

AIGUNOS ASPECTOS DEL ENCALAMIENTO EN SUELOS DEL ALTIPLANO
DE PASTO - NARIÑO - COLOMBIA

Por

HERNAN BURBANO ORJUELA

HERNANDO LOPEZ RIASCOS

Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar al título de
INGENIERO AGRONOMO

Artículo 1º del Acuerdo N° 324 del 11 de octubre
de 1.966, emanado del Honorable Consejo Di-
rectivo de la Universidad de Nariño.
Presidentes de tesis

RICARDO GUERRERO RIASCOS I.A.

y

ANTONIO ARIAS HERNANDEZ I.A.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLOGICO AGRICOLA

Pasto - Colombia

1.968

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 BIBLIOTECA
 ALBERTO LÓPEZ RIVERA

No. 55005 - Agronomía

1 ALBERTO LÓPEZ RIVERA

Valor \$ Com.

Fecha

A mis padres
A mis padres

A mis hermanos
A mis hermanos

A mis amigos
A Bertha

A mis amigos

DEDICO

Hernán Burbano Orjuela

Hernando López Riascos

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
BIBLIOTECA
ALBERTO GUZMÁN GUERRERO

AGRADECIMIENTO No. **55005 -** *Agronomía*

Ej. **1 RICARDO GUERRERO R. I.A.**
por su valiosa dirección

Valor \$ Can. Com.

Fecha **ANTONIO ARIAS Rep. I.A.**
por su oportuna y acertada dirección

- A mis padres ARTHUR M. L. SIMON I.A.,
por su efectiva colaboración
- A mis hermanos BRAULIO MONTENEGRO P. I.Q.
- A Bertha por su generosa colaboración
- A mis amigos DOCTOR MARIO BLASCO L.

DEDICO ISCO GIBELLY P. B.S., M.S.

Hernando López Riascos I.A.

- Personal del laboratorio de Suelos del I.P.A.
- Caja Experimental de Obonuco del I.O.A.
- Zona Minera de Pasto del Ministerio de Minas y Petróleos.

I. INTRODUCCION
AGRADECIMIENTO A:

11. COMISION DE INVESTIGACION		
1. Encargado	RICARDO GUERRERO R. I.A.,	
2. Origen	por su valiosa dirección	
3. Miembros de la cal	ANTONIO ARIAS H. I.A.,	
4. Estudios físicos	por su oportuna y acertada dirección	
5. Estudios químicos	ARTHUR M. L. SIMON I.A.,	
6. Estudios de laboratorio	por su efectiva colaboración	
7. Factores que se deben tener en cuenta al elegir	BRAULIO MONTENEGRO P. I.Q.	
8. Clases de cal	por su generosa colaboración	
9. Garantía física de la cal	DOCTOR MARIO BLASCO L.	
10. Garantía química de la cal	FRANCISCO CITELLY P. B.S., M.S.	
11. Condiciones de cal que se deben aplicar	VICTOR MONTENEGRO G. I.A.	
12. Tipos de aplicaciones del encalamiento	Personal del laboratorio de Suelos	
13. Tipos de aplicación de la cal al terreno	del I.T.A.	10
14. Métodos del encalamiento		10
15. Materia y métodos	Granja Experimental de Obonuco del	10
16. Origen	I.C.A.ografía	11
17. Producción y preparación de calizas	Zona Minera de Pasto del Ministerio	11
18. Fabricación de cal	de Minas y Petróleos.	12
19. Tipos de aplicaciones para encalamiento		12
20. Tipos relativos		12
21. Tipos verticales		12
22. Tipos verticales de alimentación		13
23. Tipos		13
24. Tipos para la cubrición		13
25. Tipos de los tipos		13
26. Tipos de la cubrición		13

CONTENIDO

T
631.4
B946
8.1
U

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
1. Encalamiento	3
1) Origen	3
2) Efectos de la cal	3
A) Efectos físicos	4
B) Efectos químicos	5
C) Efectos biológicos	6
3) Influencia de la cal sobre los cultivos	6
4) Factores que se deben tener en cuenta al en calar	6
5) Clases de cal	8
6) Garantía física de la cal	8
7) Garantía química de la cal	8
8) Compuestos no recomendables para encalar	8
9) Cantidades de cal que se deben aplicar	9
10) Epocas de aplicación del encalante	9
11) Formas de aplicar la cal al terreno	10
12) Incorporación de la cal al terreno	10
13) Costos del encalamiento	10
2. Caliza y cal	11
1) Origen y petrografía	11
2) Producción y preparación de caliza	12
3) Fabricación de cal	12
A) Tipos de instalaciones para calcinación	12
a. Hornos rotativos	12
b. Hornos verticales	12
c. Hornos verticales de alimentación mixta	13
B) Combustibles para la calcinación	13
C) Revestimiento de los hornos	13
D) Química de la calcinación	13

	Pag.
E) Productos de la calcinación	14
a. Cal viva	14
b. Cal hidratada	14
F) Almacenamiento de los productos de cal	14
III. MATERIALES Y METODOS	16
1. Estudio de la cal empleada en el trabajo	16
1) Análisis químico	16
A) Humedad	16
B) Pérdida por calcinación	16
C) Sílice	17
D) Aluminio y hierro	17
E) Calcio, magnesio, sodio y potasio	18
F) Fósforo	18
2) Garantía química	19
3) Garantía física	19
2. Prueba de laboratorio para determinar los re - querimientos de cal en los suelos	19
3. Prueba de invernadero	22
1) Cálculo de las cantidades de cal correspon - dientes a los tratamientos, en forma de - CaCO ₃	22
2) Semillero	25
3) Control del nemátodo	25
4) Encalamiento	25
5) Transplante	25
6) Fertilización	26
7) Riego	26
8) Cosecha	26
9) Obtención de materia seca	27
4. Origen, procesamiento y mercadeo de la cal	27
5. Empleo de cal en el Altiplano de Pasto	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	29
1. Resultados y discusión de los análisis de la - cal	29

	Pag.
1) Análisis químico	29
A) Resultados	29
B) Discusión	29
2) Garantía química	30
A) Resultados	30
B) Discusión	30
3) Garantía física	31
A) Resultados	31
B) Discusión	31
2. Resultados y discusión de la prueba de labora- torio	31
1) Resultados	31
2) Discusión	31
3. Resultados y discusión de la prueba de inver- nadero	33
1) Resultados	33
2) Discusión	33
4. Resultados y discusión sobre el origen, proce- samiento y mercadeo de la cal utilizada en el trabajo	42
1) Origen	42
2) Procesamiento	44
3) Mercadeo	47
5. Resultados y discusión sobre el empleo de cal en el Altiplano de Pasto	48
1) Número de agricultores encuestados en cada zona	48
2) Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio	53
3) Clasificación de las propiedades de acuer- do a su extensión en hectáreas	53
4) Cultivos generalizados en las zonas de es- tudio	56
5) Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio	56

	Pag.
6) Frecuencia de aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio	56
7) Fórmulas de abonos químicos empleados en las zonas de estudio	59
8) Relación entre las cantidades de abonos químicos y semilla empleados por hectárea, en las zonas de estudio	80
V. CONCLUSIONES	
1. Conclusión	59
2. Recomendaciones	81
9) Aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio	61
VI. RESUMEN SUMMARY	
10) Frecuencia de aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio	61
VII. BIBLIOGRAFIA	
11) Cantidad de abonos orgánicos empleada en las zonas de estudio	64
12) Aplicación de cal en las zonas de estudio	64
13) Motivación para aplicar cal en las zonas de estudio	64
14) Fines para los cuales se utiliza cal en las zonas de estudio	67
15) Sitios de compra de cal y precios de ésta y del transporte	69
16) Cantidad de cal aplicada por hectárea, en las zonas de estudio	69
17) Epocas de aplicación de cal en las zonas de estudio	73
18) Formas de aplicación e incorporación de cal al terreno	73
19) Costo y rendimiento de aplicación e incorporación de cal al terreno, en las zonas de estudio	76
20) Tiempo transcurrido desde la última aplicación de cal al terreno	76
21) Concepto de los agricultores sobre la obtención de buenos resultados al aplicar cal al terreno	76

ILUSTRACIONES

Pag.
Pag.

Figura 22)	Agricultores que continuarán aplicando cal al terreno	791
Figura 23)	Agricultores que aplican Calfos en las zonas de estudio	79
Figura 2.	Curvas de encalamiento de los suelos de Anganoy, Catambo	802
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
1.	Conclusiones	80
Figura 2.	Recomendaciones	81
VI. RESUMEN		
SUMMARY		
Figura 4.	Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO ₃ , en el suelo de Cujacal.	83
VII. BIBLIOGRAFIA		
APENDICE		
Figura 5.	Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO ₃ , en el suelo de Catambuco.	37
Figura 6.	Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO ₃ , en el suelo de La Laguna.	39
Figura 7.	Horno característico para la quema de piedra caliza, en el sector de San Francisco (Putumayo).	41
Figura 8.	Depósito y forma corriente de almacenar la cal en las instalaciones procesadoras. San Francisco (Putumayo).	45
Figura 9.	Clasificación de los tipos de cal en las zonas de estudio.	46
Figura 10.	Clasificación de los tipos de cal de acuerdo a su aplicación en los cultivos.	
Figura 11.	El cultivo de lechuga romana en las zonas de estudio.	

TABLAS

		Pag.
TABLA	I Prueba de invernadero. Cantidades de calpor matero correspondientes a los tratamientos, para los suelos de las cuatro zonas.	57 24
TABLA	II Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca por matero - Suelo de Cujacal.	58 34 60
TABLA	III Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca por matero - Suelo de Anganoy.	36
TABLA	IV Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca por matero - Suelo de Catambuco.	63 38
TABLA	V Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca por matero - Suelo de La Laguna.	65 40
TABLA	VI Prueba de invernadero. Valores de pH obtenidos en el suelo de los materos después de la cosecha de la lechuga romana	68 43
TABLA	VII Número global de propiedades en las zonas de estudio.	70 49
TABLA	VIII Número de agricultores encuestados en cada zona.	71 50
TABLA	IX Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio.	72 51
TABLA	X Clasificación de las propiedades de acuerdo a su extensión en hectáreas.	74 52
TABLA	XI Cultivos generalizados en las zonas de estudio	75 54

ILUSTRACIONES

	Pag.
Figura 1. Localización de las zonas de estudio dentro del Municipio de Pasto.	21
Figura 2. Prueba de laboratorio. Curvas de encalamiento de los suelos de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna.	32
Figura 3. Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO_3 , en el suelo de Cujacal.	35
Figura 4. Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO_3 , en el suelo de Anganoy.	37
Figura 5. Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO_3 , en el suelo de Catambuco.	39
Figura 6. Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO_3 , en el suelo de La Laguna.	41
Figura 7. Horno característico para la quema de piedra caliza, en el sector de San Francisco (Putumayo).	45
Figura 8. Depósito y forma corriente de almacenar la cal en las instalaciones procesadoras. San Francisco (Putumayo).	46

51

52

54

TABLAS

		Pag.
TABLA	XII Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.	57
TABLA	I Prueba de invernadero. Cantidades de calor por matero correspondientes a los tratamientos, para los suelos de las cuatro zonas.	24
TABLA	XIII Fórmulas de abonos químicos empleados en	58
TABLA	II Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca - por matero - Suelo de Cujacal.	34
TABLA	XV Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.	60
TABLA	III Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca - por matero - Suelo de Anganoy.	36
TABLA	XVI Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca - por matero - Suelo de Catambuco.	38
TABLA	XVII Motivación para aplicar cal en las zonas	65
TABLA	V Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca - por matero - Suelo de La Laguna.	40
TABLA	XIX Prueba de invernadero. Valores de pH obtenidos en el suelo de los materos después de la cosecha de la lechuga romana	43
TABLA	XII Número global de propiedades en las zonas de estudio.	49
TABLA	XIII Número de agricultores encuestados en cada zona.	50
TABLA	XIV Forma de aplicación e incorporación de la cal al terreno.	51
TABLA	XV Sistema transcurrido desde la última aplicación de cal al terreno.	52
TABLA	XVI Concepto de los agricultores sobre la explotación	54
TABLA	XI Cultivos generalizados en las zonas de estudio	

	Pag.
TABLA XII Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.	55
TABLA XIII Frecuencia de aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.	57
TABLA XIV Fórmulas de abonos químicos empleados en las zonas de estudio.	58
TABLA XV Aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.	60
TABLA XVI Frecuencia de aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.	62
TABLA XVII Aplicación de cal en las zonas de estudio.	63
TABLA XVIII Motivación para aplicar cal en las zonas de estudio.	65
TABLA XIX Fines para los cuales se utiliza cal en las zonas de estudio.	66
TABLA XX Sitios de compra de cal y precios de ésta y del transporte.	68
TABLA XXI Cantidad de cal aplicada por hectarea, en las zonas de estudio.	70
TABLA XXII Epocas de aplicación de cal en las zonas de estudio.	71
TABLA XXIII Formas de aplicación e incorporación de la cal al terreno.	72
TABLA XXIV Tiempo transcurrido desde la última aplicación de cal al terreno.	74
TABLA XXV Concepto de los agricultores sobre la obtención de buenos resultados al encalar.	75

ALGUNOS ASPECTOS DEL ENCALAMIENTO EN SUELOS DEL ALTIPLANO Pag.

TABLA XXVI Agricultores que continuarán aplicando cal al terreno. 77

Por

TABLA XXVII Agricultores que aplican Calfos en las zonas de estudio. Orjuela 78

Hernando López Riascos

I. INTRODUCCION

Para el desarrollo integral de la agricultura, además de las investigaciones de carácter esencialmente agronómico, deben aunarse los estudios de la situación real existente en el medio rural, así como también de las industrias que en una u otra forma se relacionan con la actividad agrícola, para que los esfuerzos investigativos incidan de una manera favorable.

En base al planteamiento anterior, se decidió adelantar un trabajo con suelos de las zonas de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna, pertenecientes al Altiplano de Pasto. Por considerarse esta región de gran importancia, dada su condición eminentemente agrícola, por el hecho de abastecer con sus productos el mercado de la capital del departamento y, por la falta de estudios de suelos y en general agronómicos. Dicho trabajo contempló el estudio de una práctica generalizada en agricultura, esto es el encalamiento.

Los aspectos considerados fueron: el análisis de laboratorio para determinar la calidad de la cal, que luego se adicionó a los suelos de las cuatro zonas, tanto en la prueba de laboratorio, como en la prueba de invernadero en la cual se utilizó "lechuga romana" (Lettuce parris Island Cos.), como planta indi-

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Ricardo Guerrero H. I.A. y Antonio Arias H. I.A. a quienes los autores expresan su gratitud.

ALGUNOS ASPECTOS DEL ENCALAMIENTO EN SUELOS DEL ALTIPLANO DE
PASTO - NARIÑO - COLOMBIA (")
Se realizó el uso de cal en la región delimitada, por medio de encuestas personales a los agricultores.

Hernán Burbano Orjuela

Se cree que los resultados obtenidos en el presente trabajo tienen un cierto valor, porque se hace un aporte al conocimiento de los suelos del Altiplano, se ponen de presente situaciones hasta ahora desconocidas con respecto a la agricultura de este sector del municipio de Pasto y se abren perspectivas para esclarecer aspectos que no puede abarcar un estudio inicial.

Hernando López Riascos

I. INTRODUCCION

Para el desarrollo integral de la agricultura, además de las investigaciones de carácter esencialmente agronómico, deben aunarse los estudios de la situación real existente en el medio rural, así como también de las industrias que en una u otra forma se relacionan con la actividad agrícola, para que los esfuerzos investigativos incidan de una manera favorable.

En base al planteamiento anterior, se decidió adelantar un trabajo con suelos de las zonas de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna, pertenecientes al Altiplano de Pasto. Por considerarse esta región de gran importancia, dada su condición eminentemente agrícola, por el hecho de abastecer con sus productos el mercado de la capital del departamento y, por la falta de estudios de suelos y en general agronómicos. Dicho trabajo contempló el estudio de una práctica generalizada en agricultura, como es el encalamiento.

Los aspectos considerados fueron: el análisis de laboratorio para determinar la calidad de la cal, que luego se adicionó a los suelos de las cuatro zonas, tanto en la prueba de laboratorio, como en la prueba de invernadero en la cual se utilizó "Lechuga romana" (Lettuce parris Island Cos.), como planta indi

(") Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Ricardo Guerrero R. I.A. y Antonio Arias H. I.A. a quienes los autores expresan su gratitud.

cadora; así mismo, se investigó el origen, procesamiento y mercadeo de la cal empleada; finalmente se averiguó el uso de cal en la región delimitada, por medio de encuestas personales a los agricultores.

de literatura se ha dividido en dos partes generales: el encalamiento con sus efectos e implicaciones y, con sideraciones sobre caliza y cal, porque se ha juzgado conveniente dar a conocer un aspecto no muy estudiado dentro del campo de agronomía.

Se cree que los resultados obtenidos en el presente trabajo tienen un cierto valor, porque se hace un aporte al conocimiento de los suelos del Altiplano, se ponen de presente situaciones hasta ahora desconocidas con respecto a la agricultura de este sector del municipio de Pasto y se abren perspectivas para esclarecer aspectos que no puede abarcar un estudio inicial.

1) Encalamiento.

2) Origen.

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 (5).

2) Efectos de la cal.

La cal es un mejorador del suelo, y por tanto su aplicación trae como consecuencia efectos benéficos en: sus propiedades físicas-químicas y características biológicas (22). Por lo anterior, puede decirse, que el encalamiento es uno de los factores más importantes para conservar o aumentar la fertilidad y productividad del suelo (5).

a) Efectos físicos.

Según Robinson (30) y Frear (15), el calcio tiende a floccular 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. El efecto anotado se realiza donde los coloides han sido previamente dispersados por cantidades excesivas de sodio del suelo. El poder de flocculación del calcio es superior al de otros cationes: $Ca > H > Mg > K > Na$ (6).

Entre la **II. REVISIÓN DE LITERATURA** la rehabilitación y conservación del suelo, la aplicación de cal es una de las más importantes (14).

La revisión de literatura se ha dividido en dos partes generales: el encalamiento con sus efectos e implicaciones y, con consideraciones sobre caliza y cal, porque se ha juzgado conveniente dar a conocer un aspecto no muy estudiado dentro del campo de agronomía.

1. Encalamiento.

1) Origen.

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 (5).

2) Efectos de la cal.

La cal es un mejorador del suelo, y por tanto su aplicación trae como consecuencia efectos benéficos en: sus propiedades físico-químicas y características biológicas (22). Por lo anterior, puede decirse, que el encalamiento es uno de los factores más importantes para conservar o aumentar la fertilidad y productividad del suelo (5).

A) Efectos físicos.

Según Robinson (30) y Frear (15), 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. El efecto anotado se realiza donde los coloides han sido previamente dispersados por cantidades excesivas de sodio del suelo. El poder de floculación del calcio es superior al de otros cationes, Ca H Mg K Na (6).

Entre las prácticas requeridas para la rehabilitación y conservación del suelo, la aplicación de cal es una de las más importantes (14).

B) Efectos químicos.

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 (5).

En trabajos realizados en suelos de la Sabana de Bogotá, con el cultivo de papa, Vega y otros (35), llegaron a la conclusión de que si bien estos suelos son ácidos, la aplicación de cal no aumenta los rendimientos. En una serie de los suelos señalados anteriormente, Marín y otros (23), 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.

Gutián y Muñoz (16), 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 (34). 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 (35).

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 (34). Para aumentar la aprovechabilidad del fósforo y disminuir su fijación por el suelo, Lótero (21), recomienda entre otras prácticas, el encalamiento de los suelos ácidos. Hall (17), señala que la cal también aumenta la aprovechabilidad del fósforo del suelo, al promover la oxidación

ción biológica de la materia orgánica que contiene compuestos de fósforo, por un aumento del pH (6).

3) Señala Bear (4), que uno de los efectos de la aplicación de cal es reducir la solubilidad del hierro y aluminio en el suelo. Demolon (12), hace resaltar que el estado cálcico del suelo rige directamente algunas de sus propiedades (estructura, reacciones). Bajo condiciones de incubación y en suelos del Valle del Cauca, Santaella y González (32), encontraron que la aplicación de cantidades muy altas de carbonato de calcio, causa fijación del fósforo. estimula el desarrollo del sistema radicular, influye en la translocación y almacenamiento de carbohidratos y proteínas.

Respecto al potasio, Blasco (5), anota que el encalamiento aumenta su aprovechabilidad en los suelos dominados por coloides orgánicos e inorgánicos como caolinita e illita, pero disminuye cuando predominan las arcillas del tipo montmorillonítico.

Los principales factores que se deben tener en cuenta, al encalar Buckman y Brady (6), consideran que las aplicaciones de cal generalmente conducen a un mayor poder de fijación del potasio por los suelos. Esto trae como consecuencia una mejor conservación del potasio, ya que en estas condiciones no es lavado tan drásticamente, como en terrenos ácidos. Marín y Gómez (24) dicen que, el suministro de altas dosis de calcio al suelo, puede deprimir la absorción del magnesio y del potasio.

C) Efectos biológicos.

El tipo de suelo y el contenido de materia orgánica también influyen. 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 (18), 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, prosigan (1).

3) Clases de cal.

La cal estimula el metabolismo general de los organismos del suelo. Procesos tales como aminización, amonificación --

ción, nitrificación y oxidación sulfúrica, son considerablemente ayudados por un aumento del pH (6).

3) Influencia de la cal sobre los cultivos.

Demolon (12), hace resaltar que el estado cálcico del suelo rige directamente algunas de sus propiedades (estructura, reacciones de cambio, etc.), 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 (26, 27, 19).

4) Factores que se deben tener en cuenta al encalar.

Los principales factores que se deben tener en cuenta, al encalar los suelos, son la acidez, la textura del suelo, el contenido de materia orgánica y la planta que se va a cultivar (25).

La importancia de conocer el pH del suelo, estriba en que las plantas tienen diversas exigencias para la reacción del medio en que viven; unas son acidófilas, otras más bien alcalinófilas, prefiriendo algunas la neutralidad (3).

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 (25, 3).

5) Clases de cal.

En agricultura, se considera como cal cualquier mate --

rial con un contenido de calcio (o de calcio y magnesio) que es 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 los ingenios azucareros y fábricas de papel (1, 34).

La caliza para uso agrícola, según Worthen y Aldrich (37), es aquel producto calizo, extraído de la cantera, triturado en un molino y tamizado a la finura deseada. 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. Los dos compuestos importantes en las piedras calizas son el carbonato cálcico (CaCO_3) y dolomita (MgCO_3)-(CaCO₃), en diferentes proporciones. Cuando hay poca o ninguna dolomita la piedra caliza se llama cálcica. Si aumenta la proporción de dolomita se producen las calizas dolomíticas y, si hay muy poco carbonato cálcico-magnésico e impurezas, se usa la palabra dolomita (6). El medio más exacto para comparar químicamente las di-

versas materias para encalar, está en el contenido de óxido con vencionado. Con el nombre de cal viva, se designa cierta materia calcinada compuesta principalmente de óxido de calcio, en asociación natural con una cantidad menor de óxido de magnesio, -- que puede apagarse con agua (15). de CaCO_3 , lo que equivale a -- un 50% de CaO (10).

Blasco (5) considera que, el hidróxido de calcio conocido agrícolamente como cal apagada, es el resultado de la hidratación del óxido de calcio. Peñaranda (28) anota, que el hidróxido y la cal viva tienen el inconveniente de que son difíciles de manejar, porque queman las manos del operario.

Las escorias de defosforación constituyen un producto -- de la industria del acero, compuesto principalmente por silicato de calcio y carbonato de calcio en menor proporción (10).

Refiriéndose a la caliza, Guitián y Muñoz (16), mencionan como ventaja de este material su baja solubilidad en el agua, lo cual hace reducir las pérdidas por lixiviación, inevitables con cualquier otro tipo de encalante. Y concluyen diciendo que su uso se puede hacer sin riesgo alguno en suelos aún mal --

amortiguados, ligeros, que no soportan sin trastorno de su fisiología el empleo del hidróxido cálcico u otros materiales similares de acción drástica.

La cal viva y la apagada son, químicamente, muy activas y su manejo y almacenamiento son difíciles (1).

6) Garantía física de la cal.

Souffront (33) 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.

7) Garantía química de la cal.

El medio más exacto para comparar químicamente las diversas materias para encalar, está en el contenido de óxido convencional o los óxidos totales (15).

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 (10).

8) Compuestos no recomendables para encalar.

Compuestos de calcio en forma de sulfatos y cloruros, no son recomendables como encalantes, porque los cationes metálicos son tomados por la planta y algunos iones H del complejo coloidal pueden liberarse para formar ácidos que bajan el pH del suelo. De igual manera, se sugiere no hacer uso para encalar, de sales de potasio y de sodio, las primeras por su costo elevado y las otras por los daños que producen en las condiciones físicas del suelo (26).

9) Cantidades de cal que se deben aplicar.

Drouet (13) y Russell y Russell (31), coinciden en afirmar que las aplicaciones de cal en dosis pequeñas y repetidas -

no es conveniente aplicarla cuando el terreno está demasiado húmedo, porque se ve disminuida su eficiencia. Importante es que la distribución sea lo más uniforme posible (33).

El encalamiento puede efectuarse de diversas maneras, adoptándose la más conveniente en cada caso: al voleo, resulta lenta e imperfecta; mediante máquinas abonadoras tiradas por el tractor, la distribución es más uniforme; por avión; por medio de camiones con aditamentos especiales para la distribución, aunque se pueden esparcir grandes cantidades, su peso excesivo es perjudicial para el terreno (10, 37).

12) Incorporación de la cal al terreno.

En una investigación destinada a determinar el método que mejor influencia tuviera en la incorporación de cal, (0 a 10 centímetros), con respecto a la reacción del suelo, Marín y otros (23) encontraron que, el rastrillo de discos fue el mejor, siguiendo en eficiencia aquel en que la mitad se incorporó con arado y la otra mitad con rastrillo, aunque los resultados más bajos se obtuvieron cuando se empleó únicamente el arado.

13) Costos del encalamiento.

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.
- Costo de distribución e incorporación en el terreno - (1).

2. Caliza y cal.

Para esta parte de la revisión de literatura, se hizo un extracto de la Enciclopedia de Tecnología Química de Kirk y Othmer (20).

tación. 1) Origen y petrografía. La caliza se obtiene con quebrantadoras de tipo de quijada y giratorio, cuando la piedra es blanda y friable,

La caliza es una roca sedimentaria y el calcio que la constituye procede de rocas ígneas.

La caliza puede originarse química y orgánicamente, en el primer grupo están el travertino, la toba calcárea, la estalactita y la estalagnita; al segundo pertenece la caliza formada por acumulación de esqueletos de animales.

Para la trituration fina se emplea el molino de martillos. La clasificación de la caliza puede hacerse en base a origen, composición química, textura de la piedra y formaciones geológicas en que se halla.

3) Fabricación de cal.

Tomando como base la composición química, la caliza se designa generalmente por la impureza más notable. Entonces, las calizas pueden dividirse en: ricas en calcio (puras), magnesianas, dolomíticas, silicosas, arcillosas, ferruginosas y carbonáceas.

La textura de la caliza es una característica de clasificación empleada en geología y de esta manera se distingue la caliza compacta, conglomerada, olítica, cristalina, fosilífera y pisolítica.

2) Producción y preparación de caliza.

La caliza puede obtenerse mediante operaciones de superficie y subterráneas. Para conseguir piedra partida de canteras o de minas, deben realizarse las operaciones siguientes:

- Hacer perforaciones para los explosivos.
- Colocar barreminas para soltar la caliza.
- Cargar la piedra en vagonetas.
- Transportarla hasta las máquinas quebrantadoras.

El uso a que se destine la caliza, viene a dar el grado de preparación de la misma.

En general la caliza es sometida a dos tipos de quebrant

tación. La primaria que se realiza con quebrantadoras de tipo de quijada y giratorio, cuando la piedra es blanda y friable, se utilizan en ocasiones quebrantadoras de cilindros y martillos. La trituración secundaria de la piedra con el fin de lograr tamaños inferiores a 1 pulgada, se efectúa con trituradoras de cono o trituradoras giratorias de gran velocidad. Si las piedras son menos abrasivas, se usan machacadoras de martillos.

Para la trituración fina se emplea el molino de martillos. El molino pequeño de martillos oscilante es utilizado para producir caliza para la agricultura.

3) Fabricación de cal.

La fabricación de cal comprende los procesos químicos de calcinación e hidratación que conllevan diferentes operaciones unitarias: transporte, trituración y pulverización, separación por aires, ensacado y almacenamiento.

A) Tipos de instalaciones para calcinación.

a. Hornos rotativos. Son los hornos de mayor capacidad para la fabricación de cal. El tamaño de los hornos rotativos está comprendido entre 1,8 y 3,5 mts. de diámetro y su longitud entre 18 y 120 mts. Un gran número de hornos rotativos poseen accesorios tales como calentadores previos y refrigerantes, que logran una gran economía de combustible. La ventaja más importante de este tipo de hornos consiste en que produce la máxima cantidad de cal por hombre-hora. Aunque hay que considerar por otro lado, que representan la mayor inversión con respecto a los otros hornos y, tienen costos unitarios de combustible más altos que los hornos verticales eficientes.

b. Hornos verticales. El horno vertical que más se emplea, está formado por un casco de acero recubierto interiormente por material refractario. Sus dimensiones comunes son 3 a 7,20 mts. de diámetro y 10 a 23 mts. de altura. En el hogar, situado en la parte baja del horno, se deposita el combustible.

c. Hornos verticales de alimentación mixta. En éstos se colocan la caliza y el carbón mezclados, o en capas alternas. Como en este horno la combustión es completa, se considera el más eficiente en cuanto a utilización de combustible. Con el tiempo, se tornan duras y la hidratación se produce lentamente.

Las ventajas principales de los hornos verticales sobre los rotativos son: el menor costo de combustible, menor inversión de capital y mayor flexibilidad en el funcionamiento.

B) Combustibles para la calcinación.

Antiguamente la leña era el combustible más empleado para la calcinación; más tarde fue el carbón, que a su vez y como consecuencia de sus costos rápidamente crecientes y de la inseguridad en su suministro, fue desplazado por el petróleo y el gas.

La cal viva pulverizada pasa 100% por un tamiz de 20 mallas y 85-95% por un tamiz de 100.

C) Revestimiento de los hornos.

Cualquiera que sea la clase de horno empleado, todos los fabricantes de cal revisten interiormente los hornos con ladrillos refractarios. Como consecuencia de las reparaciones que hay que hacer al revestimiento, las fábricas suspenden el trabajo y, lo más aconsejable en estos casos es mantener a "fuego lento" los hornos, porque un enfriamiento total puede ocasionar graves resquebrajamientos de los ladrillos.

D) Química de la calcinación.

Aunque en el laboratorio se ha demostrado que la temperatura media de disociación del carbonato magnésico es de 760°C y la del carbonato cálcico de 899°C, bajo condiciones de fabricación la caliza no empieza a desprender gas carbónico en forma abundante hasta 928°C. En la práctica la temperatura alcanzada en la fabricación de cal es siquiera del orden de los 1.370°C, si se desea reducir el tiempo para la calcinación completa.

E) Almacenamiento de los productos de cal.

Lo anterior da como resultado que el carbonato de calcio tanto la cal viva como la hidratada no deben guardar

magnesio se calcine a una temperatura excesiva. En relación a las cales ricas en calcio también hay diferencias en su actividad. Las calcinadas a temperaturas bajas se hidratan con violencia explosiva y las calcinadas a temperaturas más altas y por más tiempo, se tornan duras y la hidratación se produce lentamente.

E) Productos de la calcinación.

a. Cal viva. Es el primer producto obtenido de la calcinación de la caliza, en forma de terrones (15-20 cms.) en hornos verticales y en forma de guijas (6-60 cms.) en hornos rotativos. Aunque de ordinario se expende en una de esas dos formas, también se vende cal viva molida y pulverizada. Un tamaño característico de cal viva molida, es la que pasa en su totalidad por un tamiz de 8 mallas y 40-60% por un tamiz de 100; la cal viva pulverizada pasa 100% por un tamiz de 20 mallas y 85-95% por un tamiz de 100.

b. Cal hidratada. La cal hidratada se obtiene mediante hidratadores mecánicos (apagadores), que pueden ser de funcionamiento intermitente o continuo y para obtener cal hidratada seca o lechada de cal. El proceso consiste en adicionar agua lentamente a la cal viva, ya sea triturada o molida. La mezcla se agita por el contacto íntimo del agua con la cal. Si se desea cal hidratada seca, debe evitarse el exceso de agua, si bien hay que agregar una cantidad poco mayor que la teórica, a fin de compensar el agua que se pierde en forma de vapor como consecuencia del calor de hidratación. Una vez hidratada, se muele con un molino de martillos o de rodillos equipado con un separador de aire. Regulando el separador, se logran cales hidratadas de grados diferentes de finura. La cal hidratada normal es un polvo fino y blanco, 95% del cual pasa a través de un tamiz de 200 mallas; existe también una cal superfina, que es aquella que en un 99.5% pasa por un tamiz de 325 mallas.

F) Almacenamiento de los productos de cal.

Tanto la cal viva como la hidratada no deben guardar

se por mucho tiempo, porque como consecuencia de la carbonatación pierden su actividad. En buenas condiciones de almacena- miento la cal viva puede conservarse hasta 6 meses, pero en ge- neral no debe guardarse más de 3. La cal hidratada, que almace- nada en seco se carbonata menos que la cal viva, puede conser- varse hasta 1 año sin que se produzca alteración importante. Al- empleada; la prueba de laboratorio para determinar los requeri- mientos de cal en los suelos; la prueba de invernadero; el ori- gen, procesamiento y mercados de la cal y, el empleo de cal en- el Altiplano de Pasto.

1. Estudio de la cal empleada en el trabajo.

La cal que se utilizó para este estudio se consiguió en el comercio local. Este producto es traído de San Francisco en la Comisaría del Putumayo, en donde existen tanto el yacimiento, como el horno en que es procesado.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

1) Análisis químico.

Con este fin se siguió la técnica descrita por Villaveg- chia (36), excepto en el caso del fósforo, el cual se determinó por el método de Bray (7).

A) Humedad (agua higroscópica).

Se determinó pesando en una cápsula de platino, 10 - 20 g. de la sustancia, que luego fue desecada en la estufa a 110 °C hasta peso constante.

B) Pérdida por calcinación (agua combinada + anhídri- do carbónico + sustancia orgánica).

Se calentaron 2 gms. de la sustancia seca en un ori- sal de platino, primero con la llama de un mechero Bunsen, y luego por 15 minutos al soplete; una vez enfriada en el deseca- dor, se pesó y después se repitió la calcinación hasta peso constante.

III. MATERIALES Y METODOS

En el presente capítulo se describen los materiales y la metodología, para las diferentes partes que conforman la totalidad del trabajo, y en su orden se tratan: el estudio de la cal empleada; la prueba de laboratorio para determinar los requerimientos de cal en los suelos; la prueba de invernadero; el origen, procesamiento y mercadeo de la cal y, el empleo de cal en el Altiplano de Pasto.

1. Estudio de la cal empleada en el trabajo.

La cal que se utilizó para este estudio se consiguió en el comercio local. Este producto es traído de San Francisco en la Comisaría del Putumayo, en donde existen tanto el yacimiento, como el horno en que es procesado.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

1) Análisis químico.

Con este fin se siguió la técnica descrita por Villavechia (36), excepto en el caso del fósforo, el cual se determinó por el método de Bray (7).

A) Humedad (agua higroscópica).

Se determinó pesando en una cápsula de platino, 10 grs. de la sustancia, que luego fue desecada en la estufa a 110 °C hasta peso constante.

B) Pérdida por calcinación (agua combinada + anhídrido carbónico + sustancia orgánica).

Se calentaron 2 grs. de la sustancia seca en un crisol de platino, primero con la llama de un mechero Bunsen, y luego por 15 minutos al soplete; una vez enfriada en el desecador, se pesó y después se repitió la calcinación hasta peso constante.

al crisol (C) Sílice. para su calcinación. El peso del precipitado representa los óxidos de aluminio y de hierro.

A la sustancia que quedó de la pérdida por calcinación, se le agregó agua en una cápsula de platino; se adicionó ácido clorhídrico y se calentó al baño maría hasta sequedad, removiendo de vez en cuando con una varilla de vidrio el residuo insoluble. Luego se llevó la cápsula a una estufa a 110°C, por espacio de 2 horas, hasta que fue expulsado todo el ácido clorhídrico. El residuo se secó, se humedeció con ácido clorhídrico concentrado y se hizo digerir en frío por algunas horas. Después se agregó agua caliente, se filtró y se lavó el residuo por decantación, agregando todas las veces, unas gotas de ácido clorhídrico y luego agua caliente. Finalmente, el último residuo insoluble se pasó al filtro con ayuda de agua. Se desecó y calcinó en crisol de platino; el peso del residuo corresponde a la sílice y a algunas impurezas.

En un crisol de platino se trató el residuo con 1 c.c. de ácido fluorhídrico y gotas de ácido sulfúrico concentrado, se llevó a baño maría hasta volatilización, quedando únicamente como residuo trazas de óxidos, que se calcinaron, se pesaron y luego se restaron del peso sílice + impurezas, se obtuvo así, la sílice contenida en la cal.

Las trazas de óxidos, se disolvieron y mezclaron con el filtrado obtenido al separar la sílice, con esta solución (Solución "A") que se llevó a volumen determinado, se obtuvieron el aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo existentes en la cal.

D) Aluminio y hierro.

La solución "A" fue hervida en un vaso de precipitados, se oxidaron sus sales ferrosas con gotas de ácido nítrico, se añadió cloruro amónico y se precipitó con ligero exceso de amoníaco. Se dejó enfriar y una vez sedimentado el precipitado, se recogió en un filtro, se lavó a continuación con agua hirviendo (que contenía algo de nitrato amónico), se desecó y pasó

al crisol de platino para su calcinación. El peso del precipitado representa los óxidos de aluminio y de hierro.

Por separado se tomó una alícuota de la solución "A" para la determinación del hierro, siguiendo el método volumétrico de Zimmermann, citado por Villavecchia (36).

2) La solución se vertió en un matraz de $\frac{1}{2}$ litro y se calentó a ebullición, después de haberle añadido 2 c.c. de ácido clorhídrico concentrado, se agregó después, gota a gota una solución de cloruro estannoso (25 grs. de cloruro estannoso con 10 c.c. de ácido clorhídrico concentrado, diluido hasta 100 centímetros cúbicos), hasta la desaparición de la coloración amarilla de las sales férricas. Se enfrió con agua, se procedió a añadir 10 c.c. de solución saturada de cloruro mercurico, se agitó, se diluyó hasta unos 300 c.c. con agua fría previamente hervida y se adicionó 10 c.c. de una solución de sulfato manganoso en agua con 138 c.c. de ácido fosfórico de peso específico 1.70, y 130 c.c. de ácido sulfúrico concentrado y diluida hasta 1 litro). Finalmente se tituló con solución 1/20N de permanganato potásico, hasta coloración roja persistente durante corto tiempo. La solución de permanganato debió ser titulada con una solución de oxalato de sodio de título correspondiente. Para el cálculo debe tenerse en cuenta que 1 c.c. de permanganato corresponde a 0,00399 grs. de Fe_2O_3 . Obtenido el óxido de hierro, de la suma de los dos sesquióxidos conseguidos, se dedujo el óxido de aluminio.

E) Calcio, magnesio, sodio y potasio.

Se determinaron fotométricamente sobre la solución "A", previa calibración de curvas para cada uno de los cationes y con soluciones patrones.

F) Fósforo.

Se tomó de la solución "A" una alícuota de 5 ml., se añadió 2 c.c. de solución extractora, se adicionó 2 ml. de solu-

ción de ácido cloromolíbico, se mezcló y en último término se agregó 1 ml. de solución diluida de cloruro estannoso. Se efectuaron lecturas entre los 5 y 20 minutos, a una longitud de onda de 660 milimicrones en el espectrofotómetro, conjuntamente se llevaron una serie de patrones para obtener la curva de calibración. La parte ubicada hacia el oriente es más suave y constituye los terrenos que han estructurado el Valle de Atriz. Y hacia el norte, en la hoya del río Pasto, existen terrenos quebrados.

2) Garantía química.

Con los datos obtenidos en el análisis químico, sobre la riqueza de CaO y MgO, de la cal en cuestión, se hicieron los cálculos correspondientes para expresar estos óxidos en forma de: equivalente de óxido de calcio (CaO); forma convencional ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$); poder de neutralización (CaCO_3); porcentajes elementales (Ca, Mg).

3) Garantía física.

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

2. Prueba de laboratorio para determinar los requerimientos de cal en los suelos.

Antes de hacer referencia a la técnica empleada para lograr este objetivo, se describirá brevemente la región central de Pasto a la cual pertenecen las zonas de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna, escogidas para llevar adelante este trabajo. Además, se incluye el procedimiento seguido para obtener las muestras de suelo utilizadas en el laboratorio y en la prueba de invernadero.

Región central de Pasto. Según el Atlas de Nariño (8), la región central de Pasto tiene como límite al norte, el río Juanambú, al sur el río Bobo y el Guáitara y al este la cordillera Centro-Oriental. Aquí se destaca el volcán Galeras. El Macizo señalado se caracteriza por una topografía abrupta, en especial

la que da hacia la parte occidental, que exhibe grietas profundas, canchales y pequeños valles encajonados. En el ángulo noroeste se observan terrenos que presentan caídas de un gran desnivel y hacia el sur mesas y terrenos planos de considerable fertilidad, cuya utilización en agricultura y ganadería se hace en forma amplia. La parte ubicada hacia el oriente es más suave y constituye los terrenos que han estructurado el Valle de Atriz. Y hacia el norte, en la hoya del río Pasto, existen terrenos quebrados, pues en Chachagüí, Duarte y Toro, se presentan mesas escalonadas. Por otra parte, hay que anotar que el Galeas estructura la orografía e hidrografía de esta región.

Un poco hacia el norte se alza el macizo de Morazurco, de forma irregular, en su flanco occidental, con laderas de gran pendiente. Es un sistema aislado que apenas insinúa pertenecer a la cordillera Centro-Oriental en su parte suroeste; elevación que divide las aguas de los ríos Pasto y Juanambú. En la parte que da hacia este río las laderas son abruptas, presentándose desniveles superiores a 2.000 metros. En el margen izquierdo del Alto Juanambú se encuentran las mesetas del Tablón y Las Mesas.

En la figura 1 se puede ver la localización dentro del municipio de Pasto, de las cuatro zonas estudiadas.

En cada una de las zonas se realizaron descripciones de perfiles, haciendo uso de zanjas y taludes de caminos y, cuando esto no fue posible, se abrieron calicatas adecuadas para esta operación.

Los implementos empleados fueron los siguientes: pala, barrenos tipo estándar de 90 cms., barra, tabla Munsell, HCl al 10%, cinta métrica, nivel Abney, jalones y altímetro.

Se procedió de la siguiente manera: primero se localizó en la forma más exacta posible el terreno escogido; a continuación se efectuó la descripción propiamente dicha, que comprendió la determinación de profundidad de los horizontes en centímetros,

textura, estructura, consistencia, color, reacción al HCl y observaciones; finalmente se consignaron datos generales, como altura sobre el nivel del mar, drenaje natural, vegetación, uso actual, pendiente y bordes de horizontes. (*)

En cada zona se hicieron varias descripciones y de acuerdo a su semejanza se tomaron áreas representativas.

Para lograr las muestras de suelo, cada área fue dividida en cuatro lotes y de cada uno se tomaron 20 submuestras. A su vez, se llevó al laboratorio de suelos para su análisis químico.

Como material de transporte se utilizaron: pala, baldes, bolsas.

Una vez en el laboratorio se separó de cada zona una muestra de 100 g por el método de cuantificación que fue empleada.

3. Prueba de cuantificación

Para llevar a cabo la prueba de cuantificación se utilizaron los siguientes:

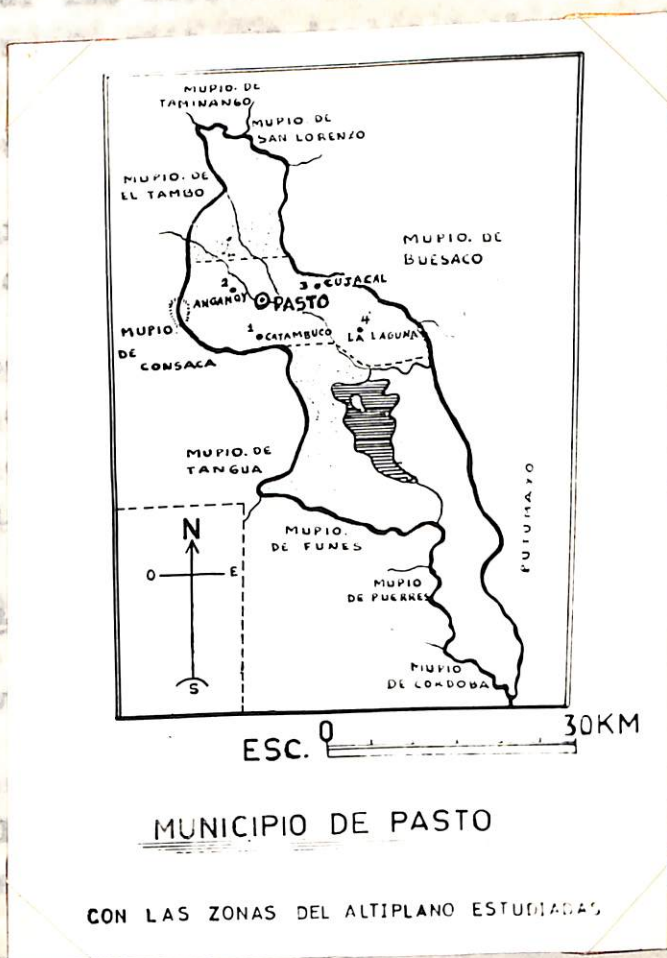


Figura 1. Localización de las zonas de estudio dentro del municipio de Pasto. (Tomado del DANE - N°-001).

Foto: A. Puertas

(*) Información personal Ricardo...

textura, estructura, consistencia, color, reacción al HCl y observaciones; finalmente se consignaron datos generales, como altura sobre el nivel del mar, drenaje natural, vegetación, uso actual, pendiente y bordes de horizontes. (+)

En cada zona se hicieron varias descripciones y de acuerdo a su semejanza se tomaron áreas representativas.

Para lograr las muestras de suelo, cada área fue dividida en cuatro lotes, de cada uno de los cuales se obtuvieron 20 submuestras. A su vez, de cada grupo de 20, una fue llevada al laboratorio de suelos del I.T.A., para su análisis químico.

Como materiales para este trabajo, se utilizaron: pala, balde, bolsas de polietileno y rótulos.

Una vez conseguidas las muestras de suelos, se separó de cada zona una cantidad adecuada, que en el laboratorio se trató por el método de Dunn (7). Para el desarrollo de esta prueba fue empleada la cal que previamente había sido analizada.

3. Prueba de invernadero.

Para llevarla a cabo, debieron adelantarse los pasos siguientes:

1) Cálculo de las cantidades de cal correspondientes a los tratamientos, en forma de CaCO_3 .

Con anterioridad se acordó aplicar a los suelos de las diversas zonas, seis tratamientos: 0 (testigo), $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 y 8 toneladas de carbonato de calcio (CaCO_3) por hectárea.

Luego se procedió a efectuar los cálculos de las cantidades de cal que debían aplicarse a los materos (capacidad 1,6-Kg., impermeabilizados interiormente con pintura asfáltica y

(+) Información personal Ricardo Guerrero R. I.A.

por fuera barnizados con pintura de aluminio), para que correspondiesen a los tratamientos.

Los tratamientos para los distintos suelos, fueron calculados con las formulas siguientes:

$$C = \frac{T \times p}{P} = \text{Kg.}$$

C: cantidad de CaCO_3 que debe aplicarse en Kg., por matero.

P: peso de la hectárea de suelo en Kg. (densidad aparente $\times 2 \times 10^6$).

T: tratamiento en Kg. de CaCO_3 por hectárea.

p: peso de suelo matero (1,6 Kg.).

Hay que señalar que para los cálculos de los tratamientos, se emplearon las densidades aparentes de los distintos suelos, que fueron: 1,0696 en Anganoy, 1,2177 en Catambuco, 1,3174 en Cujacal y 1,2919 en La Laguna.

Aunque C da en Kg., por conveniencia debió llevarse este dato a gr., para facilitar la pesada de los tratamientos en la balanza analítica.

La cantidad C tuvo que ser corregida, en base al poder neutralizante de la cal empleada, para lo cual se usó la fórmula siguiente:

$$c = \frac{100 \times C}{\text{P.N.}} = \text{gr.}$$

c: cantidad de cal en gr., por tratamiento, que se aplica a los materos.

C: cantidad de CaCO_3 en gr., sin corregir, que debería aplicarse por matero.

P.N.: poder neutralizante de la cal empleada.

En la tabla I se pueden ver las cantidades de cal co -

responsables a los tratamientos, para los suelos de las cuatro zonas, con un tratamiento de agua, para que las...

2) Semillero.

Para este efecto se usó un cajón de eternit, que se acondicionó con tierra y arena, y se dividió en partes iguales, que fueron desinfectadas con una solución de base de formalina. Cuando el semillero estuvo listo, se sembraron las semillas de lechuga romana (*Lactuca parrisiensis*), que fue utilizada como planta indicadora.

3) Control del nematodo.

En el suelo de la Laguna, Revelo y Revelo (29), detectaron la presencia de nematodos del género *Paratidoglyne*, de allí que se hiciera necesario su control.

Por medio de una olla de aluminio aprovechando el orificio de la base del matero, el suelo fue sometido por espacio de pocos minutos a una corriente de vapor de agua que elevó en forma considerable la temperatura, controlada con un termómetro. Para que el vapor no escapara en este tiempo, en forma rápida, se cubrió con el plástico. Después de esto se ajustó la cantidad de vapor que se escapaba.

4) Encalado.

En el invernadero de la Granja Experimental de Obonuco del ICA, fueron distribuidos los suelos en sus respectivos platos (recubiertos de pintura blanca) de acuerdo al diseño de Bloques Complejos al azar. El número de materos fue de 96, como resultado de las 4 repeticiones y 4 zonas de estudio. A continuación se aplicó el encalante que fue mezclado completamente con el suelo. En adelante se regó con agua destilada para mantener la humedad adecuada, durante los 30 días de permanencia.

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

Tratamientos	Zonas			
	Anganyo	Catambuco	Cujacal	Ia Laguna
½ 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

5) Trasplante.

Después de 4 semanas de sembradas las lechugas, estuvo...

ron listas para ser trasplantadas a los materos, cuyo suelo se encontraba con un contenido conveniente de agua, para que las plantas se adaptaran sin mayor problema.

6) Fertilización.

Después de cosechadas, las lechugas se llevaron a la estufa para conseguir peso constante, con temperaturas que fluctuaron. Cuando las plantas ya estuvieron establecidas, los suelos se fertilizaron por igual. Para llevarlo a efecto se aplicaron soluciones nutritivas de acuerdo al método de Jenny (Columbia 7), que dieron como resultado una adición de 100, 300 y 50 kilogramos por hectárea de N, P y K, respectivamente.

Las fuentes utilizadas fueron: te, con una visita a la población de San Francisco. Allí se inspeccionaron la mina de

Nitrógeno: fosfato de amonio del 99% de Pureza (BRITISH DRUG HOUSE LTD.).

Fósforo: fosfato monocálcico monohidratado - químicamente puro (CARLO ERBA).

Potasio: sulfato de potasio anhidro - químicamente puro (E. MERCK DE DARMSTAT, ALEMANIA).

5. Empleo de estiércol en el cultivo de pasto.

Se prepararon las soluciones de tal modo que, 15 c.c. - de cada una de ellas contenía los miligramos de reactivo necesarios para que representaran 100 Kg. por hectárea. Al momento de la adición, que se hizo con una pipeta graduada, se ajustó la cantidad de c.c. de acuerdo a la densidad aparente de cada suelo. áreas:

7) Riego. de 0 a 5 hectáreas.

Estrato B mayores de 5 a 20 hectáreas.

Con el fin de proveer al suelo de la humedad necesaria para el normal desarrollo de las lechugas, utilizando recipientes de vidrio, se regó con agua destilada, siempre que fue requerido. Del total de cada estrato se tomó el 30%, que es considerado como el mínimo, para que la muestra en un estudio sociológico resulte representativa (2).

8) Cosecha.

Se efectuó 8 semanas después del trasplante. Con ayuda de un cuchillo, las plantas se cortaron a la altura del cuello de la raíz y se colocaron en bolsas de papel, marcadas con --

respondientes a los tratamientos, para los suelos de las cuatro zonas.

2) Semillero.

Para este efecto se empleó un cajón de eternit, que se acondicionó con tierra y arena cernidas, y en partes iguales, - que fueron desinfectadas con un tratamiento a base de formalina. Cuando el semillero estuvo listo, se sembraron las semillas de lechuga romana (Lettuce parris Island Cos.), que fue utilizada como planta indicadora.

3) Control del nemátodo.

En el suelo de La Laguna, Revelo y Revelo (29), detectaron la presencia de nemátodos del género Meloidogyne, de allí - que se hiciera necesario su control.

Por medio de una olla de presión y aprovechando el orificio de la base del matero, el suelo fue sometido por espacio de pocos minutos, a una corriente de vapor de agua que elevó en forma considerable su temperatura, controlada con un termómetro. Para que el vapor no escapara durante este tiempo, en forma rápida, se cubrió la boca del matero con un plástico.

4) Encalamiento.

En el invernadero de la Granja Experimental de Obonuco del ICA, fueron distribuidos los materos con sus respectivos platos (recubiertos de pintura asfáltica), de acuerdo al diseño de Bloques Completos al Azar. El número total de materos fue de 96, como resultado de los 6 tratamientos, 4 replicaciones y 4 zonas de estudio. A continuación se aplicó el encalante que fue mezclado completamente con el suelo; de aquí en adelante se regó con agua destilada para mantener una humedad adecuada, durante los 30 días que permaneció en estas condiciones.

5) Trasplante.

Después de 4 semanas de sembradas las lechugas, estuvie

ron listas para ser trasplantadas a los materos, cuyo suelo se encontraba con un contenido conveniente de agua, para que las plantas se adaptaran sin mayor problema.

6) Fertilización.

Cuando las plantas ya estuvieron establecidas, los suelos se fertilizaron por igual. Para llevarlo a efecto se aplicaron soluciones nutritivas de acuerdo al método de Jenny (Columbia 7), que dieron como resultado una adición de 100, 300 y 50 kilogramos por hectárea de N, P y K, respectivamente.

Las fuentes utilizadas fueron:

Nitrógeno: fosfato de amonio del 99% de Pureza (BRITISH DRUG HOUSE LTD.).

Fósforo: fosfato monocálcico monohidratado - químicamente puro (CARLO ERBA).

Potasio: sulfato de potasio anhidro - químicamente puro (E. MERCK DE DARMSTAT, ALEMANIA).

5. Empleo de cal

Se prepararon las soluciones de tal modo que, 15 c.c. de cada una de ellas contenía los miligramos de reactivo necesarios para que representaran 100 Kg. por hectárea. Al momento de la adición, que se hizo con una pipeta graduada, se ajustó la cantidad de c.c. de acuerdo a la densidad aparente de cada suelo.

7) Riego. de 0 a 5 hectáreas.

Con el fin de proveer al suelo de la humedad necesaria para el normal desarrollo de las lechugas, utilizando recipientes de vidrio, se regó con agua destilada, siempre que fue requerido. Del total de cada estrato se tomó el 30%, que es considerado como el mínimo, para que la muestra en un estudio sociológico resulte representativa (2).

8) Cosecha.

Se efectuó 8 semanas después del trasplante. Con ayuda de un cuchillo, las plantas se cortaron a la altura del cuello de la raíz y se colocaron en bolsas de papel, marcadas con --

los tratamientos respectivos. El formulario empleado se puede observar en el apéndice.

9) Obtención de materia seca.

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

4. Origen, procesamiento y mercadeo de la cal.

Este objetivo se consiguió en parte, con una visita a la población de San Francisco. Allí se inspeccionaron la mina de donde se extrae la materia prima y las instalaciones procesadoras. Por el método de información personal, se recolectaron datos necesarios para este estudio, que fueron complementados con otros, obtenidos en el comercio de Pasto.

5. Empleo de cal en el Altiplano de Pasto.

Para realizar esta investigación se siguieron estos pasos:

1) En la oficina de catastro de Pasto, se contabilizó el número de propietarios de cada una de las zonas. Las propiedades se clasificaron en estratos de acuerdo a su extensión en hectáreas:

- Estrato A de 0 a 5 hectáreas.
- Estrato B mayores de 5 a 20 hectáreas.
- Estrato C mayores de 20 a 100 hectáreas.
- Estrato D mayores de 100 a 500 hectáreas (2).

Del total de cada estrato se tomó el 30%, que es considerado como el mínimo, para que la muestra en un estudio sociológico resulte representativa (2).

2) Fue elaborado el formato de encuesta, teniendo en cuenta que el grado de escolaridad de la mayoría de las perso

nas que iban a ser entrevistadas, no era muy alto. El formulario empleado se puede observar en el apéndice.

3) Se adelantaron las encuestas por el método de comunicación directa con los agricultores. Y para obviar ciertos problemas presentados, se consiguió la colaboración de las autoridades de las distintas zonas.

4) Se tabularon las respuestas obtenidas de los agricultores. Para esto se hicieron las correspondientes tablas, en las cuales se detallan las zonas, los números parciales y totales de informantes, así como los respectivos porcentajes.

1) Análisis químico.

A) Resultados.

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 ₂ O ₃	5,659 %
Hierro, expresado en Fe ₂ O ₃	0,043 %
Calcio, expresado en CaO.....	64,986 %
Magnesio, expresado en MgO.....	0,490 %
Potasio, expresado en K ₂ O.....	0,037 %
Sodio, expresado en Na ₂ O.....	0,054 %
Fósforo, expresado en P ₂ O ₅	0,002 %

B) Discusión.

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 de 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.

2) Garantía química.

A) Resultados.

Forma de cal:	Hidróxido	
Forma convencional:	Ca(OH) ₂	85,864 %
	Mg(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 %

B) Discusión.

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 (10).

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

3) Garantía física.

A) Resultados.

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

B) Discusión.

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.

2. Resultados y discusión de la prueba de laboratorio.

1) Resultados.

Los resultados obtenidos en la prueba de laboratorio con los distintos suelos, se pueden apreciar en la figura 2.

2) Discusión.

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 de 7,0, en tanto que en los otros suelos, 8 toneladas por hectárea de CaCO_3 no lo

gran llevar el pH hasta la neutralidad. Esto se debe, posible-
mente, al menor contenido de materia orgánica en el suelo de Ca-
tambuco lo cual se traduce en un menor poder de amortiguación.-
Este último rasgo está relacionado con los bajos valores de -
H⁺ contenido presente en el suelo de Catambuco.

En cuanto a que la relación calcio-aguero del suelo de
La Laguna es la más próxima a la normal, el contenido de calcio
de suelo es superior al de los demás suelos, por lo que el e-
fecto de
pH inicial
al final
bonate de
suelos de
la
similitud
yor, proba
de calcio

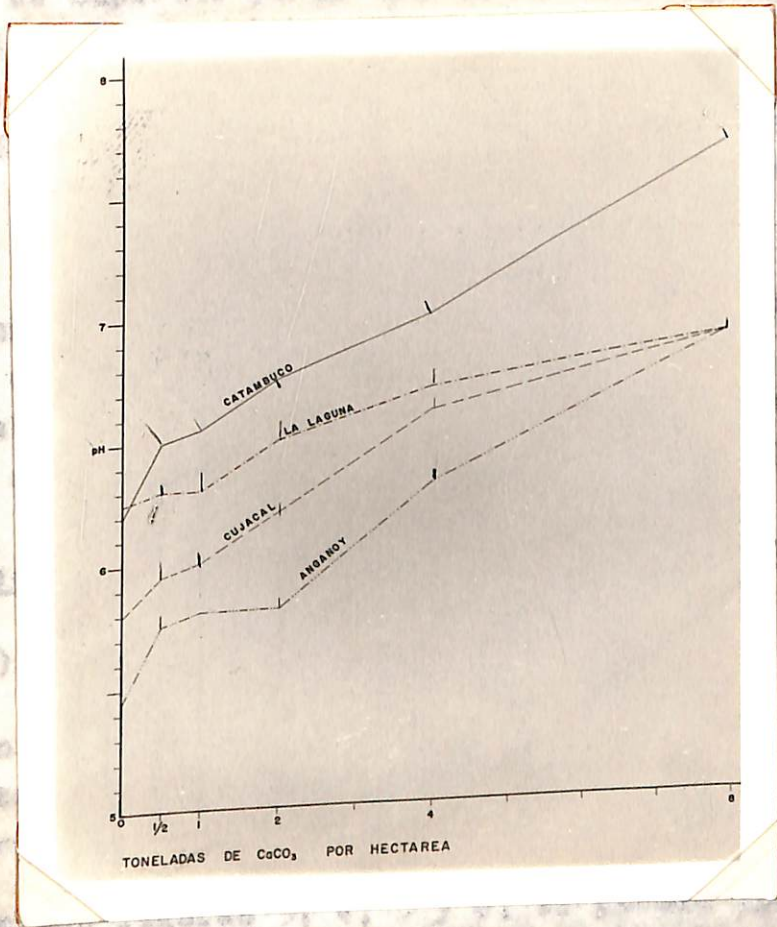


Figura 2. Prueba de laboratorio. Curvas de encalamiento de los suelos de Anganoy, Catambuco, Cujacal y La Laguna.

Foto: A. Mosquera

Los rendimien-
que: en ninguno de los suelos estudiados hubo respuestas signi-
ficativas de la planta indicadas. Foto: A. Mosquera
de calcio.

2) Discusión.

En la prueba de invernadero con la aplicación de CaCO₃-

TABLA II. Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca/maturo - Suelo de Cujacal.

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	½ 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	

Prueba en el. de materia

	TOTALES	PROMEDIO
0505	7,1128	1,7782
4658	8,2383	2,0581
6249	6,2528	1,5582
3140	10,9233	2,7308
0132	7,8494	1,9624
5186	10,4140	2,6035
3672	90,7646	



Figura 3. Prueba de invernadero. Desarrollo de la le-
chuga romana con diferentes tratamientos -
de CaCO_3 , en el suelo de Cujacal.

Foto: A. Mosquera

TABLA III. Prueba de invernadero - 326

TRATAMIENTO	
1 0 ton. de CaCO_3	
2 1/2 ton. de CaCO_3	
3 1 ton. de CaCO_3	
4 2 ton. de CaCO_3	
5 4 ton. de CaCO_3	
6 8 ton. de CaCO_3	
7 0 0 0	

TABLA III. Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia - seca/maturo - Suelo de 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.	0,9484	0,9424	3,2110	2,0505	7,1128	1,7782
2	½ 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	

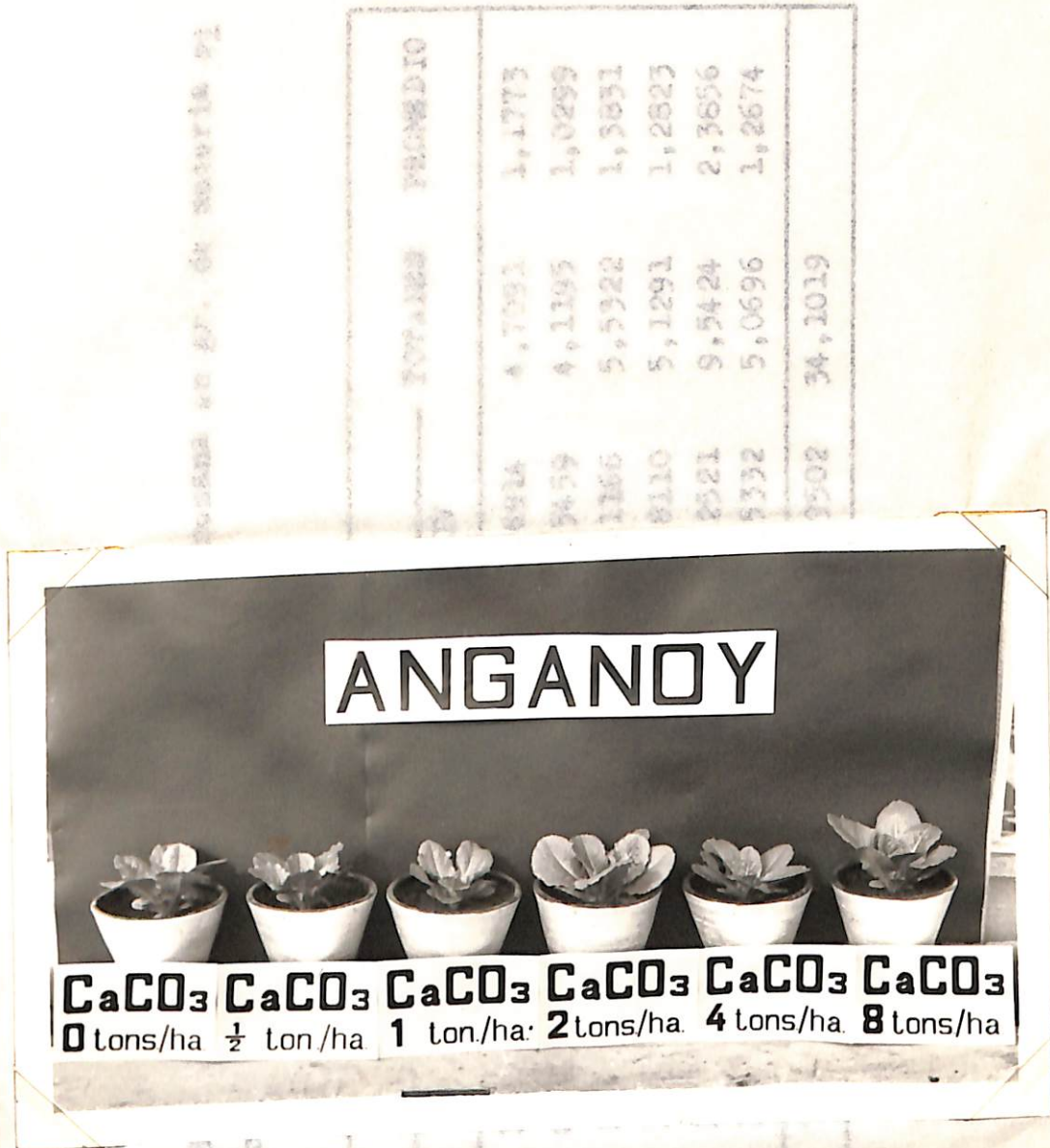


Figura 4. Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO_3 , en el suelo de Anganoy.

Foto: A. Mosquera

TABLA IV. Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca/Maturo - Suelo de Catambuco.

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	½ 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	



Figura 5. Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO_3 , en el suelo de Catambuco.

Foto: A. Mosquera

TRATAMIENTOS		HOJAS	PROMEDIO
1	0 ton. de CaCO_3	1,7360	0,4345
2	$\frac{1}{2}$ ton. de CaCO_3	2,1217	0,5304
3	1 ton. de CaCO_3	1,2894	0,4724
4	2 ton. de CaCO_3	1,2434	0,5104
5	4 ton. de CaCO_3	1,6095	0,2024
6	8 ton. de CaCO_3	1,3473	0,3368
T O T A L		9,9471	

TABLA V. Prueba de invernadero. Rendimiento de la lechuga romana en gr. de materia seca/matero - Suelo de 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.	0,3419	0,3462	0,5320	0,5179	1,7380	0,4345
2	½ 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	

... para los distintos suelos (tabla VI), que en algunos casos guardó relación con la producción de materia...

... por una parte la adición de carbonato de calcio a los suelos estudiados produjo un aumento en el pH, debe considerarse también, que estos suelos poseen cantidades altas de calcio en cambio y de materia orgánica, posibles factores que no...

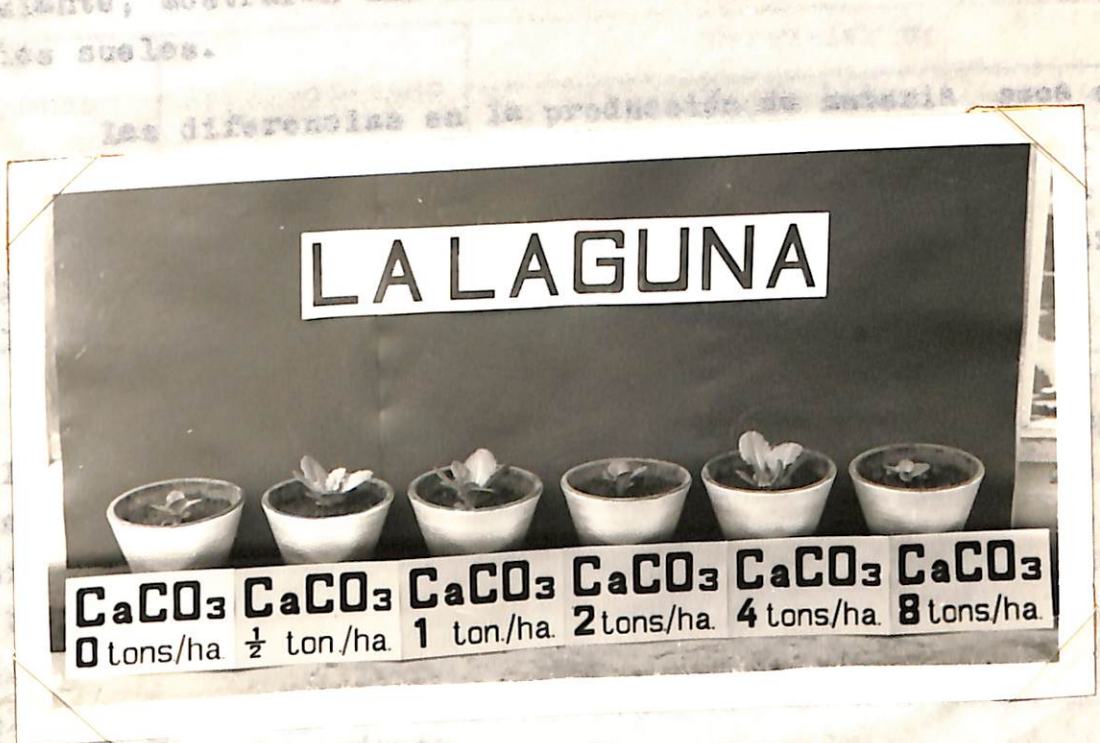


Figura 6. Prueba de invernadero. Desarrollo de la lechuga romana con diferentes tratamientos de CaCO_3 , en el suelo de La Laguna.

Foto: A. Mosquera

1) Origen.

El horno visitado, se propiamente del Sr. ... que es uno de los de mayor capacidad en la región ... materia prima, piedra caliza. La mayor parte de esta se ... del río Putumayo, en forma de pedregales ... directamente de la mina "La ... de San Francisco y sobre el ...

hubo un aumento de pH para los distintos suelos (tabla VI), 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.

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 el nemátodo.

4. Resultados y discusión sobre el origen, procesamiento y mercadeo de la cal utilizada en el trabajo.

1) Origen.

El horno visitado, de propiedad del Sr. Rodrigo Santa-cruz, que es uno de los de mayor capacidad en la región, utiliza como materia prima, piedra caliza. La mayor parte de ésta es recogida del río Putumayo, en forma de cantos rodados y el resto se consigue directamente de la mina "La Soledad", situada a 5 kilómetros de San Francisco y sobre el margen izquierdo de la

carretera que conduce a Puerto Asis. Esta mina es propiedad de la nación y en la actualidad abastece a todos los hornos existentes en sus inmediaciones.

La piedra caliza proviene de yacimientos calcáreos que seguramente se originaron en forma orgánica, pues se ha podido evidenciar esto a través de numerosos análisis de muestras, realizadas en la Zona Minera de Pasto, ya que al partirse, se han encontrado diversos fósiles animales (+). Por otra parte, la magnitud considerable de las minas, confirma su origen orgánico,

TABLA VI. 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

días continuos en la calcinada de la piedra y 6 días mientras se apaga el horno y se procede a descargarlo.

En estas condiciones el producto es almacenado en un de

(*) Información personal Braulio Montenegro P. I.Q.

carretera que conduce a Puerto Asis. Esta mina es propiedad de la nación y en la actualidad abastece a todos los hornos existentes en sus inmediaciones.

La piedra caliza proviene de yacimientos calcáreos que seguramente se originaron en forma orgánica, pues se ha podido evidenciar esto a través de numerosos análisis de muestras, realizados en la Zona Minera de Pasto, ya que al partirlas, se han encontrado diversos fósiles animales (+). Por otra parte, la magnitud considerable de las minas, confirma su origen orgánico, ya que esta situación no se presenta en yacimientos conformados químicamente, como es el caso de las calizas travertínicas.

2) Procesamiento.

Una vez obtenida la piedra caliza, se procede a quemar la en un horno rústico, que se puede asimilar al tipo vertical, como puede observarse en la figura 7. Dicho horno ha sido construido de tal manera, que uno de sus costados aprovecha un talud del terreno, es de ladrillo y piedra y tiene las dimensiones siguientes: altura 6,70 metros y diámetro 2,50 metros.

Aproximadamente la mitad de la piedra, aquélla que va del fondo hacia arriba, es tramada y forma la "media naranja", con el fin de que no se vaya a producir un derrumbamiento y el resto si se coloca indistintamente, hasta llegar a la parte superior del horno. El combustible empleado para quemar la piedra, es leña, que se suministra continuamente al horno, mientras dura el procesamiento.

El tiempo empleado en una "quema", se puede discriminar así: 2 días en el acarreo del material y cargada del horno; 4 días continuos en la calcinación de la piedra y 6 días mientras se apaga el horno y se procede a descargarlo.

En estas condiciones el producto es almacenado en un de

(+) Información personal Braulio Montenegro P. I.Q.

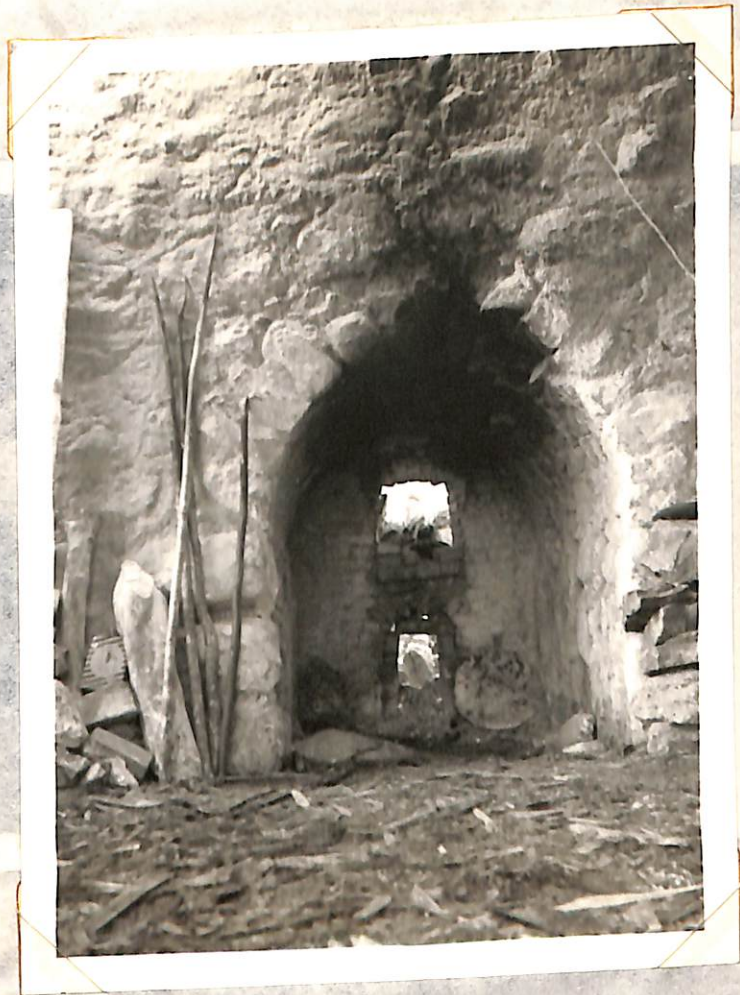


Figura 7. Horno característico para la quema de piedra caliza, en el sector de San Francisco (Putumayo).

Foto: A. Mosquera

óbito cercano al agua (Figura 8). Allí se apaga según la demanda, para luego ser transportado a diferentes lugares.

Costos de producción de la cal

Vr. Piedra del río (Figura 8)	\$ 320,00
Vr. Piedra de la zona de producción	100,00
Vr. Leña (50 m ³)	1.420,00
Vr. Jornal	480,00
TOTAL	<u>2.320,00</u>



Figura 8. Depósito y forma corriente de almacenar la cal en las instalaciones procesadoras. San Francisco (Putumayo).

Foto: A. Mosquera

de producción, en las demás instalaciones procesadoras, como pudo constatarse.

3) Mercadeo.

La producción de cal que en San Francisco tiene

* Cada viaje es de 2,5 m³ aproximadamente.

pósito cercano al horno (figura 8), allí se apaga según la demanda, para luego ser transportada a diferentes lugares.

Otra parte de la cal producida se transporta a la ciudad de Pasto, donde se abastecen todas las zonas.

Costos de producción de la cal:

Vr. Piedra del río (11 viajes) ⁺	\$ 320,00
Vr. Piedra de la mina (2 viajes) ⁺	100,00
Vr. Leña (50 m ³ aprox.)	1.420,00
Vr. Jornales (4 obreros)	<u>480,00</u>
TOTAL	<u>2.320,00</u>

Como cada "quema" produce 36 toneladas de cal apagada, que tiene un valor unitario de \$ 80,00, tenemos que:

Vr. Cal producida	\$ 2.880,00
Vr. Costos de producción	<u>2.320,00</u>
GANANCIA POR QUEMA	<u>560,00</u>

No obstante lo rudimentario de las instalaciones, y si bien las ganancias no son muy altas, el negocio tiene un saldo favorable que puede duplicarse, pues en ocasiones según las exigencias o demanda del producto, se llevan a cabo, dos que mas por mes.

Por otra parte es importante señalar, que el combustible es el renglón que más incrementa los costos de producción, pues representa el 61% de éstos, y su valor está aún por encima del que tiene la materia prima.

Es de anotar, que tanto el tipo de horno, el proceso de producción, así como el costo de la misma, son similares para las demás instalaciones existentes en el sector de San Francisco, como pudo constatarse.

3) Mercadeo.

La producción de cal que sale de San Francisco tiene-

+ Cada viaje es de 2,5 m³ aproximadamente.

como mercado más inmediato el propio Valle de Sibundoy, en donde el producto es utilizado en agricultura y en construcción. - Otra parte de esta producción es traída a la ciudad de Pasto, - donde se vende en distintos expendios, que abastecen todas las zonas vecinas.

El valor del transporte de una tonelada de cal, del centro de producción a Pasto, es de \$ 50,00; esa misma tonelada se vende en \$ 180,00, lo que representa una ganancia de \$ 50,00- por tonelada, para el comerciante.

Como se puede ver, el transporte encarece considerablemente los costos de la cal, pues su valor representa aproximadamente el 60%, en relación a su precio de compra.

5. Resultados y discusión sobre el empleo de cal en el Altiplano de Pasto.

La tabla VII muestra el número global de propiedades que se contabilizaron en las cuatro zonas de estudio. Como se expresó con anterioridad, de este número se tomó el 30%, para proceder a realizar las encuestas.

Los datos que arrojó la encuesta se presentan a continuación agrupados en tablas. Es de advertir que no se tabuló individualmente cada pregunta de la encuesta, sino que por conveniencia se tomaron dos o más, para una tabla.

1) Número de agricultores encuestados en cada zona.

En la tabla VIII se puede observar que las zonas con mayor número de agricultores por encuestar, fueron en su orden - las de La Laguna y Catambuco, seguidas por Anganoy y Cujacal. - En el aspecto de estratificación como era de esperarse, la mayoría de agricultores se encuentran al frente de fincas ubicadas en el estrato A; en los estratos B y C el número decrece y finalmente, en el D se encontró una sola propiedad.

TABLA VII. Número global de propiedades en las zonas de estudio.

Zonas	Estratos				Totales
	A	B	C	D	
Anganoy	173	7	0	3	183
Catambuco	304	34	3	0	341
Cujacal	66	17	10	0	93
La Laguna	334	13	0	0	347
Totales	877	71	13	3	964

TABLA VIII. Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio. Número de agricultores encuestados en cada zona.

Zonas	Estratos				Totales
	A	B	C	D	
Anganoy	52	2	0	1	55
Catambuco	91	10	1	0	102
Cujacal	20	5	3	0	28
La Laguna	100	4	0	0	104
Totales	263	21	4	1	289

TABLA IX. Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio.

Zonas	Propietarios		Arrendatarios		Amedieros		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	50	90,91	0	0,00	5	9,09	55
Catambuco	82	80,39	19	18,63	1	0,98	102
Cujacal	23	82,14	0	0,00	5	17,86	28
La Laguna	102	98,08	1	0,96	1	0,96	104
Totales	257	88,13	20	6,92	12	4,15	289

Zonas	Más de 100 hectáreas a menos de 500		Total de informantes
	Nº	%	
Anganoy	1	1,82	55
Catambuco	0	0,00	102
Cujacal	0	0,00	28
La Laguna	0	0,00	104
Totales	1	0,35	289

Zonas	5 hectáreas o menos	
	Nº	%
Anganoy	52	94,54
Catambuco	91	89,22
Cujacal	20	71,43
La Laguna	100	96,15
Totales	263	91,00

Tabla IX. Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio.

TABLA IX. Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio.

Zonas	Propietarios		Arrendatarios		Amedieros		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	50	90,91	0	0,00	5	9,09	55
Catambuco	82	80,39	19	18,63	1	0,98	102
Cujacal	23	82,14	0	0,00	5	17,86	28
La Laguna	102	98,08	1	0,96	1	0,96	104
Totales	257	88,13	20	6,92	12	4,15	289

Zonas	Más de 100 hectáreas a menos de 500		Total de informantes	
	Nº	%	Nº	%
Anganoy	1	1,82	55	
Catambuco	0	0,00	102	
Cujacal	0	0,00	28	
La Laguna	0	0,00	104	
Totales	1	0,35	289	

Tabla X. Clasificación de las propiedades de las zonas de estudio.

Zonas	5 hectáreas o menos		Total de informantes	
	Nº	%	Nº	%
Anganoy	52	94,54	55	
Catambuco	91	89,22	102	
Cujacal	20	71,43	28	
La Laguna	190	96,15	104	
Totales	263	91,00	289	

2) Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio.

TABLA X. Clasificación de las propiedades de acuerdo a su extensión en hectáreas.

Zonas	5 hectáreas o menos		Más de 5 hectáreas a menos de 20		Más de 20 hectáreas a menos de 100		Más de 100 hectáreas a menos de 500		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	52	94,54	2	3,64	0	0,00	1	1,82	55
Catambuco	91	89,22	10	9,80	1	0,98	0	0,00	102
Cujacal	20	71,43	5	17,86	3	10,71	0	0,00	28
La Laguna	100	96,15	4	3,85	0	0,00	0	0,00	104
Totales	263	91,00	21	7,27	4	1,38	1	0,35	289

Case se puede... los propietarios... en un caso el porcentaje de éstos es inferior... La Laguna que... tan solo se... de 19. Y am... con 17,86% en... exhibe el menor... acuerdo a su ex...

3) Clasificación de las propiedades de acuerdo a su extensión en hectáreas.

Los resultados de las propiedades de estudio, pues las fincas men... que el minifun... las fincas men... presentan un porcent... encontrándose hasta... Lo anterior hace... esto escogido para... agricultura de subsistencia... de 5 hectáreas... pues el mayor... Catambuco muestra... La Laguna y... 10,71% y 0,98%,... y menores de 100... registran fin... únicamente se... extensión comprendida... entre más de 100 hectáreas y menos de 500.

2) Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio.

TABLA X. Clasificación de las propiedades de acuerdo a su extensión en hectáreas.

Zonas	5 hectáreas o menos		Más de 5 hectáreas a menos de 20		Más de 20 hectáreas a menos de 100		Más de 100 hectáreas a menos de 500		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	52	94,54	2	3,64	0	0,00	1	1,82	55
Catambuco	91	89,22	10	9,80	1	0,98	0	0,00	102
Cujacal	20	71,43	5	17,86	3	10,71	0	0,00	28
La Laguna	100	96,15	4	3,85	0	0,00	0	0,00	104
Totales	263	91,00	21	7,27	4	1,38	1	0,35	289

Case se puede observar que en Anganoy, los propietarios dominantes en las zonas de estudio, en cada caso el porcentaje de éstos es inferior a 20%. En La Laguna que con 98,08% se encuentran en Catambuco, los propietarios tan solo se encuentran en Catambuco. En Cujacal con 17,86% en primer lugar, es tanto en Anganoy como en La Laguna. El número de fincas explotadas en las zonas de estudio, de acuerdo a su extensión en hectáreas, se muestra en la tabla X. Los resultados de este estudio, muestran que el minifundio domina en todas las zonas de estudio, pues las fincas menores de 5 hectáreas en Anganoy, Catambuco y La Laguna presentan un porcentaje inferior a 1,43%. En La Laguna, el porcentaje de fincas de 5 hectáreas o menos es de 96,15% como máximo, por lo que se puede pensar que en esta zona el trabajo, se realiza en el campo. Para las fincas de más de 5 hectáreas, los porcentajes de propiedades de este tipo en la zona de Catambuco llegan a 89,22%, en Cujacal, respectivamente 71,43% y 96,15%. En Anganoy, Catambuco y La Laguna, los porcentajes de fincas de este tipo en el caso de fincas de 5 hectáreas o menos son de 94,54%, 89,22% y 96,15% respectivamente. En Anganoy, Catambuco y La Laguna, los porcentajes de fincas de 5 hectáreas o menos son de 94,54%, 89,22% y 96,15% respectivamente. En Anganoy, Catambuco y La Laguna, los porcentajes de fincas de 5 hectáreas o menos son de 94,54%, 89,22% y 96,15% respectivamente. Por último, de las zonas de estudio, únicamente se contabilizó en Anganoy una sola finca de extensión comprendida entre más de 100 hectáreas y menos de 500.

- 2) Condición de tenencia de la finca en las zonas de estudio.

Como se puede comprobar en la tabla IX, los propietarios dominan en las cuatro zonas, pues en ningún caso el porcentaje de éstos es inferior a 80,39, destacándose La Laguna que con 98,08% se encuentra a la cabeza. Arrendatarios tan solo se encontraron en Catambuco, donde existen en número de 19. Y amedios se hallaron en todas las zonas, Cujacal con 17,86% en primer lugar, en tanto que La Laguna con 0,96% exhibe el menor número de fincas explotadas en medianía.

- 3) Clasificación de las propiedades de acuerdo a su extensión en hectáreas.

Los resultados de la tabla X muestran que el minifundio domina en todas las zonas de estudio, pues las fincas menores de 5 hectáreas en ninguno de los casos presentan un porcentaje inferior a 71,43 que es el de Cujacal, encontrándose hasta 96,15% como máximo, para la zona de La Laguna. Lo anterior hace pensar que en este sector del Altiplano de Pasto escogido para el trabajo, se adelanta una agricultura de subsistencia.

Para las fincas cuya extensión va de más de 5 hectáreas a 20, los porcentajes descienden sensiblemente, pues el mayor, en la zona de Cujacal apenas llega a 17,86, Catambuco muestra 9,80% y porcentajes de 3,85 y 3,60 corresponden a La Laguna y Cujacal, respectivamente.

Cujacal y Catambuco en su orden, exhiben 10,71% y 0,98%, en el caso de fincas superiores a 20 hectáreas y menores de 100 hectáreas, mientras que Anganoy y La Laguna, no registran fincas de este tipo.

Por último, de las zonas investigadas, únicamente se contabilizó en Anganoy una sola finca con extensión comprendida entre más de 100 hectáreas y menos de 500.

TABLA XI. Cultivos generalizados en las zonas de estudio.

Zonas	Cultivos																		Total de in- formantes
	Trigo		Cebada		Papa		Maíz		Ulloco		Zanahoria		Haba		Alverja		Otros ⁺		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Angañoy	18	32,73	19	34,55	3	5,45	22	40,00	0	0,00	0	0,00	1	1,82	1	1,82	10	18,20	55
Catambuco	26	25,49	11	10,78	41	40,20	24	23,53	3	2,94	23	22,54	7	6,86	2	1,96	14	13,73	102
Cujacal	11	39,29	1	3,57	4	14,29	12	42,86	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	3,57	4	14,29	28
La Laguna	20	19,23	4	3,85	45	43,27	38	36,54	47	45,19	0	0,00	12	11,54	1	0,96	41	39,42	104

⁺Avena, remolacha, coliflor, cebolla, lechuga, repollo, ajo y ornamentales.

4) Cultivos generalizados en las zonas de estudio.

La tabla XI contempla trigo, cebada, papa, maíz, ulleco, zanahoria, haba y alverja, como los ocho cultivos más generalizados en las cuatro zonas. Y agrupados con la designación "otros", avena, remolacha, coliflor, cebolla, lechuga, repollo, ajo y ornamentales, pues no obstante cultivarse en todas las zonas, la extensión que para ellos se dedica es bastante reducida.

Los cultivos que tienen los porcentajes más altos en las distintas zonas son: maíz con 40,00% para Anganoy, en Catambuco es la papa con 40,20%, nuevamente en Cujacal el maíz representa el 39,19%, y en La Laguna el maíz con 45,19% es el cultivo que más se cultiva, pues se encuentra en un 45,19 por ciento.

TABLA XII. Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.

Zonas	Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio				Total de informantes
	Si		No		
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	41	74,55	14	25,45	55
Catambuco	96	94,12	6	5,88	102
Cujacal	21	75,00	7	25,00	28
La Laguna	100	96,15	4	3,85	104
Totales	258	89,27	31	10,73	289

La aplicación del fertilizante en su totalidad es efectuada a mano, bien al voleo o en corona, de acuerdo a la clase de cultivo.

6) Frecuencia de aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.

Se catalogó como frecuencia de aplicación continua del abono, cuando el agricultor lo emplea para cada siembra y, discontinua en el caso contrario.

4) Cultivos generalizados en las zonas de estudio.

La tabla XI contempla trigo, cebada, papa, maíz, ulloco, zanahoria, haba y alverja, como los ocho cultivos más generalizados en las cuatro zonas. Y agrupados con la designación -- "otros", avena, remolacha, coliflor, cebolla, lechuga, repollo, ajo y ornamentales, pues no obstante cultivarse en todas las zonas, la extensión que para ellos se dedica es bastante reducida.

Los cultivos que tienen los porcentajes más altos en las distintas zonas son: maíz con 40,00% para Anganoy, en Catambuco es la papa con 40,20%, nuevamente en Cujacal el maíz presenta el porcentaje más alto, 42,86, y en La Laguna es el ulloco el cultivo que más se siembra, pues se encuentra en un 45,19 por ciento.

5) Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.

Zonas	Continua		Discontinua		Total de Informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	40	97,56	1	2,44	41
Catambuco	94	97,92	2	2,08	96
Cujacal	21	100,00	0	0,00	21
La Laguna	95	95,00	5	5,00	100

En base a las cifras obtenidas en la tabla XII, se puede afirmar que la fertilización con abonos químicos, en las zonas estudiadas, puede considerarse en términos generales como aceptable, ya que de 289 informantes, 258 que representan el porcentaje equivalente a 89,27%, aplican abonos químicos a sus terrenos. El resto, o sea 31 agricultores dejan de realizar esta práctica, según manifestaron, por limitaciones de índole económica.

La aplicación del fertilizante en su totalidad es efectuada a mano, bien al voleo o en corona, de acuerdo a la clase de cultivo.

6) Frecuencia de aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.

Se catalogó como frecuencia de aplicación continua del abono, cuando el agricultor lo emplea para cada siembra y, discontinua en el caso contrario.

4) Cultivos generalizados en las zonas de estudio.

La tabla XI contempla trigo, cebada, papa, maíz, ulloco, zanahoria, haba y alverja, como los ocho cultivos más generalizados en las cuatro zonas. Y agrupados con la designación "otros", avena, remolacha, coliflor, cebolla, lechuga, repollo, ajo y ornamentales, pues no obstante cultivarse en todas las zonas, la extensión que para ellos se dedica es bastante reducida.

Los cultivos que tienen los porcentajes más altos en las distintas zonas son: maíz con 40,00% para Anganoy, en Catambuco es la papa con 40,20%, nuevamente en Cujacal el maíz presenta el porcentaje más alto, 42,86, y en La Laguna es el ulloco el cultivo que más se siembra, pues se encuentra en un 45,19 por ciento.

5) Aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.

Zonas	Continua		Discontinua		Total de Informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	40	97,55	1	2,44	41
Catambuco	94	97,92	2	2,08	96
Cujacal	21	100,00	0	0,00	21
La Laguna	95	95,00	5	5,00	100

En base a las cifras obtenidas en la tabla XII, se puede afirmar que la fertilización con abonos químicos, en las zonas estudiadas, puede considerarse en términos generales como aceptable, ya que de 289 informantes, 258 que representan el porcentaje equivalente a 89,27%, aplican abonos químicos a sus terrenos. El resto, o sea 31 agricultores dejan de realizar esta práctica, según manifestaron, por limitaciones de índole económica.

La aplicación del fertilizante en su totalidad es efectuada a mano, bien al voleo o en corona, de acuerdo a la clase de cultivo.

6) Frecuencia de aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.

Se catalogó como frecuencia de aplicación continua del abono, cuando el agricultor lo emplea para cada siembra y, discontinua en el caso contrario.

TABLA XIII. Frecuencia de aplicación de abonos químicos en las zonas de estudio.

Zonas	Continua		Discontinua		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	40	97,56	1	2,44	41
Catambuco	94	97,92	2	2,08	96
Cujacal	21	100,00	0	0,00	21
La Laguna	95	95,00	5	5,00	100
Totales	250	96,90	8	3,10	258

TABLA XIV. Fórmulas de abonos químicos empleados en las zonas de estudio.

Zonas	10-30-10		12-24-12		15-15-15		14-14-14		5-20-15		5-20-12		Nifoskal		Urea		12-6-22-2-B-Zn		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	38	92,68	0	0,00	0	0,00	1	2,44	1	2,44	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	4,88	41
Catambuco	93	96,88	0	0,00	3	3,13	1	1,04	5	5,21	1	1,04	3	3,13	1	1,04	0	0,00	96
Cujacal	21	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,76	0	0,00	21
La Laguna	89	89,00	2	2,00	0	0,00	1	1,00	0	0,00	10	10,00	12	12,00	0	0,00	0	0,00	100

En las cuatro zonas, la gran mayoría de agricultores aplican abonos químicos de manera continua, como se puede observar si se comparan los porcentajes extremos de esta modalidad de aplicación, Cujacal 100 y La Laguna 95,00. (Ver tabla XIII).

7) Fórmulas de abonos químicos empleados en las zonas de estudio.

Según los resultados obtenidos en la tabla XIV, se puede decir que en general, las fórmulas de abonos químicos utilizados son las más aconsejables.

De las fórmulas reseñadas en la tabla la más empleada es la 10-30-10, ya que aún donde es menos utilizada como es el caso de La Laguna, muestra un porcentaje de 89,00. Las fórmulas restantes exhiben porcentajes muy por debajo de los que arroja la fórmula considerada, en las distintas zonas.

8) Relación entre las cantidades de abonos químicos y semilla empleados por hectárea, en las zonas de estudio.

Este aspecto de la encuesta no se tabuló como los datos anteriores, por las dificultades que surgieron, ya que la pregunta del formulario hacía relación a cantidad de abono por bulto de semilla, que no en todos los casos tiene la misma capacidad, pues se expende semilla certificada en sacos de 35 kilos, y en otras oportunidades el agricultor puede emplear bultos hasta de 60 kilos. Además, un número considerable de encuestados no pudo precisar las cantidades de abono y semilla empleados.

Por las razones anteriormente aducidas, se procedió a sacar un dato general de los cuatro principales cultivos, en las distintas zonas:

- Maíz : 60-300 Kg. de abono/16 - 20 Kg. de semilla.
- Papa : 400-800 Kg. de abono/1000-1200 Kg. de semilla.
- Trigo : 70-300 Kg. de abono/100 - 120 Kg. de semilla.
- Cebada: 100-300 Kg. de abono/80 - 100 Kg. de semilla.

Las cantidades resultantes, por los márgenes tan amplios que presentan, tanto para la semilla como para el abono, muestran que la práctica de fertilización con abonos químicos en las zonas de estudio, no se realiza en forma técnica.

9) Aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.

En relación a la aplicación de abonos químicos, el empleo de orgánicos, en las zonas consideradas, no es tan alto. En ninguno de los casos el porcentaje de agricultores que emplean abonos orgánicos, supera al de aquéllos que no lo hacen. La zona de estudio que se encuentra en último término, presenta 43,14%.

TABLA XV. Aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.

Zonas	Aplicación				Total de informantes
	Si		No		
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	25	45,45	30	54,55	55
Catambuco	44	43,14	58	56,86	102
Cujacal	13	46,43	15	53,57	28
La Laguna	49	47,12	55	52,88	104
Totales	131	45,33	158	54,67	289

La frecuencia de aplicación se tomó en el mismo sentido que para el caso de los abonos químicos.

La tabla XVI muestra que la aplicación continua de abonos orgánicos tan solo en la zona de La Laguna con 51,02%, supera a la frecuencia discontinua, ya que Anganoy tiene 48,00%, Catambuco 31,82% y Cujacal el menor porcentaje, pues solo llega a 7,69%.

Según los informes obtenidos de los agricultores, se puede decir que la frecuencia de aplicación continua de abonos orgánicos se ve afectada por el tiempo considerable que tiene

Las cantidades resultantes, por los márgenes tan amplios que presentan, tanto para la semilla como para el abono, muestran que la práctica de fertilización con abonos químicos en las zonas de estudio, no se realiza en forma técnica.

9) Aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.

En relación a la aplicación de abonos químicos, el empleo de orgánicos, en las zonas consideradas, no es tan alto. En ninguno de los casos el porcentaje de agricultores que emplean abonos orgánicos, supera al de aquéllos que no lo hacen. La zona de La Laguna con el porcentaje más alto de aplicación, apenas llega a 47,12 y Catambuco que se encuentra en último término, presenta 43,14%.

Casi todos los 158 agricultores que no aplican abonos orgánicos manifestaron que, esto obedece a la poca facilidad para conseguirlos, unida también al factor pecuniario.

Por su parte, en las cuatro zonas, la labor de aplicación de abonos orgánicos al terreno, siempre se efectúa a mano. (Ver tabla XV).

Zonas	Anganoy	Cujacal	Catambuco	La Laguna
52	39,69	78	43,14	47,12

10) Frecuencia de aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.

La frecuencia de aplicación se tomó en el mismo sentido que para el caso de los abonos químicos.

La tabla XVI muestra que la aplicación continua de abonos orgánicos tan solo en la zona de La Laguna con 51,02%, supera a la frecuencia discontinua, ya que Anganoy tiene 48,00%, Catambuco 31,82% y Cujacal el menor porcentaje, pues solo llega a 7,69.

Según los informes obtenidos de los agricultores, se puede decir que la frecuencia de aplicación continua de abonos orgánicos se ve afectada por el tiempo considerable que tiene

Las cantidades resultantes, por los márgenes tan amplios que presentan, tanto para la semilla como para el abono, muestran que la práctica de fertilización con abonos químicos en las zonas de estudio, no se realiza en forma técnica.

9) Aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.

En relación a la aplicación de abonos químicos, el empleo de orgánicos, en las zonas consideradas, no es tan alto. En ninguno de los casos el porcentaje de agricultores que emplean abonos orgánicos, supera al de aquéllos que no lo hacen. La zona de La Laguna con el porcentaje más alto de aplicación, apenas llega a 47,12 y Catambuco que se encuentra en último término, presenta 43,14%.

Casi todos los 158 agricultores que no aplican abonos orgánicos manifestaron que, esto obedece a la poca facilidad para conseguirlos, unida también al factor pecuniario.

Por su parte, en las cuatro zonas, la labor de aplicación de abonos orgánicos al terreno, siempre se efectúa a mano. (Ver tabla XV).

10) Frecuencia de aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.

La frecuencia de aplicación se tomó en el mismo sentido que para el caso de los abonos químicos.

La tabla XVI muestra que la aplicación continua de abonos orgánicos tan solo en la zona de La Laguna con 51,02%, supera a la frecuencia discontinua, ya que Anganoy tiene 48,00%, Catambuco 31,82% y Cujacal el menor porcentaje, pues solo llega a 7,69.

Según los informes obtenidos de los agricultores, se puede decir que la frecuencia de aplicación continua de abonos orgánicos se ve afectada por el tiempo considerable que tiene

TABLA XVI. Frecuencia de aplicación de abonos orgánicos en las zonas de estudio.

Zonas	Continua		Discontinua		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	12	48,00	13	52,00	25
Catambuco	14	31,82	30	68,18	44
Cujacal	1	7,69	12	92,31	13
La Laguna	25	51,02	24	48,98	49
Totales	52	39,69	79	60,31	131

TABLA XVII. Aplicación de cal en las zonas de estudio.

Zonas	Si		No		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	27	49,09	28	50,91	55
Catambuco	41	40,20	61	59,80	102
Cujacal	6	21,43	22	78,57	28
La Laguna	68	65,38	36	34,62	104
Totales	142	49,13	147	50,87	289

que pasar, hasta acumular una cantidad adecuada para el terreno.

- 11) Cantidad de abonos orgánicos empleada en las zonas - de estudio.

Esta pregunta no admitió ningún tipo de contabilización, ya que según los numerales 9) y 10), los agricultores afrontan muchos problemas, para conseguir esta clase de abonos y en con secuencia las cantidades utilizadas son muy variables.

- 12) Aplicación de cal en las zonas de estudio.

Como se puede apreciar en la tabla XVII, el número de a gricultores que realizan la práctica del encalamiento, es infe rior al del grupo que deja de efectuarla. Únicamente en la zona de La Laguna sucede lo contrario, pues de 104 informantes, 68,- que equivalen a 65,38%, aplican cal a sus terrenos. En Anganoy y Catambuco menos de la mitad de los agricultores emplean enca lantes, pues muestran en su orden, porcentajes de 49,09 y 40,20. Cujacal es la zona de mínima aplicación de cal, porque el por- centaje apenas llega a 21,43.

Nuevamente el factor económico se pone de presente, por cuanto muchos informantes que no aplican cal, respondieron que dejaban de hacerlo, principalmente por falta de dinero. También en todas las zonas se encontraron agricultores que desconfían- de la bondad del encalado.

- 13) Motivación para aplicar cal en las zonas de estudio.

El modo de ser de nuestros agricultores se pone de mani fiesto en la tabla XVIII, pues el propio criterio es la pauta - generalizada (78,17%), que los lleva a aplicar cal a sus terre- nos, con la aclaración de que este criterio es aquél que han ad quirido en sus hogares, transmitido de padres a hijos.

El vecino influye en la aplicación de cal, aunque en me nor grado, pues el porcentaje general tan solo alcanza 14,79, con fluctuaciones más o menos amplias para el caso de zonas to- madas por separado.

que pasar, hasta acumular una cantidad adecuada para el terreno.

- 11) Cantidad de abonos orgánicos empleada en las zonas de estudio.

Esta pregunta no admitió ningún tipo de contabilización, ya que según los numerales 9) y 10), los agricultores afrontan muchos problemas, para conseguir esta clase de abonos y en consecuencia las cantidades utilizadas son muy variables.

- 12) Aplicación de cal en las zonas de estudio.

Como se puede apreciar en la tabla XVII, el número de agricultores que realizan la práctica del encalamiento, es inferior al del grupo que deja de efectuarla. Únicamente en la zona de La Laguna sucede lo contrario, pues de 104 informantes, 68, que equivalen a 65,38%, aplican cal a sus terrenos. En Anganoy y Catambuco menos de la mitad de los agricultores emplean encalantes, pues muestran en su orden, porcentajes de 49,09 y 40,20. Cujacal es la zona de mínima aplicación de cal, porque el porcentaje apenas llega a 21,43.

Nuevamente el factor económico se pone de presente, por cuanto muchos informantes que no aplican cal, respondieron que dejaban de hacerlo, principalmente por falta de dinero. También en todas las zonas se encontraron agricultores que desconfían de la bondad del encalado.

- 13) Motivación para aplicar cal en las zonas de estudio.

El modo de ser de nuestros agricultores se pone de manifiesto en la tabla XVIII, pues el propio criterio es la pauta generalizada (78,17%), que los lleva a aplicar cal a sus terrenos, con la aclaración de que este criterio es aquél que han adquirido en sus hogares, transmitido de padres a hijos.

El vecino influye en la aplicación de cal, aunque en menor grado, pues el porcentaje general tan solo alcanza 14,79, con fluctuaciones más o menos amplias para el caso de zonas tomadas por separado.

TABLA XVIII. Motivación para aplicar cal en las zonas de estudio.

Zonas	Técnico		Vecino		Propio criterio		Radio		Total de informes
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Angany	1	3,70	2	7,41	24	88,89	0	0,00	27
Catambuco	2	4,88	6	14,63	33	80,49	0	0,00	41
Cujacal	0	0,00	2	33,33	4	66,67	0	0,00	6
La Laguna	6	8,82	11	16,18	50	73,53	1	1,47	68
Totales	9	6,34	21	14,79	111	78,17	1	0,70	142
La Laguna	42	61,56	14	20,59	5	7,35	20	24,71	8
Totales	124	73,24	26	18,31	12	8,45	10	7,04	142

* Destruir malezas, desinfectar el terreno.

TABLA XIX. Fines para los cuales se utiliza cal en las zonas de estudio.

Zonas	Respuestas										Total de informan- tes
	Matar plagas		Dar fuerza al terreno		Afinar el grano		Elevar la temperatura del suelo		Otras ⁺		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	25	92,59	3	11,11	1	3,70	0	0,00	0	0,00	27
Catambuco	32	78,05	8	19,51	6	14,63	0	0,00	0	0,00	41
Cujacal	5	83,33	1	16,67	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6
La laguna	42	61,56	14	20,59	5	7,35	10	14,71	8	11,76	68
Totales	104	73,24	26	18,31	12	8,45	10	7,04	8	5,63	142

⁺Destruir malezas, desinfectar el terreno.

TABLA XX. Sitios de compra de cal y precios de ésta y del transporte.

Zonas	Sitios									Precio promedio general Sitio compra	Precio promedio transporte	Precio promedio definitivo	Total de informantes
	Pasto			Pueblo			San Francisco						
	Nº	%	Precio	Nº	%	Precio	Nº	%	Precio				
Anganoy	27	100,00	8,63	0	0,00	0	0	0,00	0	8,63	2,11	10,74	27
Catambuco	41	100,00	8,45	0	0,00	0	0	0,00	0	8,45	1,38	9,83	41
Cujacal	6	100,00	8,00	0	0,00	0	0	0,00	0	8,00	1,00	9,00	6
La Laguna	34	50,00	8,59	30	44,12	9,23	4	5,88	7,50	8,44	0,98	9,42	68

NOTA: En todas las columnas donde aparece precio, hace relación \$/bto. de 50 kgs.

15) Sitios de compra de cal y precios de ésta y del transporte.

La tabla XX indica que la compra de cal por parte de los agricultores de las zonas de Anganoy, Catambuco y Cujacal, se efectúa en su totalidad en Pasto. En la Laguna se puede apreciar como además de este sitio, la compra del producto también se hace en el mismo pueblo y en la localidad de San Francisco (Putumayo), esto tiene su explicación, porque la Laguna está situada a un lado de la carretera que de Pasto conduce al Putumayo y por tanto es posible contratar compras con los transportadores que circulan en este sector.

El precio promedio general de la cal, se ve afectado por el valor del transporte, que para Anganoy es el más alto, en razón de que para esta zona no existe un servicio de estación, bien organizado. Aunque para todas las zonas, también influye en el precio, el expendio donde se consiga el producto.

Con las alteraciones que sufre el precio promedio general, se llega al precio promedio definitivo, que alcanza una variación hasta de \$ 1,74, al comparar los valores extremos, que se consiguen en Anganoy y Cujacal.

16) Cantidad de cal aplicada por hectárea, en las zonas de estudio.

Con ayuda de la tabla XXI se puede apreciar que en todas las zonas estudiadas, las cantidades de cal aplicadas al terreno, varían grandemente, pues las aplicaciones van desde 0,025 ton./Ha. hasta 2,5 ton./Ha.

La situación considerada se presenta por diversas causas, como son: desconocimiento por parte del agricultor de los fines para los cuales se utiliza esta enmienda, falta de asistencia por parte de técnicos y limitaciones de orden económico, todo lo anterior está unido al poco grado de instrucción, peculiar de las gentes que habitan las cuatro zonas de estudio.

TABLA XXI. Cantidad de cal aplicada por hectárea, en las zonas de estudio.

Ton./hect.	Zonas								Totales	
	Anganoy		Catambuco		Cujacal		La Laguna		Nº	%
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%		
0,025	0	0,00	2	4,88	1	16,67	1	1,47	4	2,82
0,050	1	3,70	2	4,88	0	0,00	6	8,82	9	6,34
0,075	1	3,70	3	7,32	0	0,00	0	0,00	4	2,82
0,100	2	7,41	5	12,19	1	16,67	11	16,18	19	13,28
0,150	5	18,52	4	9,76	0	0,00	0	0,00	9	6,34
0,200	10	37,04	9	21,95	1	16,67	9	13,24	29	20,42
0,250	1	3,70	1	2,44	1	16,67	1	1,47	4	2,82
0,300	4	14,81	7	17,07	1	16,67	5	7,35	17	11,97
0,350	0	0,00	1	2,44	0	0,00	0	0,00	1	0,70
0,400	0	0,00	5	12,19	0	0,00	8	11,76	13	9,15
0,500	0	0,00	0	0,00	0	0,00	7	10,29	7	4,93
0,600	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	2,94	2	1,47
0,750	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	4,41	3	2,11
0,800	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	5,88	6	4,22
0,800	1	3,70	1	2,44	0	0,00	4	5,88	6	4,22
0,900	1	3,70	0	0,00	1	16,67	0	0,00	2	1,41
0,900	1	3,70	1	2,44	0	0,00	6	8,82	8	5,63
1,000	1	3,70	1	2,44	0	0,00	2	2,94	2	1,41
1,200	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	2,94	2	1,41
1,300	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	2,94	2	1,41
1,300	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,47	1	0,70
2,500	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,47	1	0,70

TABLA XXII. Epocas de aplicación de cal en las zonas de estudio.

Epoca	Zonas								Totales	
	Anganoy		Catambuco		Cujacal		La Laguna			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
El día de la siembra	2	7,41	5	12,20	1	16,67	4	5,88	12	8,45
1 día antes - de la siembra	1	3,70	1	2,44	0	0,00	8	11,77	8	7,04
2 días antes- de la siembra	0	0,00	2	4,88	0	0,00	0	0,00	2	1,41
3 días antes- de la siembra	0	0,00	2	4,88	0	0,00	4	5,88	6	4,22
5 días antes- de la siembra	1	3,70	0	0,00	0	0,00	1	1,47	2	1,41
8 días antes- de la siembra	9	33,33	11	26,83	2	33,33	20	29,41	42	29,57
15 días antes de la siembra	9	33,33	15	36,59	3	50,00	17	25,00	44	30,99
30 días antes de la siembra	5	18,52	5	12,20	0	0,00	14	20,59	24	16,90

17) Épocas de aplicación de cal en las zonas estudiadas.

TABLA XXIII. Formas de aplicación e incorporación de la cal al terreno.

Zonas	Forma de aplicación		Implementos empleados para la incorporación												Total de informantes
	A mano		Pala		Azadón		Rastrillo ⁺		Yunta		Arado		Tractor		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Anganyo	27	100,00	2	7,41	0	0,00	5	18,52	19	70,37	1	3,70	1	3,70	27
Catambuco	41	100,00	3	7,32	0	0,00	3	7,32	31	75,61	4	9,76	4	9,76	41
Cujacal	6	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	66,67	2	33,33	2	33,33	6
La Leguna	68	100,00	11	16,18	1	1,47	11	16,18	45	66,18	0	0,00	0	0,00	68
Totales	142	100,00	16	11,27	1	0,70	19	13,38	99	69,72	7	4,93	7	4,93	142

⁺Halado por una yunta.

17) Epocas de aplicación de cal en las zonas estudiadas.

Se puede decir que solo un reducido porcentaje de agricultores encuestados, encajan dentro de los márgenes recomendados con relación a la época de aplicación del encalante, por que el grupo que aplica la cal 15 días antes de la siembra alcanza a constituir un porcentaje total de 30,99, en tanto que los informantes que dicen haber aplicado el encalante con un mes de anticipación, apenas llegan a un porcentaje total igual a 16,90.

Lo anterior hace presumir que, un buen número de agricultores, así desconozcan los efectos del encalamiento, no van a lograr que el cambio favorable que se opere en su terreno, sea aprovechado por el cultivo inmediato, pues la cal aplicada no alcanzará a reaccionar, bien sea por aspecto de finura o por su composición química. (Ver tabla XXII).

18) Formas de aplicación e incorporación de la cal al terreno.

Aunque existen diversos métodos para regar la cal, todos los informantes de la tabla XXIII manifestaron que hacían la aplicación en forma manual.

En la misma tabla se puede observar que son cuatro los implementos empleados para la incorporación del encalante, en las diferentes zonas.

Es de anotar que el empleo de pala o azadón, se registra cuando la extensión de la propiedad es muy reducida. El rastrillo es utilizado más ampliamente que los dos implementos anteriores. Y, el arado en sus dos modalidades de tracción, viene a constituirse en el implemento de mayor uso.

Por la topografía, por la extensión de las propiedades y por la falta de recursos económicos, la mecanización tiene poco auge, en las zonas consideradas.

TABLA XXIV. Tiempo transcurrido desde la última aplicación de cal al terreno.

Meses	Zonas								Totales	
	Anganoy		Catambuco		Cujacal		La Laguna			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
De 0 a 3 meses	0	0,00	6	14,63	1	16,67	3	4,41	10	7,04
Más de 3 meses a 6	12	44,44	21	51,22	2	33,33	22	32,35	57	40,14
Más de 6 meses a 9	2	7,41	4	9,76	0	0,00	3	4,41	9	6,34
Más de 9 meses a 12	11	40,74	8	19,51	0	0,00	18	26,47	37	26,06
Más de 12 meses a 18	0	0,00	1	2,44	0	0,00	3	4,41	4	2,82
Más de 18 meses a 24	0	0,00	1	2,44	2	33,33	11	16,18	14	9,86
Más de 24 meses a 30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	2,94	2	1,41
Más de 30 meses a 36	2	7,41	0	0,00	1	16,67	2	2,94	5	3,52
Más de 36 meses a 48	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,47	1	0,70
Más de 48 meses a 60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	2,94	2	1,41
Más de 60 meses a 72	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,47	1	0,70

19) Costo y rendimiento de aplicación e incorporación de la cal al terreno, en las zonas de estudio.

Sobre el particular tan solo fue posible determinar en forma general para todas las zonas, lo relativo al empleo de yunta con arado o rastrillo, que arrojó las cifras siguientes:

Valor de jornal de un peón: \$ 8,00 - 10,00
 Valor del alquiler de una-
 yunta por día: \$ 10,00 - 25,00

TABLA XXV. Concepto de los agricultores sobre la obtención de buenos resultados al aplicar cal al terreno.

Zonas	Si		No		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	25	92,59	2	7,41	27
Catambuco	33	80,49	8	19,51	41
Cujacal	4	66,67	2	33,33	6
La Laguna	58	85,29	10	14,71	68
Totales	120	84,51	22	15,49	142

El período de un año, parece ser la frecuencia más adecuada para la adición de cal, por parte de los agricultores interrogados, pues muestra un porcentaje total de 26,06.

21) Concepto de los agricultores sobre la obtención de buenos resultados al aplicar cal al terreno

A este respecto y como se observa en la tabla XXV, en todas las zonas, más de las tres cuartas partes de encuestados dijeron haber obtenido buenos resultados con la aplicación de cal a sus terrenos. Desde luego que estas respuestas hay que asociarlas, con los fines para los cuales utilizan ellos la cal, y que se consideraron en la tabla XIX.

- 19) Costo y rendimiento de aplicación e incorporación - de la cal al terreno, en las zonas de estudio.

Sobre el particular tan solo fue posible determinar en forma general para todas las zonas, lo relativo al empleo de yunta con arado o rastrillo, que arrojó las cifras siguientes:

Valor de jornal de un peón:	\$	8,00 - 10,00
Valor del alquiler de una- yunta por día:	\$	10,00 - 25,00

Para hacer una hectárea se necesita $1\frac{1}{2}$ días, con 2 peones y una yunta, que representan en promedio, un total de - \$ 53,25, aproximadamente.

- 20) Tiempo transcurrido desde la última aplicación de cal al terreno.

En la tabla XXIV se puede ver que del total de informantes, un porcentaje equivalente a 47,18, había aplicado cal a su terreno para la última siembra, es decir, que aún no transcurrían más de seis meses. De este lapso en adelante, ya se pueden considerar las distintas frecuencias a las cuales los agricultores de las diversas regiones encalan sus terrenos.

El período de un año, parece ser la frecuencia más a doptada para la adición de cal, por parte de los agricultores-interrogados, pues muestra un porcentaje total de 26,06.

- 21) Concepto de los agricultores sobre la obtención de buenos resultados al aplicar cal al terreno

A este respecto y como se observa en la tabla XXV, en todas las zonas, más de las tres cuartas partes de encuestados dijeron haber obtenido buenos resultados con la aplicación de cal a sus terrenos. Desde luego que estas respuestas hay que asociarlas, con los fines para los cuales utilizan ellos la cal, y que se consideraron en la tabla XIX.

TABLA XXVII. Agricultores que continuarán aplicando cal al terreno.

Zonas	Si		No		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	26	96,30	1	3,70	27
Catambuco	36	87,80	5	12,20	41
Cujacal	4	66,67	2	33,33	6
Ia Laguna	56	82,35	12	17,65	68
Totales	122	85,92	20	14,08	142

22) Agricultores que continuaran aplicando cal al terreno.

De los 142 informantes que aplican cal, 85,92% manifestaron que continuaran con la práctica de encalar sus terrenos, en vista de los resultados satisfactorios que creen haber obtenido.

Algunos agricultores que no seguirán utilizando cal, dijeron que esto obedecía a que en la actualidad disponen de buenos productos para el control de insectos, que se van de las metas primordiales que ellos se proponen con el encalamiento. **TABLA XXVII. Agricultores que aplican Calfos en las zonas de estudio.** (Ver tabla XXVI).

Zonas	Si		No		Total de informantes
	Nº	%	Nº	%	
Anganoy	0	0,00	55	100,00	55
Catambuco	4	3,92	98	96,08	102
Cujacal	1	3,57	27	96,43	28
La Laguna	3	2,88	101	97,12	104
Totales	8	2,77	281	97,23	289

Por las razones expuestas, se consideró inútil proceder a la tabulación de las preguntas correspondientes al Calfo.

22) Agricultores que continuarán aplicando cal al terreno.

De los 142 informantes que aplican cal, 85,92% manifestaron que continuarán con la práctica de encalar sus terrenos, en vista de los resultados satisfactorios que creen haber obtenido.

Algunos agricultores que no seguirán utilizando cal, dijeron que esto obedecía a que en la actualidad disponen de buenos productos para el control de insectos, que es una de las metas primordiales que ellos se proponen con el encalamiento. Otro sector prescindirá de la cal, porque en su concepto los precios de este producto son muy altos. (Ver tabla XXVI).

23) Agricultores que aplican Calfos en las zonas de estudio.

Dentro de la encuesta se formularon con relación al Calfos, las mismas preguntas que para la cal, pensando que su utilización en las zonas de estudio, era considerable.

La tabla XXVII demuestra lo contrario, ya que tan solo el 2,77% del total de informantes, emplean Calfos en sus terrenos y esta situación se presenta más que todo, por el desconocimiento que los agricultores tienen del producto.

Por las razones expuestas, se consideró inútil proceder a la tabulación de las preguntas correspondientes al Calfos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES de esta cal, -
se realizó en el Valle de Sibundoy y en la ciudad de Pasto.

1. Conclusiones.

1) En base a los análisis de laboratorio efectuados a la cal utilizada en el presente trabajo, 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 cambiabile 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 cambiabile 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.

6) El procesamiento de la piedra caliza hasta la obtención de cal, en la población de San Francisco, puede considerarse como rústico, principalmente por las características del horno y la clase de combustible empleado para la calcinación. La leña que es el combustible utilizado para la calcinación, aumenta los costos de producción de la cal, pues representa el 61% de éstos y su valor es aún mayor que el de la materia pri-

que el efecto del encalamiento en la aprovechabilidad del fósforo.

13) Por la circunstancia de que en San Francisco (Putumayo), existe materia prima para la fabricación de cal, en cantidad y calidad adecuadas y, porque de esta industria depende buen número de personas, se insinúa a la Zona Minera de Pasto, prestar la asesoría necesaria.

4) Los resultados obtenidos con las encuestas, señalan la necesidad de ofrecer asistencia técnica a los agricultores del Altiplano de Pasto, por parte de entidades que laboran en esta región, como son ICA, Caja Agraria, Fenalce, Procebada. Sería de vital importancia que el ITA también pudiera prestar algún tipo de asistencia, a estos agricultores.

1. Estudio sobre el origen, procesamiento y mercadeo de la cal

4. 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.

5. 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 repeticiones. Los suelos se fertilizaron por igual con N-P-K y los tratamientos fueron: 0 (testigo), $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 y 8 toneladas de CaCO_3 por hectárea.

Se pudo observar que el procesamiento de la cal es muy rudimentario.

Las encuestas mostraron que el encalamiento en el Altiplano de Pasto, en general, se efectúa de manera antitécnica.

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 superiores a los otros suelos. El suelo citado con 4

El presente 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 cinco aspectos:

1. Estudio sobre el origen, procesamiento y mercadeo de la cal empleada.

2. Realización de encuestas para determinar el empleo de cal en el Altiplano de Pasto.

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

4. 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.

5. 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: 0 (testigo), $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 y 8 toneladas de CaCO_3 por hectárea.

Se pudo observar que el procesamiento de la cal es muy rudimentario.

Las encuestas mostraron que el encalamiento en el Altiplano de Pasto, en general, se efectúa de manera antitécnica.

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.

By

Hernán Burbano Orjuela

Hernando López Riascos

The present study was carried out on 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 five aspects:

1. A study of the origin, processing and marketing of the lime used.
2. Surveys about the use of lime in the Altiplano de Pasto.
3. Laboratory analysis of the composition, chemical and physical characteristics of lime that was employed in the two next experiments.
4. Laboratory analysis of the soils after having added ½, 1, 2, 4 and 8 tons of CaCO_3 per hectare. A check was used in conjunction with this experiment.
5. Greenhouse tests, in which roman lettuce was employed as an indicator plant, were made using a randomized block design with four replications. The soils were fertilized with N-P-K employing the following treatments: 0 (check), ½, 1, 2, 4 and 8 tons of CaCO_3 per hectare.

It was noticed that the processing of lime is too rudimentary.

SUMMARY

SOME ASPECTS OF LIMING IN SOILS OF THE ALTIPLANO
DE PASTO - NARIÑO - COLOMBIA

By

Hernán Burbano Orjuela
Hernando López Riascos

The present study was carried out on 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 five aspects:

1. A study of the origin, processing and marketing of the lime used.
2. Surveys about the use of lime in the Altiplano de Pasto.
3. Laboratory analysis of the composition, chemical and physical warranties of lime that was employed in the two next experiments.
4. 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.
5. Greenhouse tests, in which roman lettuce was employed as an indicator plant, were made using a randomized block design with four replications. The soils were fertilized with N-P-K employing the following treatments: 0(check), $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 and 8 tons of CaCO_3 per hectare.

It was noticed that the processing of lime is too rudimentary.

The surveys showed that liming in the Altiplano de Pasto, in general, is done in an incorrect form.

Lime analyses showed that the material has an acceptable quality.

The laboratory test showed that the addition of the different levels of CaCO_3 , gave a higher pH for the Catambuco soil than for the other ones. 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.

3. ARENA, A. La acidez del suelo y el encalado. *Agric. Trop.* (Bogotá). 2 (1): 146-47. 1947.

4. ENAR, F. Suelos y Fertilizantes. Trad. Jorge Bozal. 2a. Ed. Barcelona, Ediciones Omega, 1963. 458p.

5. BLASCO, M. Conferencias de Suelos II. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Facultad de Agronomía, 1963. 427p. (mimeografiado).

6. BUCKMAN, H. y BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Salord Barceló. Barcelona, UTEHA, 1966. 590p.

7. COLOMBIA, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Departamento Agrológico. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 2a. Ed. corr. y aun. Bogotá, I.G.A.C., 1963. 138p.

8. _____, Ministerio del Trabajo. Varifón: sus modalidades geográficas, económicas y sociales como factores de planeamiento. Bogotá, División Técnica de la Seguridad Social Campesina. Bogotá, Litografía ARCO, 1959. 218p.

9. CORREA, J. Requerimientos de cal de los suelos orgánicos de "La Selva", Rionegro (Antioquia). *Agric. Trop.* (Bogotá). 15 (1): 27-31. 1959

10. CUBA, INRA. Sección VII. BIBLIOGRAFIA La aplicación de cal al suelo. Agrotecnia de Cuba. 2 (1):22-29. s.f.

11. A.I.D. Centro Regional de Ayuda Técnica. El encalado de los suelos. 1a. Ed. México, Editorial Libros de México, 1966. 35p.

12. ALVARADO, J. y otros. Descripción de la tecnología agrícola adoptada por los cultivadores de trigo en cuatro municipios del departamento de Nariño. Universidad de Nariño. I.T.A., 1967. 177p.

13. ARENA, A. La acidez del suelo y el encalado. Agric. Trop. (Bogotá). 2 (1):46-47. 1947.

14. BEAR, F. Suelos y Fertilizantes. Trad. Jorge Bozal. 2a. Ed. Barcelona, Ediciones Omega, 1963. 458p.

15. BLASCO, M. Conferencias de Suelos II. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Facultad de Agronomía, 1963. 427p. (mimeografiado).

16. BUCKMAN, H. y BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Salord Barceló. Barcelona, UTEHA, 1966. 590p.

17. COLOMBIA, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Departamento Agrológico. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 2a. Ed. corr. y aum. Bogotá, I.G.A.C., 1963. 138p.

18. _____, Ministerio del Trabajo. Nariño; sus modalidades geográficas, económicas y sociales como factores de planeamiento. Bogotá. División Técnica de la Seguridad Social Campesina. Bogotá, Litografía ARCO, 1959. 218p.

19. CORREA, J. Requerimientos de cal de los suelos orgánicos de "La Selva", Rionegro (Antioquia). Agric. Trop. (Bogotá). 15 (1):27-31. 1959

10. CUBA, INRA. Sección de Tecnología. La aplicación de cal al suelo. Agrotecnia de Cuba. 3 (1):22-29. s.f.
11. DAZA, J. Respuesta de la alfalfa (Medicago sativa L.). a las aplicaciones de cal, fósforo y molibdeno en suelos activos. Acta Agronómica (Palmira). 9 (1-2):1-24. -- 1959.
12. DEMOLON, A. Crecimiento de los vegetales cultivados. Trad. José Pérez Malla. Barcelona, Ediciones Omega, 1966 - 587p.
13. DROUET, P. La nutrición de la planta y práctica de la fertilización en Colombia. Potabo Ltda. Bogotá, Antares, s.f. 56p.
14. ESTADOS UNIDOS. Servicio de lenguas extranjeras. Secretaría de Estado de los Estados Unidos. Manual de Conservación de suelos. Washington. Publicación TC-243, U.S. Government printing office, 1950. 332p.
15. FREAR, D. Tratado de química agrícola. Trad. Adolfo Rancano. 1a. Ed. Tomo II. Barcelona, Salvat Editores, - 1956. 693p.
16. GUITIAN, F. y MUÑOZ, M. Efectos del encalado en los suelos ácidos. Anales de Edafología y Agrobiología. (España). 19 (5):261-270. 1960.
17. HALL, A. Estudio científico del suelo. Trad. José García Vicente. 5a. Ed. Madrid, Aguilar, 1961. 312p.
18. HAWKER, L. y otros. Elementos de microbiología general. Trad. Dimas Fernández Galiano. Zaragoza, Editorial Acribia, 1964. 498p.
19. JACOB, A. y UEXKULL, H. V. Fertilización; Nutrición y ahorrado de los cultivos Tropicales y Subtropicales. 2a. Ed. Trad. L. López Martínez. Países Bajos, 1964. 626p.

20. KIRK, R. y. OTHMER, D., Enciclopedia de Tecnología Química. la. Ed. Tomos III. México, UTEHA, 1961. 427-463p. 3a. Ed. Madrid, Aguilar, 1964. 771p.
21. LOTERO, J. Formas de fósforo en el suelo, fijación y aprovechabilidad. Agric. Trop. (Bogotá). 22 (6):275 de 284. 1966. s propiedades químicas de un suelo de la Terraza de Villa-Rica (Cauca). Acta Agronómica (Palma)
22. MALHERBE, I. de V. Soil Fertility. 4th. Ed. London, Rustica Press Pty., 1962. 304p.
23. 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. 147p. Algunos apuntes sobre el uso de la cal en el suelo y su fertilidad. Trad. Ricardo Clará Camprubi. Zaragoza, Editorial Revarté, 1966.
24. _____ y GOMEZ, J. Algunos aspectos del análisis de suelos. V.- Factores que deben tenerse en cuenta al hacer recomendaciones de fertilizantes y cal. Agric. Trop. (Bogotá). 22 (8):426-432. 1966. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Editorial ABC. Bol. Técnico No 6, 1960.
25. _____ Algunas sugerencias sobre el uso de fertilizantes y cal. Agric. Trop. (Bogotá). 23 (1):60-64. 1967.
26. MESA, D. Efectos del calcio en el desarrollo de las plantas. Agric. Trop. (Bogotá). 5 (12):31-35. 1949. Vers. José Estalalla. 3a. Ed. Rev. y Aum. Tomo I. Bar
27. MILLAR, C. Soil Fertility. 2nd. E. New York, John Wiley & Sons, 1959. 436p. 416p. WORTHERN, S. y ALDRICH, S. Suelos agrícolas su conservación y fertilización. Trad. José Luis de la Loma.
28. PEÑARANDA, F. La cal y su empleo en agricultura. Agric. Trop. (Bogotá). 4 (11):33-37. 1948.
29. REVELO, C. y REVELO, M. Estudio de fertilidad en invierno de algunos suelos del Altiplano de Pasto-Nariño - Colombia. Universidad de Nariño. I.T.A., 1968. 133p.
30. ROBINSON, G. Los suelos. Su origen, constitución y clasificación. Trad. José Luis Amorós. Barcelona, Ediciones Omega, 1960. 515p.

31. RUSSELL, E. y RUSSELL, E. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Trad. Gaspar González. 3a. Ed. Madrid, Aguilar, 1964. 771p.
32. SANTAELLA, G. y GONZALEZ, A. Influencia del carbonato de calcio en las propiedades químicas de un suelo de la Terraza de Villa-Rica (Cauca). Acta Agronómica (Palmyra). 15 (14):33-60. 1965.
33. SOUFFRONT, L. Algunos apuntes sobre el uso de la cal en los terrenos. Agric. Trop. (Bogotá). 5 (2):45-58. 1949. -
34. THOMPSON, L. El suelo y su fertilidad. Trad. Ricardo Clará Camprubi. Zaragoza, Editorial Reverté, 1966. 407p. -
35. 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 N° 6, 1960. 31p. -
36. VILLAVECCHIA, V. Tratado de química analítica aplicada. Vers. José Estalella. 3a. Ed. Rev. y Aum. Tomo I. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1959. 790p. -
37. WORTHEN, E. y ALDRICH, S. Suelos agrícolas su conservación y fertilización. Trad. José Luis de la Loma. México, UTEHA, 1959. 416p. -

A 1. Descripción del perfil dominante en el suelo de Angany. Localizado en dirección - Noroeste, a 500 mts. de la población. Finca "San Rafael".

Profundidad en cm.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 20	franco	granular	muy friable	A MYR3/1	negativa	
20 - 80	franco arcilloso	granular	friable	B MYR2/1	negativa	
80 - 100	franco limoso		firme	D I C YR5/2	negativa	

Datos generales: a. s. n. s. t. 2.790 mts

Drenaje natural: medio

Vegetación: pradera artificial

Uso actual: ganadería

Pendientes: 25%

Bordes de horizontes: difusos

TABLA II. Descripción del perfil dominante en el suelo de Catambuco. Localizado a 6 Kms + 850 mts. en la carretera Pasto - Ipiales; 800 mts. al margen izquierdo. Finca -- "Villa Elisa".

TABLA I. Descripción del perfil dominante en el suelo de Anganoy. Localizado en dirección - Noroeste, a 500 mts. de la población. Finca "San Rafael".

Profundidad en cms.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 20	franco	granular	muy friable	10YR3/1	negativa	
20 - 80	franco arcilloso	granular	friable	10YR2/1	negativa	
80 - X	franco limoso		firme	5YR3/2	negativa	

Datos generales: a. s. n. m.: 2.790 mts
 Drenaje natural: medio
 Vegetación: pradera artificial
 Uso actual: ganadería
 Pendiente: 25%
 Borde de horizontes: difusos

TABLA II. Descripción del perfil dominante en el suelo de Catambuco. Localizado a 6 Kms + 850 mts. en la carretera Pasto - Ipiales; 800 mts. al margen izquierdo. Finca --

"Villa Eliza". Cujacal - Estrella del Oriente, 60 mts al margen derecho. Finca --

Profundidad en cms	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 40	franco	granular	friable	10YR3/2	negativa	
40 - 80	franco	migajosa	firme friable	10YR2/1	negativa	presencia de <u>con</u> creciones de <u>co</u> lor marrón.
80 - 130	arcillo limoso	granular	friable firme	10YR2/1	negativa	
130 - 150	arcilloso		extremadamente firme	2,5Y4/3	negativa	presencia de <u>rai</u> cillas.
150 - X	limoso		firme	2,5Y4/3	negativa	presencia de <u>man</u> chas grandes de <u>co</u> lor rojizo.

Datos generales:

a. s. n. m.: 2.840 mts.

Drenaje natural: medio artificial

Vegetación: pradera natural

Uso actual: ganadería

Pendiente: 0 al 5%

Bordes de horizontes: difusos, excepto la tercera capa en que son definidos.

TABLA V. Análisis físico-químicos correspondientes a cuatro muestras del suelo de la zona de Cajacal.

TABLA IV. Descripción del perfil dominante en el suelo de La Laguna. Localizado en la sección Barbero, a 8 Kms. + 500 mts. sobre la carretera Pasto - El Encano; 300 mts al margen izquierdo. Finca "La Chimba".

Profundidad en cms.	Textura	Estructura	Consistencia	Color	Reacción al HCl	Observaciones
0 - 30	franco	granular	muy friable	10YR3/3	negativa	5,75 5,80
30 - 93	franco arcilloso	granular	friable	10YR2/2	negativa	0,39 0,40 3,12 4,10
93 - X	arcilloso	arcilloso	firme	7,5YR5/6	negativa	5,38 6,55 8,00 9,60

Datos generales:	a. s. n. m.:	2,855 mts.	25,35	22,29	27,14
Drenaje natural:		lento	19,47	18,12	18,70
Vegetación:		cultivos	4,57	3,93	4,15
Uso actual:		agricultura	0,51	0,74	0,45
Pendiente:		12%	0,34	0,20	0,27
Bordes de horizontes:		difusos.	24,89	22,99	23,57
			0,46	0,70	3,57
			112,72	103,14	86,84
			1,98	2,21	3,78

TABLA V. Análisis físico-químicos correspondientes a cuatro muestras del suelo de la zona de Cujacal.

	691-S	692-S	693-S	694-S
Arenas, por ciento	32,64	31,64	34,88	36,32
Limos, por ciento	46,24	43,24	41,54	40,82
Arcillas, por ciento	21,12	25,12	23,58	22,86
Textura	F.	F.Ar.	F.I.	F.I.
Humedad (Pv), por ciento	16,48	10,20	16,80	10,20
pH electrométrico	5,90	6,00	5,75	5,80
Nitrógeno total, por ciento	0,34	0,40	0,39	0,43
Carbono orgánico, por ciento	13,11	3,80	3,12	4,13
Materia orgánica, por ciento	15,36	6,55	15,38	17,12
Relación Carbono-Nitrógeno	19,15	9,50	8,00	9,60
Fósforo aprovechable, p.p.m.	5,98	12,57	5,62	5,80
NH ₄ + adsorbido, m.e./100 grs.	21,69	25,35	22,29	27,14
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	19,29	19,47	18,12	18,70
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	4,29	4,57	3,93	4,15
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,52	0,51	0,74	0,45
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,35	0,34	0,20	0,27
Bases totales, m.e./100 grs.	24,45	24,89	22,99	23,57
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	-3,16	10,46	-0,70	3,57
Saturación total catiónica, por ciento	112,72	98,18	103,14	86,84
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,98	2,21	2,03	1,78

TABLA VI. Análisis físico-químicos correspondientes a cuatro muestras del suelo de la zona de Anganoy.

	772-S	773-S	774-S	775-S
Arenas, por ciento	36,42	23,88	21,42	25,42
Limos, por ciento	47,00	53,56	59,00	54,00
Arcillas, por ciento	16,58	22,58	19,58	20,58
Textura	F.	F.L.	F.L.	F.L.
Humedad (Pw), por ciento	13,51	11,59	11,91	12,16
pH electrométrico	5,30	5,90	5,70	5,90
Nitrógeno total, por ciento	1,04	0,83	1,05	0,78
Carbono orgánico, por ciento	11,06	8,14	8,56	7,01
Materia orgánica, por ciento	19,06	14,03	14,76	12,08
Relación Carbono-Nitrógeno	10,63	9,81	8,15	8,99
Fósforo aprovechable, p.p.m.	6,37	4,70	3,53	3,54
NH ₄ ⁺ adsorbido, m.e./100 grs.	44,15	35,26	39,05	
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	6,62	13,53	10,00	19,51
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	1,66	2,00	1,79	1,79
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,48	0,75	0,47	0,52
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,28	0,22	0,19	0,22
Bases totales, m.e./100 grs.	9,04	16,50	12,45	22,04
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	35,11	18,76	26,60	
Saturación total catiónica, por ciento	20,47	46,79	31,88	
Índice de higroscopicidad, por ciento	2,33	2,00	2,20	2,01

TABLA VII. Análisis físico-químicos correspondientes a cuatro muestras del suelo de la zona de Catambuco.

	695-S	696-S	697-S	698-S
Arenas, por ciento	28,88	31,42	30,42	30,88
Limos, por ciento	41,08	39,54	36,54	39,08
Arcillas, por ciento	30,04	29,04	33,04	30,04
Textura	F.Ar.	F.Ar.	F.Ar.	F.Ar.
Humedad (Pw), por ciento	5,10	6,16	5,33	5,17
pH electrométrico	6,20	6,30	6,00	6,30
Nitrógeno total, por ciento	0,34	0,37	0,35	0,33
Carbono orgánico, por ciento	2,77	2,61	2,40	2,71
Materia orgánica, por ciento	4,77	4,50	4,14	4,67
Relación Carbono-Nitrógeno	18,15	7,05	6,85	18,21
Fósforo aprovechable, p.p.m.	4,74	2,98	6,09	4,24
NH ₄ ⁺ adsorbido, m.e./100 grs.	22,33	25,61	23,70	21,62
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	17,67	21,61	17,82	17,79
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	4,41	4,67	4,62	4,68
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	0,81	0,76	0,50	0,61
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,17	0,18	0,22	0,19
Bases totales, m.e./100 grs.	23,06	27,22	23,17	23,27
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	-0,73	-1,61	-0,53	-1,65
Saturación total catiónica, por ciento	103,26	105,86	197,76	107,63
Índice de higroscopicidad, por ciento	1,95	2,20	2,04	2,06

TABLA VIII. Análisis físico-químicos correspondientes a cuatro muestras del suelo de la zona de la Laguna.

	768-S	769-S	770-S	771-S
Arenas, por ciento	30,88	26,88	35,42	38,88
Limos, por ciento	47,00	46,00	40,00	43,54
Arcillas, por ciento	22,12	27,12	24,58	17,58
Textura	F.	F.Ar.	F.	F.
Humedad (Pw), por ciento	7,66	8,19	7,62	9,67
pH electrométrico	5,90	6,30	6,40	6,60
Nitrógeno total, por ciento	0,51	0,54	0,55	0,57
Carbono orgánico, por ciento	5,54	5,95	5,65	6,47
Materia orgánica, por ciento	9,55	10,26	9,74	11,15
Relación Carbono-Nitrógeno	10,86	11,02	10,27	11,35
Fósforo aprovechable, p.p.m.	2,45	1,13	2,64	2,50
NH ₄ ⁺ adsorbido, m.e./100 grs.	26,16	29,54	25,18	30,49
Calcio de cambio, m.e./100 grs.	28,04	30,77	31,36	32,17
Magnesio de cambio, m.e./100 grs.	6,03	7,79	8,18	9,59
Potasio de cambio, m.e./100 grs.	1,65	0,82	0,69	0,66
Sodio de cambio, m.e./100 grs.	0,40	0,22	0,39	0,51
Bases totales, m.e./100 grs.	36,12	39,60	40,62	42,93
Hidrógeno de cambio, m.e./100 grs.	-9,96	-10,06	-15,44	-12,44
Saturación total catiónica, por ciento	138,07	134,05	161,32	140,80
Indice de higroscopicidad, por ciento	1,36	1,37	1,40	1,47

TABLA IX. Estado de fertilidad de los suelos de las cuatro zonas estudiadas, según la "Tabla de fertilidad de Suelos", del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (8).

S u e l o s	Anganoy	Catambuco	Cujacal	La Laguna
pH	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido
Nitrógeno total	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Carbono orgánico	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto
Materia orgánica	Muy alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Fósforo aprovechable	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Adsorción amónica	Muy alta	Alta	Alta	Alta
Calcio de cambio	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Magnesio de cambio	Bajo	Medio	Medio	Alto
Potasio de cambio	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Sodio de cambio	Alto	Alto	Alto	Alto
Bases totales	Alta	Alta	Alta	Muy alta
Saturación de bases	Alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Fertilidad	Baja	Moderada	Moderada	Moderada

TABLA X. Prueba de invernadero. Análisis de varianza - Suelo de Cujacal.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.D.	Varianza	F calculado
Bloques	3	0,4041	0,1347	0,1573
Tratamientos	5	9,0616	1,8923	2,1167
Residuo	15	12,8426	0,8562	
Total	23	22,3083		

TABLA XI. Prueba de invernadero. Análisis de varianzas - Suelo de Anganoy.00.

Fuentes de variación	G.I.	S.C.D.	Varianza	F calculado
Bloques	3	0,5787	0,1930	0,1275
Tratamientos	5	4,2715	0,8543	0,5645
Residuo	15	22,7003	1,5134	
Total	23	27,5507		

TABLA XII. Prueba de invernadero. Análisis de varianza - Suelo de Catambuco.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.D.	Varianza	F calculado
Bloques	3	0,4441	0,1470	0,2198
Tratamientos	5	4,7483	0,9496	1,4200
Residuo	15	10,0315	0,6687	
Total	23	15,2239		

TABLA XIII. Prueba de invernadero. Análisis de varianza - Suelo de La Laguna.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.D.	Varianza	F calculado
Bloques	3	0,1033	0,0344	0,0825
Tratamientos	5	0,1369	0,0273	0,0655
Residuo	15	0,6248	0,4165	
Total	23	0,8650		

19.- Con qué fines la _____
 UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 20.- Dónde la adquiere? _____
 INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA
 en el lugar de compra? _____
 del transporte a la finca? _____ Pasto

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL USO DE CAL EN EL ALTIPLANO DE PASTO

ENCUESTA

no.- _____

Fecha _____ Encuestador _____

LOCALIZACION

- 1.- Corregimiento _____ 2.- Inspección de Policía ---
 3.- Caserío ó Finca _____

ESTUDIO

- 4.- Condición de tenencia de la finca _____
 5.- Extensión _____ 6.- Cultivos _____

Fertilización

- 7.- Aplica abonos? _____ 8.- Químicos? _____ 9.- Cómo los aplica? _____
 10.- Los aplica en cada siembra? _____ 12.- Qué-
 11.- Qué formulas emplea? _____
 cantidad de abono usa por bulto de semilla? _____
 13.- Aplica abonos orgánicos? _____ 14.- Cómo los aplica? _____
 15.- Los aplica en cada siembra? _____ 16.-
 Qué cantidad emplea? _____

Encalamiento

- 17.- Aplica cal? _____ 18.- Quién le enseñó? _____

- 19.- Con qué fines la utiliza? _____
- 20.- Dónde la adquiere? _____
- en el lugar de compra? _____
- del transporte a la finca? _____
- emplea? _____
- rea? _____
- bra hace la aplicación? _____
- 21.- Cuál es el precio _____
- 22.- Cuál es el precio _____
- 23.- Qué clase de cal- _____
- 24.- Qué cantidad aplica por hectá- _____
- 25.- Cuánto tiempo antes de la siem _____
- 26.- Cómo aplica la cal? _____
- 27.- Con qué la incorpora? _____
- 28.- Cuál es el costo aproximado de aplicación e incorporación _____
- 29.- Cuál es el rendimiento aproximado de _____
- aplicación e incorporación? _____
- 30.- Cuando - _____
- 31.- Obtuvo buenos resul _____
- tados? _____
- 32.- Continuará aplicando cal? _____
- 33.- Aplica Calfos? _____
- 34.- Qué cantidad aplica por hectá - _____
- rea? _____
- 35.- Con qué fines lo utiliza? _____
- 36.- Dónde lo adquiere? _____
- 37.- Cuál es el precio en el lugar de compra? _____
- 38.- Cuál es el precio del transporte a la finca? _____
- 39.- Cómo aplica el Calfos? _____
- 40.- Con qué lo in _____
- corpora? _____
- 41.- Cuál es el costo aproximado- _____
- de aplicación e incorporación? _____
- 42.- Cuál - _____
- es el rendimiento aproximado de aplicación e incorporación? - _____
- 43.- Obtuvo buenos resultados? _____
- 44.- Continuará aplicando Calfos? _____

AN

T

631.4

B946

Ej. 1

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Inventario: 55005

Autor: Burbano Orjuela, Hernán

Título: Algunos aspectos del ...

Fecha Dev.	Nombre	Carnet
	Jesús Coral M.	26160225
	Johanna Pabon	99031235
	Maria Liliana Chantueco	26103291
	FRANCISCO ACHICANDY	2007120
	Jesús Coral M.	



AN

T

631.4

B946

Ej. 1

55005

Universidad de Nariño
Pasto (Nariño)

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO

55005