,2841	2,0330	2,5347	9,9471	

En la prueba de invernadero con la aplicación de CaCO_3 hubo un aumento de pH para los distintos suelos (tabla IV), que en ningún momento guardó relación con la producción de materia seca, por parte de la planta indicadora.

Si por una parte la adición de carbonato de calcio a los suelos estudiados produjo un aumento en su pH, debe considerarse también, que estos suelos poseen cantidades altas de calcio de cambio y de materia orgánica, posibles factores que no permitieron que la acción de los diferentes tratamientos con el encalante, mostraran una diferencia significativa en cada uno de los suelos.

TABLA IV. Prueba de invernadero. Valores de pH obtenidos en el suelo de los materos después de la cosecha de la lechuga romana.

Zonas	Replicaciones	Tratamientos					
		0	500	1000	2000	4000	8000
Anganoy	I	5,30	5,55	5,60	5,85	6,20	6,80
	II	5,40	5,50	5,50	6,00	6,00	6,70
	III	5,40	5,50	5,60	5,95	6,20	6,75
	IV	5,30	5,55	5,60	5,80	6,30	6,60
Catambuco	I	6,00	5,95	6,20	6,25	6,85	7,20
	II	6,10	6,15	6,20	6,25	6,90	7,15
	III	6,10	6,20	6,25	6,35	6,90	7,10
	IV	5,90	6,20	6,20	6,20	6,90	7,20
Cujacal	I	5,60	5,75	5,70	5,70	6,60	6,60
	II	5,60	5,90	5,90	5,80	6,60	6,80
	III	5,50	5,70	5,70	5,90	6,10	6,70
	IV	5,60	5,70	5,80	5,90	6,20	6,70
La Laguna	I	6,00	6,10	6,10	6,15	6,25	6,40
	II	5,90	6,10	6,15	6,20	6,25	6,40
	III	6,10	6,00	6,15	6,20	6,30	6,35
	IV	6,10	6,15	6,20	6,15	6,30	6,30

Las diferencias en la producción de materia seca entre los suelos estudiados puede deberse a múltiples factores, ya que son suelos con propiedades químicas, físicas, así como biológicas, diferentes. El estudio realizado no permite hacer un análisis bien fundamentado de tal situación.

Por último, el contenido más bajo de fósforo del suelo de La Laguna, con respecto a los suelos de Cujacal, Anganoy y Catambuco, es probablemente, una de las causas para que el rendimiento de la lechuga romana haya sido más bajo en el suelo de La Laguna, con relación al de los otros tres. A lo anterior también pudo haberse sumado algún cambio sensible ocasionado en el suelo de La Laguna, por el tratamiento con calor que se utilizó para eliminar nemátodos del género *Meloidogyne*, que se presentaron en esta zona de estudio.

V. CONCLUSIONES

1) En base a los análisis de laboratorio efectuados a la cal utilizada, se puede decir que este producto es de aceptable calidad, porque químicamente posee un alto contenido de calcio, si bien se presentan algunas impurezas que desmejoran en algo el material; respecto a garantía física la cal se encuentra en buenas condiciones, por cuanto los porcentajes que de ella pasan a través de los tamices utilizados, están cerca de los exigidos para que una cal agrícola sea considerada con un buen grado de finura.

2) Para cualquier cantidad de CaCO_3 aplicada, en el suelo de Catambuco se obtuvieron valores de pH mayores que en los otros suelos. El suelo de La Laguna fue el que menor cambio tuvo en su reacción.

3) En ninguno de los suelos estudiados hubo respuesta significativa de la lechuga romana a la aplicación de CaCO_3 .

4) El alto contenido de calcio cambiante en todos los suelos estudiados, puede ser uno de los factores que impidieron que se presente respuesta al encalamiento.

5) Si la situación de alto calcio cambiante predomina en los suelos del Altiplano de Pasto, el beneficio de la práctica del encalamiento, por concepto de adición de este elemento, es de dudoso valor.

VI. RESUMEN

Este trabajo se desarrolló con suelos de las zonas de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna, pertenecientes al Altiplano de Pasto (Nariño, Colombia); comprendió el estudio del encalamiento en dichos suelos y contempló tres aspectos:

1) Análisis de laboratorio para conocer la composición, garantía química y garantía física de la cal que se empleó en las dos pruebas siguientes.

2) Prueba de laboratorio con la adición de $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 y 8 toneladas de CaCO_3 por hectárea a los suelos considerados. Existió también un testigo.

3) Prueba de invernadero en la que se utilizó como planta indicadora lechuga romana, en un diseño de experimento de bloques completos al azar con 4 replicaciones. Los suelos se fertilizaron por igual con N-P-K y los tratamientos fueron: O (testigo), $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 y 8 toneladas de CaCO_3 por hectárea.

Los análisis de la cal, dieron a conocer que el producto es de aceptable calidad.

En la prueba de laboratorio, en el suelo de Catambuco con la adición de las diferentes dosis de CaCO_3 se alcanzó valores de pH mayores que en los otros suelos. El suelo citado con 4 toneladas por hectárea llegó a la neutralidad, en tanto que los restantes, con un tratamiento doble no alcanzaron dicho valor de pH.

La acción del carbonato de calcio, no tuvo respuestas significativas en los distintos suelos, en la prueba de invernadero.

SUMMARY

The presente study was carried out en Anganoy, Catambuco, Cujacal and La Laguna soils, all within the Altiplano de Pasto (Nariño, Colombia). The study includes the liming of these soils and was divided in three aspects:

1) Laboratory analysis of the composition, chemical and physical warranties of lime that was employed in the two next experiments.

2) Laboratory analysis of the soils after having added $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 and 8 tons of CaCO_3 per hectare. A check was used in conjunction with this experiment.

3) Greenhouse tests, in which roman lettuce was employed as an indicator plant, were made using a randomized block desing with four replications. The soils were fertilized with N-P-K employing the following treatments: O(check), $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 and 8 tons of CaCO_3 per hectare.

Lime analysis showed that the material has an acceptatble quality.

The laboratory test showed that the adition of the different levels of CaCO_3 , gave higher pH for the Catambuco soil than for the other ons. This soil became neutralized with an application of 4 tons per hectare, while the other ones did not get that pH value even if the rate was increased to twice the amount of application.

The application of calcium carbonate did not have significant responses in the different soils in the greenhouse test.

BIBLIOGRAFIA

1. A.I.D. Centro regional de Ayuda Técnica. El encalado de los suelos 1a. Ed. México, Editorial Libros de México, 1966. 35 p.
2. ARENA, A. La acidez del suelo y el encalado. *Agric. Trop. (Bogotá)*, 3 (1) : 46-47. 1947.
3. BLASCO, M. Conferencias de Suelos II. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Facultad de Agronomía, 1963. 427 p. (mimeografiado).
4. BUCKMAN, H. BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Salord Barceló. Barcelona, UTEHA, 1966. 590 p.
5. COLOMBIA, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Departamento Agrológico. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 2a. Ed. corr. y aum. Bogotá, I.G.A.C., 1963. 138 p.
6. CUBA, INRA. Sección de Tecnología. La aplicación de cal al suelo. *Agrotecnia de Cuba*, 3 (1) : 22-29. s. f.
7. DEMOLON, A. Crecimiento de los vegetales cultivados. Trad. José Pérez Malla. Barcelona, Ediciones Omega, 1966. 587 p.
8. DROUET, P. La nutrición de la planta y práctica de la fertilización en Colombia. Potabo Ltda. Bogotá, Antares, s. f. 56 p.

9. FREAR, D. Tratado de Química Agrícola. Trad. Adolfo Roncaño, 1a. Ed. Tomo II. Barcelona, Salvat Editores, 1956. 693 p.
10. GUITIAN, F. y MUÑOZ, M. Efectos del encalado en los suelos ácidos. *Anales de Edafología y Agrobiología. (España)*, 19 (5) : 261-270. 1960.
11. HAWKER, L. y otros. Elementos de microbiología general. Trad. Dimas Fernández Galiano. Zaragoza, Editorial Acribia, 1964. 498 p.
12. JACOB, A. y UEXKULL, H. V. Fertilization; Nutrición y abono de los cultivos Tropicales y Subtropicales. 2a. Ed. Trad. L. López Martínez. Países Bajos, 1964. 626 p.
13. LOTERO, J. Formas de fósforo en el suelo, fijación y aprovechabilidad. *Agric. Trop. (Bogotá)*, 22 (6) : 275-284. 1966.
14. MARIN, G. y otros. Fertilización de la alfalfa en suelos de clima frío de Colombia. D.I.A. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Editorial ABC. Bol. Técnico No. 7, 1960. 47 p.
15. ————. Algunas sugerencias sobre el uso de fertilizantes y cal. *Agric. Trop. (Bogotá)*, 23 (1) : 60-64. 1967.
16. MESA, D. Efectos del calcio en el desarrollo de las plantas. *Agric. Trop. (Bogotá)*, 5 (12) : 31-35. 1949.
17. MILLAR, C. Soil Fertility. 2nd. E. New York, John Wiley & Sons, 1959. 436 p.
18. ROBINSON, G. Los suelos. Su origen, constitución y clasificación. Trad. José Luis Amorós. Barcelona, Ediciones Omega, 1960. 515 p.
19. RUSSELL, E. y RUSSELL, E. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Trad. Gaspar González. 3a. Ed. Madrid, Aguilar, 1964. 771 p.
20. SOUFFRONT, L. Algunos apuntes sobre el uso de la cal en los terrenos. *Agric. Trop. (Bogotá)*, 5 (2) : 45-58. 1949.
21. THOMPSON, L. El suelo y su fertilidad. Trad. Ricardo Clará. Zaragoza, Editorial Reverté, 1966. 407 p.
22. VEGA, V. y otros. Fertilización de la papa en la Sabana de Bogotá y Alrededores. D.I.A. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Editorial ABC. Bol. Técnico No. 6, 1960. 31 p.
23. VILLAVECCHIA, V. Tratado de química analítica aplicada. Vers. José Estalella. 3a. Ed. Rev. y Aum. Tomo I. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1959. 790 p.