

## RESPUESTAS DE LOS COMPONENTES DE LA FERTILIDAD DEL SUELO A LA DURACION DEL DESCANSO

*Dominique Hervé  
Casilla 9214, La Paz*

### Resumen

Existen trabajos sobre las consecuencias en el suelo de la puesta en cultivo, pero la reconstitución de la fertilidad del suelo con un descanso largo es un hecho admitido en los Andes que no ha sido comprobado ni cuantificado allí. Más que obtener un estado "ideal" de fertilidad, se busca mantener una capacidad del suelo para producir, que depende de un estado estructural, de un stock y de una disponibilidad de elementos químicos, de una actividad biológica, y de la intervención del hombre.

Para evaluar esta capacidad para producir en función de la duración del descanso, hemos muestreado en la misma época, parcelas en sectores de *aynuqa* comparables en cuanto a substrato geológico y posición topográfica, pero con diferentes edades de descanso y parcelas en cultivo continuo en una comunidad originaria del altiplano central boliviano. Se obtuvieron 54 parcelas, entre pampa y ladera generalmente pedregosas, texturas franco arenosas, francas y franco arcillo arenosas, de 0 a 20 años de descanso. Presentamos aquí resultados preliminares relativos a parámetros físico químicos del suelo.

La variabilidad de las situaciones muestreadas no permite confirmar con nitidez las tendencias observadas. No se nota una recuperación clara del stock de los elementos químicos durante el descanso. Este interviene tal vez en la dinámica de los procesos y su efecto podría marcar otros indicadores de la capacidad de producción del suelo.

### REONSES DES COMPOSANTES DE LA FERTILITE DU SOL A LA DUREE DE LA JACHERE

### Résumé

Des travaux ont été publiés, concernant les conséquences de la mise en culture sur le sol; par contre la reconstitution de la fertilité du sol en jachère longue, un fait admis dans les Andes, n'a pas été vérifiée ni quantifiée sur place. On cherche à maintenir une capacité de production du sol plutôt qu'à obtenir un état "idéal" de sa fertilité. Cette capacité dépend d'un état structural, d'un stock et d'une disponibilité d'éléments chimiques, d'une activité biologique et de l'intervention de l'homme.

Pour évaluer cette capacité de production en fonction de la durée de la jachère dans une communauté originaire de l'altiplano central bolivien, nous avons échantillonné, sur la même

période, des parcelles de secteurs d'*aynuqa* comparables quant au substrat géologique et à la position topographique, mais d'âges de jachère différents, ainsi que des parcelles en culture continue. 54 parcelles ont été échantillonnées, en plaine et en pente, généralement pierreuses, de texture limono-sableuse, limoneuse à limono-argilo-sableuse, dans des situations allant de 0 à 20 ans de jachère. Nous présentons ici quelques résultats préliminaires concernant les paramètres physico-chimiques du sol.

La variabilité des situations échantillonnées rend peu explicites les tendances observées. Il n'y a pas de récupération claire des stocks d'éléments chimiques au cours de la jachère. Celle-ci joue sans doute plus sur la dynamique des processus et son influence marquerait d'autres indicateurs de l'aptitude à produire du sol.

### THE FERTILITY COMPONENTS OF THE SOIL ACCORDING TO THE FALLOW DURATION

#### Abstract

There are several studies about the consequences of the cultivation on the soil. The reconstitution of the soil fertility with a long duration fallow land is a real fact in the Andes which has not been proved neither quantified over there. The aim is maintain the soil capacity to produce, which depends on the structural condition, the stock and the availability of chemical elements, the biological activity and the human intervention.

To evaluate the soil production capacity according to the fallow duration we have took samples of plots in *aynuqa* sectors of similar geological substratum and topographical position, but of different fallow ages, and continuously cultivated plots too, in an original community of the Bolivian Central Altiplano. We got 54 plots between plain and slope, generally stony, with sandy loam, loamy and sandy clay loam textures from 0 to 20 years of fallow. Here we present the preliminary results related with the physical and chemical parameters of the soil.

The sample situation variability makes unclear the observed tendency. Chemical elements do not clearly recover their level during the fallow period. Fallow duration may change the process dynamics and works with other soil fertility indicators.

## INTRODUCCION

La reconstitución de la fertilidad del suelo con un descanso largo de la tierra es, aparentemente, una cuestión resuelta. Por lo menos, así se presenta en la literatura andina y en la opinión general. Existen bastantes referencias experimentales y encuestas agronómicas *in situ* sobre los efectos en el suelo de la broza y quema de los bosques tropicales (Agreda y Espinosa, 1992), de la roturación del suelo y de las sucesiones de cultivo (Feller y Milleville, 1977), pero muy pocos estudios sobre la evolución de la fertilidad del suelo luego de la cosecha del último cultivo de la sucesión. Se carece, en particular, de referencias para evaluar una duración "óptima" de descanso o para monitorear una reducción del mismo.

Morlon (1992) cita a Thomas (1972, 1976) como el único investigador en la zona andina que haya medido la evolución de la fertilidad del suelo. Se trataba de una rotación papa-cereales andinos –de dos a doce años de descanso, a más de 4.000 msnm. Thomas (1972), Winterhalder et al. (1974) y Jamtgaard (1984) han estudiado en particular la

disponibilidad de fertilizante orgánico proveniente de las deyecciones animales y sus posibilidades de concentración desde los pastizales extensivos hasta los corrales.

En África occidental, las investigaciones que han buscado explicar las prácticas de los agricultores, es decir, el abandono de la parcela luego de cierto número de años de cultivo sucesivo, no han logrado poner en evidencia diferencias significativas entre la mayoría de las características químicas del suelo, determinadas mediante un análisis de suelo (Maynard, 1964; Charreau et Nicou, 1971; Bigot et Poulain, 1981, los tres citados por Pieri, 1989). En muchos casos, la razón principal del abandono ha sido la invasión de las malezas. Se buscaba determinar el número máximo de años sucesivos de cultivo. Nuestro enfoque es distinto: el número de ciclos de cultivo en los sectores en secano está fijado por una norma comunal. Nuestro interés es analizar las conse-cuencias de una eventual reducción del tiempo de descanso.

El término "fertilidad" es utilizado en los discursos como sinónimo de potencialidad, es decir, como una característica intrínseca del suelo. Se habla también de fertilidad del suelo para hacer alusión a una disminución de la capacidad para producir del terreno. En este caso, no es independiente de las herramientas ni de los insumos que emplea el agricultor, y la medición de la fertilidad por un análisis químico del suelo parece ser muy reductora. La fertilidad se caracteriza más bien por un estado del medio, integrando características físicas, químicas y biológicas. En efecto, la parcela conserva diferentes memorias, no solamente la del balance químico (Sébillotte, 1977):

- la acumulación de materias;
- la población de seres vivos; y
- el cambio de los estados físicos del suelo.

Es por esta razón que hablamos de los diferentes componentes de la fertilidad del suelo: el estado físico, la composición química, la actividad biológica. En esta ponencia se presentan algunos resultados preliminares del análisis físico-químico del suelo, provenientes de una primera campaña de muestreo en 1992.

## METODOLOGIA

La organización de una parte del territorio de una comunidad originaria del altiplano central en el sistema de *aynuqa*, con una duración de descanso todavía larga, nos ofrece la oportunidad de investigar *in situ* y de manera sincrónica un proceso acumulativo en el transcurso de unos diez años.

Esta parte del territorio comunal, cultivada en secano, está dividida en tantos macrosectores (Hervé, 1993) como número de años en la rotación, respetada por todos, es decir, 13 macrosectores: 3 en cultivo y 10 en descanso (Figura 1). Pero los 17 sectores del Cuadro 1 se agrupan sólo en 12 macrosectores, según sus años de cultivo o de descanso. Se debe a la agrupación de dos macrosectores en 1991 (C3), por decisión comunal, que tuvo por consecuencia una reducción del tiempo de descanso de 10 a 9 años. En 1992, se encontró sectores que tenían entre 1 y 9 años de descanso, cada uno combinando pampas y laderas, así como diferentes tipos de suelo. Se puede relacionar cada sector con un número limitado de tipos de suelo, dependientes del substrato geológico y de la posición topográfica.

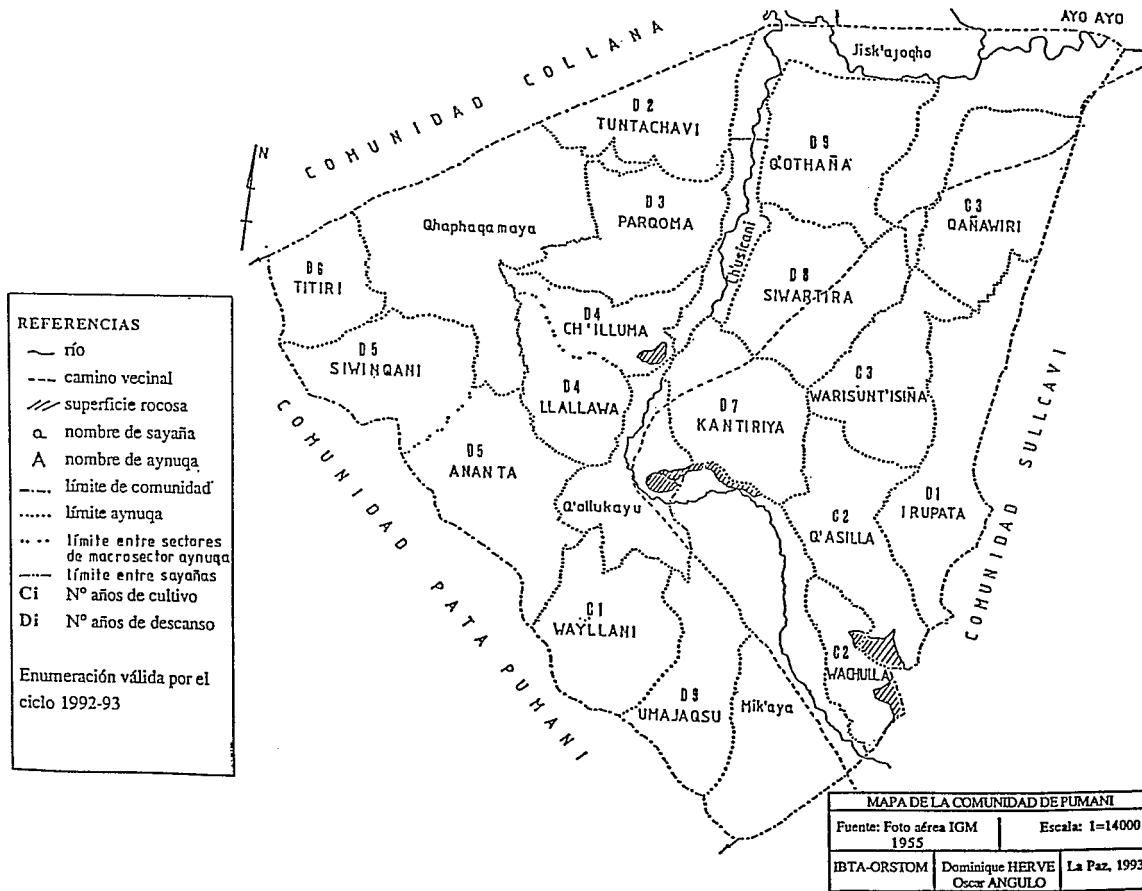


Figura 1. Mapa de localización de las *aynuqas* y *sayañas* en la comunidad de Pumani

**Cuadro 1. Características de los sectores de *aynuqa* de Pumani, edad de descanso, topografía y substrato geológico**

89/90/91/92/93	Sectores	Topog. y Substrat. Geol.
D6 D7 D8 D9 C1	Wayllani	Ladera baja [Sp] Ladera alta [Sc]
D7 D8 D9 C1 C2	Q'asilla	[Sc]
D8 D9 D10 C1 C2	Wachulla	[Sc]
D9 D10 C1 C2 C3	Qañawiri	[Tum]
D8 D9 C1 C2 C3	Warisunt'isiña	[Tum]
D10 C1 C2 C3 D1	Irupata	Q'imsatira [Qaa] Cerro [Qaa] Meseta [Qaa]
C1 C2 C3 D1 D2	Tuntachavi	Ladera [Tum] Pampa [Qtr]
C2 C3 D1 D2 D3	Parq'oma	[Tum]
C3 D1 D2 D3 D4	Llallawa	[Sp]
D1 D2 D3 D4 D5	Ch'illuma	[Tum]
D1 D2 D3 D4 D5	Ananta	Ladera baja [Sp]
D2 D3 D4 D5 D6	Siwinqani	Ladera alta [Sc]
D2 D3 D4 D5 D6	Titiri	Ladera baja [Sp] Ladera alta [Sc]
D3 D4 D5 D6 D7	Kantiriya	[Sc]
D4 D5 D6 D7 D8	Siwartira	[Tum]
D5 D6 D7 D8 D9	Umajaqsu	Ladera baja [Sp] Ladera alta [Sc]
	Q'othaña	[Qtr]

La enumeración corresponde a 1992/1993.

Ci años de cultivo, Di años de descanso.

Fuente: Elaboración Hervé (1993), utilizando los nombres de macrosectores de Fernández (1990).

Los principales substratos identificados en el mapa geológico son:

*Sc* Formación Catavi: cuarcitas y lutitas;

*Sp* Form. Pampa: Pizarras y lutitas pizarrosas grises oscuras;

*Tum* Form. Umala: Arcillas margosas y arenitas, cremas con intercalaciones de tobas;

*Qaa* Abanicos aluviales; y

*Qtr* Terrazas de ríos.

Las posiciones topográficas han sido reagrupadas en dos categorías:

- *Ladera*: 30-40% de pendiente y 20-30% de pendiente;

- *Pampa*: pie de ladera, 5-10% de pendiente y pampa, 0-5% de pendiente.

Empezamos por seleccionar entonces sectores de *aynuqa* situados sobre el mismo substrato geológico y en la misma situación topográfica, que tengan edades de descanso muy diferentes (Cuadro 1). Basados en estos criterios, se escogieron dos parejas de sectores vecinos:

- *Wayllani* (9 años) y *Ananta* (4 años), en pampa y ladera baja sobre la formación Pampa, en ladera alta sobre la formación Catavi.

- *Tuntachavi* (1 año) y *Q'othaña* (8 años), que incluyen situaciones en pampa y en ladera suave sobre terrazas de ríos.

Se observa, en estos sectores, usos de la tierra que difieren de la norma comunal, que son valorizados como situaciones experimentales. Se encuentran parcelas de *aynuqa* con más de 10 años de descanso, porque han saltado un ciclo sin ser cultivadas, y parcelas de *sayaña* cerca de las casas no cultivadas desde 20 a 30 años. Logramos, entonces, un rango de parcelas entre 1 y 30 años de descanso. Es, sin embargo, un paso obligatorio, antes de extraer cualquier muestra, pedir permiso al productor, ubicar con él sus parcelas y confirmar las edades de descanso de cada uno.

Se seleccionó dentro de cada parcela una situación homogénea, excluyendo zonas pedregosas, de linderos, microdepresiones, etc. En estas zonas homogéneas, se sacó con barreno, a 0-20 cm, 10 muestras unitarias que constituyeron una muestra compuesta. Se verificó con un análisis factorial discriminante que el intervalo entre fechas de muestreo (abril a noviembre de 1992) no afectó los valores obtenidos de C, N, C/N.

- 54 parcelas han sido muestreadas para efectuar un análisis físico-químico. La granulometría se realizó en el laboratorio del CIAT (Santa Cruz, Bolivia), el análisis químico en el laboratorio de formaciones superficiales de ORSTOM (Bondy, Francia): carbono orgánico, nitrógeno total (Kjeldahl), fósforo asimilable Olsen, cationes intercambiables y capacidad de intercambio catiónico. Los PH agua y KCl han sido determinados con PHmetro en el laboratorio de agronomía de ORSTOM (La Paz), y la densidad aparente con el método del cilindro.

- En 37 de las parcelas anteriores (0-20 años de descanso), se extrajo una muestra proporcional al tiempo de descanso para evaluar la población del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.*

- En 16 de las primeras parcelas, se extrajeron muestras con micro barreno (5-15 cm) en dos épocas, 06-07 y 11/92 para determinar la actividad microbiológica del suelo.

Se recapitula el protocolo de muestreo en el Cuadro 2. Se presentarán aquí solamente los resultados referidos a la densidad aparente y al análisis químico.

Cuadro 2. Número de parcelas muestreadas en Pumani (1992)

Clase de edad de descanso/Zona	0 años papa	0 años cebada	1-4 años	5-9 años	10-14 años	15-20 años
Tuntachavi			7	1	4	5
Q'othaña				1		
Huayllani				2	15	1
Ananta				4		2
Q'asilla	8	6				
Sayaña						
No. parcelas	8	6	7	8	19	8
Ánálisis químico						
No. parcelas	14	0	5	4	10	4
Nematología						
No. parcelas	0	0	4	5	3	4
Microbiología						

## RESULTADOS

### *El tamaño de la vegetación, ¿indicador del tiempo de descanso?*

La formación vegetal dominante en todas las situaciones topográficas, es de *Baccharis incarum*, a veces asociada con *Stipa ichu* y raramente con *Calamagrostis sp.* En pampa o pie de ladera (< 7% de pendiente), en todas las situaciones de 1 a 5 años de descanso, se encuentra *Bouteloua simplex* y más raramente *Hordeum vulgaris*. Se midieron, en la época seca de 1992, los valores máximo y mínimo del tamaño de *Baccharis incarum* altura y diámetro del *Baccharis incarum* de los campos nativos de pastoreo (CANAPA) y altura del *Stipa icchu*.

Se encuentra, desde el primer año de descanso, plantas de *Baccharis incarum* de 35 cm de alto por 60 cm de diámetro, es decir, del mismo tamaño que las plantas encontradas en parcelas de 5 años de descanso. No se puede explicar este tamaño por uno a cinco años de crecimiento. Se trata de plantas no extraídas al momento de la roturación con arado de palo por lo pedregoso del terreno. Los tamaños máximos (altura/diámetro de CANAPA en cm) de *Baccharis incarum* aumentan hasta los 10 años (40/90, 45/80) y se estancan a 40/60, luego de 20 años.

A partir de 5 años de descanso, los tamaños mínimos encontrados, 4/4, 8/8, 10/15, corresponden a plantas jóvenes diseminadas por semilla a partir, sea de plantas no extraídas a la roturación, sea de parcelas no roturadas. Esta recolonización parece depender, sobre todo, de las precipitaciones anuales. En efecto, en las parcelas de Tuntachavi, en descanso desde hace dos años, se observó en julio de 1993, después de un ciclo de precipitaciones prolongado, plantas jóvenes de *Baccharis incarum* y de *Stipa ichu* (menos de 10 cm de alto).

Las matas de *Stipa ichu* llegan a 74 y 84 cm en las parcelas de 6 años de descanso y a 98 cm en una parcela de 8 años, lo que parece ser la altura máxima. En efecto, las alturas máximas a 20 años de descanso varían entre 60 y 80 cm. Al cabo de 5 años, aparecen nuevas matas de *Stipa ichu* (6-7 cm), que llegan a 10-15 cm después de 10 años. Este valor mínimo no varía luego, lo que nos lleva a pensar que incluso a los 20 años de descanso se trata de nuevas plantas diseminadas por semilla. Las matas de *Stipa ichu*, al ser incorporadas más fácilmente por el arado, no quedan, en general, grandes en el primer año de descanso.

En ambos casos, el tamaño máximo se logra en aproximadamente diez años, pero no de manera lineal. Esto permite ubicar en el paisaje las parcelas de descanso largo, pero de ninguna manera determinar su duración exacta. La recolonización por estas dos especies ocurre, a lo largo del descanso, en los años de mayores o más prolongadas precipitaciones.

### *Características de las parcelas*

Se puede reagrupar los suelos en tres tipos texturales (Figura 1):

- *Franco arenoso* (61% de las muestras), con 52-79% de arena, 5-30% de limo, 10-19% de arcilla. Todas las parcelas muestreadas en los sectores de *aynuqa* de Q'othaña y Tuntachavi pertenecen a esta clase textural.

- *Franco areno arcillo* (13% de las muestras), con 52-60% de arena, 19-30% de limo y 20% de arcilla en laderas del sector de Wayllani.

- *Franco* (26% de las muestras), con 40-52% de arena, más de 30% de limo y 17-22% de arcilla, también en los sectores de Wayllani y Ananta.

Las parcelas de *sayaña* se reparten entre estos tres grupos. Se comprueba que un sector de *aynuqa* no es representativo de una sola clase de textura (Figura 2). Se constata también la estrechez del rango de variación de la arcilla (10-22%) y la reducida dispersión textural de las muestras; 81% se encuentran en la frontera entre estas tres clases. Se separan claramente 10 muestras más arenosas (más de 65% de arena y menos de 18% de limo).

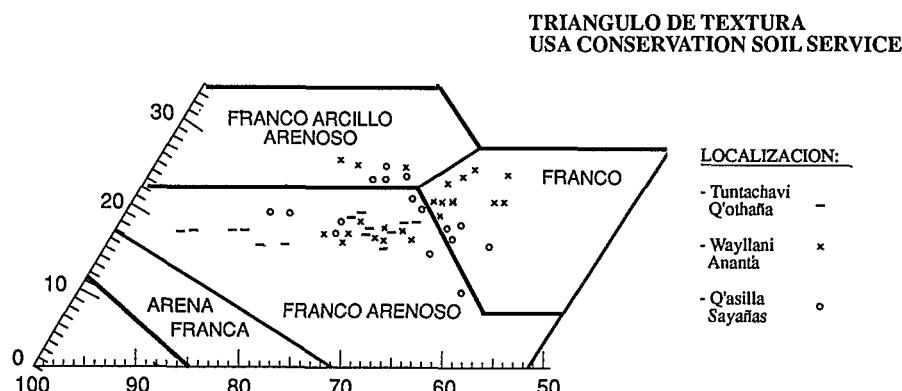
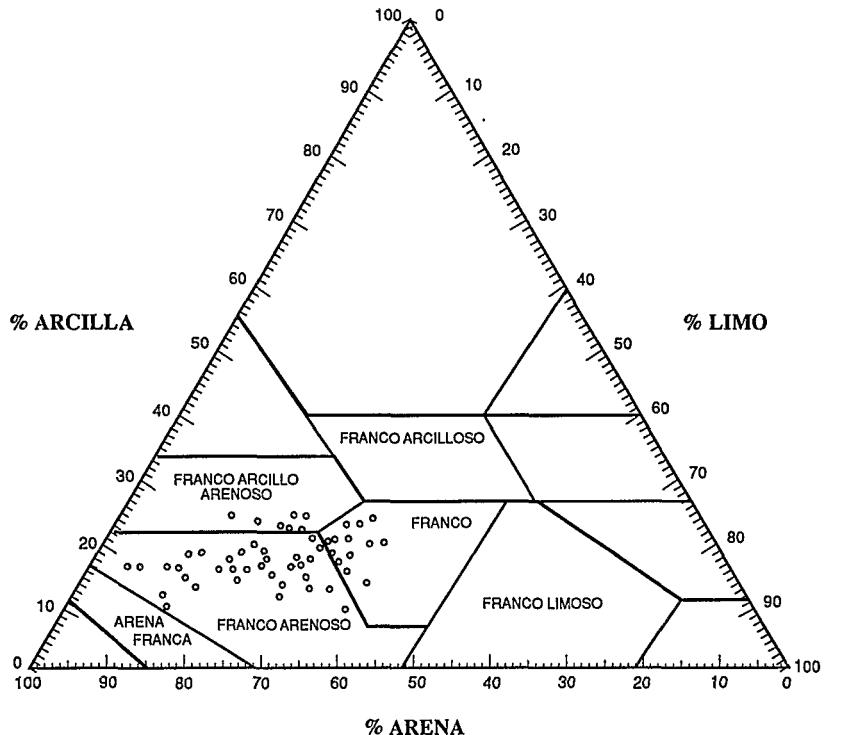


Figura 2. Textura de los suelos muestreados en Pumani (1992) según su localización

Para el análisis químico, nos referimos al Cuadro 3. La tasa de materia orgánica es muy baja, inferior a 2% y esta materia orgánica está en proceso de mineralización (C/N entre 6 y 10, Figura 3). Por las condiciones climáticas, se esperaba una tasa más alta y una materia orgánica más estable. Los suelos de pampa tienen mayormente una textura franco arenosa sin cascajo, con un contenido de materia orgánica inferior a 1%. Los suelos de ladera tienen texturas más finas, de franco a franco arenos arcillosas, 40 a 50% de piedras y un mayor contenido de materia orgánica. Con la pendiente aumenta la tasa de piedras y disminuye la profundidad útil del suelo (Figura 4).

Cuadro 3. Características químicas de los suelos

Variable	Unidad	Min.	Max.	Promedio	CV (%)
Carbono orgánico	%	3,29	12,23	7,18	30
Nitrógeno total	%	0,51	1,35	0,92	23
C/N	sin	4,45	10,11	7,77	14
Materia orgánica	%	0,22	1,98	1,14	36
Fósforo Olsen	ppm	0,8	18,0	4,9	58
Potasio	meq/100gr.	0,34	1,5	0,67	32
Suma de cationes (S)	meq/100gr.	2,88	12,72	6,13	30
Capacidad de intercambio cationíco (T)	meq/100gr.	4,4	25,6	10,78	38
% de saturación de la CIC (S/T)	%	30,60	100	60,4	27

\* Promedio calculado sobre 54 muestras, salvo para fósforo (53 muestras).

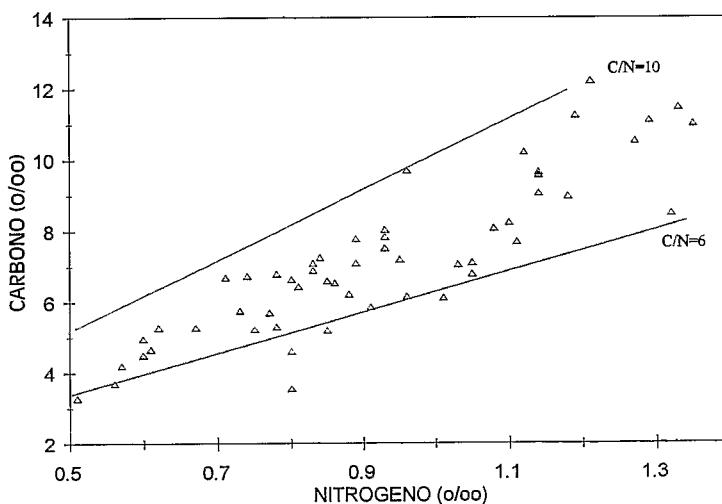


Figura 3. Relación Carbono Nitrógeno

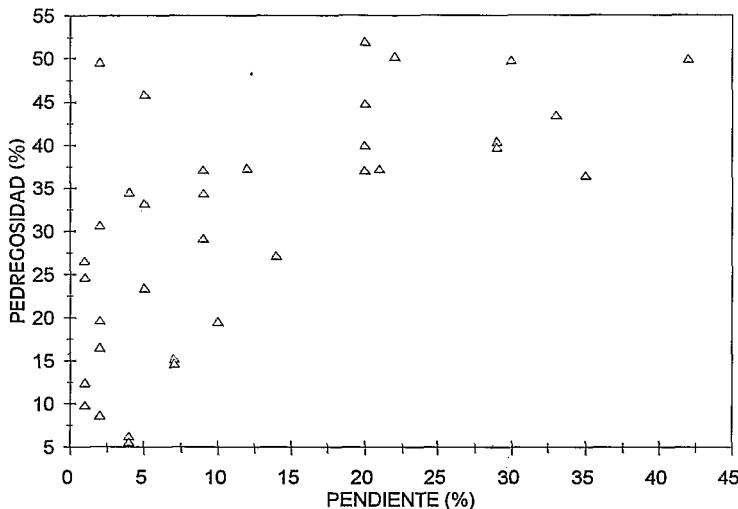


Figura 4. Relación pedregosidad/pendiente

El contenido de fósforo asimilable (Olsen) es sumamente variable, entre 0,8 y 18 ppm. El histograma de estos valores nos enseña que 75% de los suelos son deficientes en fósforo (menos de 60 ppm, Villaruel, 1988). El potasio se encuentra en una cantidad que va de moderada a alta; sólo dos muestras sobre 54 tienen un contenido deficitario. Las dos parcelas con el mayor contenido de potasio (1,45 y 1,5 meq/100 g.), prácticamente el doble de las otras parcelas, son parcelas de *sayaña* con mayor restitución orgánica.

El calcio domina nítidamente en la suma de cationes intercambiables: 88% de las muestras tienen un ratio de Ca/S entre 50 y 70%. La contribución del Na es inferior a 5%. El total de bases intercambiables es muy bajo. La capacidad de intercambio catiónico es sumamente variable, desde valores muy bajos (<5 meq/100 g) a moderados; sólo 7% tienen un CIC alto (>25 meq/100 g). Como la tasa de arcilla es bastante estable, se puede atribuir este rango a las variaciones del contenido de materia orgánica. La tasa de saturación de las bases se reparte en dos clases: 18% tienen tasas bajas (30-40%) y 50% tienen tasas altas (60-80%), según las normas de interpretación de Cochrane (1990).

#### *Efecto de la edad del descanso*

No se nota ninguna tendencia de evolución de la densidad aparente (da) en función del tiempo de descanso, sino una gran dispersión de sus valores por una misma edad de descanso. Las texturas francas no conlleven sistemáticamente a una mayor compactación a los 5-10 cm. Además, se logra los valores máximos (1,58) desde el primer año de descanso (Figura 5). Quedaría por saber si esta compactación ocurre, por efecto de las lluvias, desde la época de crecimiento de la quinua o la cebada que vienen al final de la rotación, o luego de la cosecha, en tierra desnuda. Se observaron también costras superficiales desde el primer año de descanso.

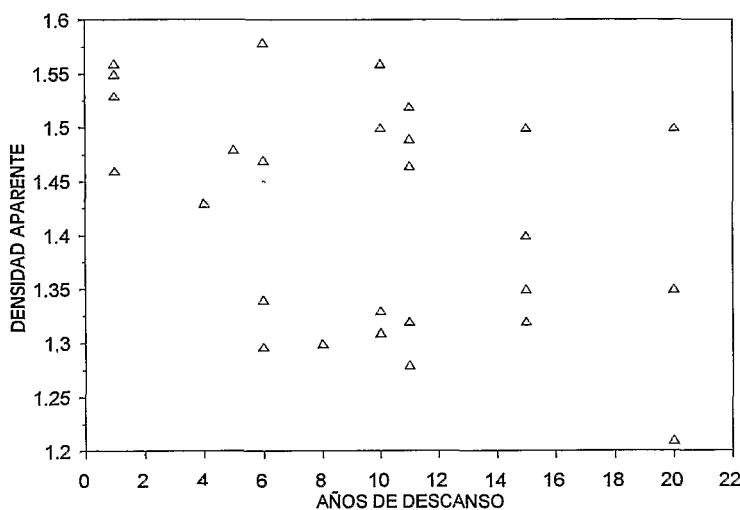


Figura 5. Relación densidad aparente/edad del descanso

Se analizó la evolución de la materia orgánica con base en dos curvas, del carbono orgánico C (Figura 6) y de la tasa C/N (Figura 7) en función del tiempo de descanso. Se queda más carbono orgánico en el suelo después de un año de papa que después de 5 a 8 años de cebada. Se nota una disminución del contenido de carbono orgánico el primer año de descanso, en comparación con las parcelas después de cultivos. Se observa posteriormente una tendencia al aumento del carbono hasta los 5-8 años, para luego estabilizarse. La dispersión de los puntos no permite precisar esta tendencia, pero se puede descartar la hipótesis de un incremento lineal de la materia

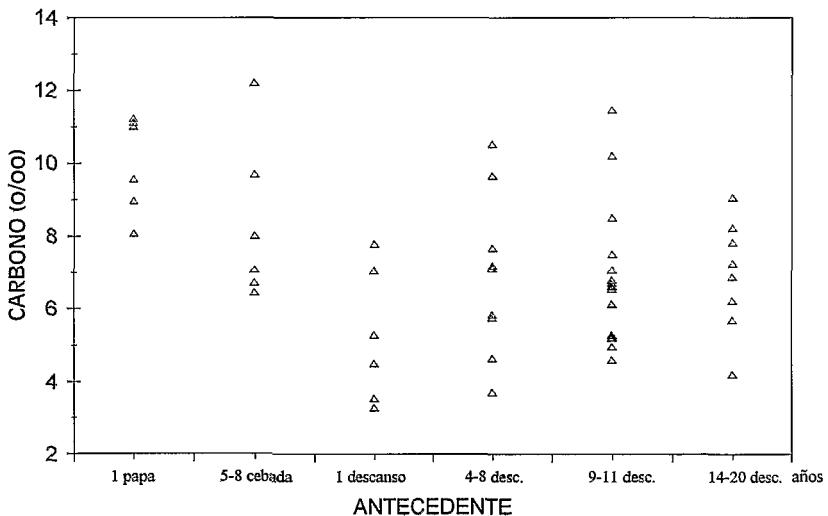


Figura 6. Relación carbono/edad del descanso

orgánica con el tiempo de descanso. La tasa de C/N, que indica el grado de mineralización de la materia orgánica, varía muy poco. Disminuye de un promedio de 8,5 a promedios de alrededor de 7,5, por la mineralización del nitrógeno, desde el primer año de descanso, quedando relativamente estable durante los años siguientes.

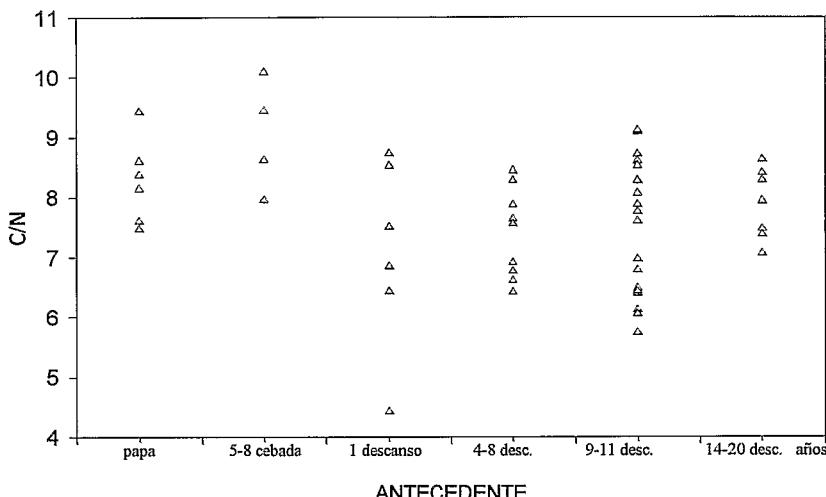


Figura 7. Relación C/N-edad del descanso

Nye y Greenland indicaron en 1981 que no se había medido directamente la evolución de los cationes intercambiables en el horizonte superficial durante el descanso. No se observa en la Figura 8 una evolución clara de la suma de cationes en

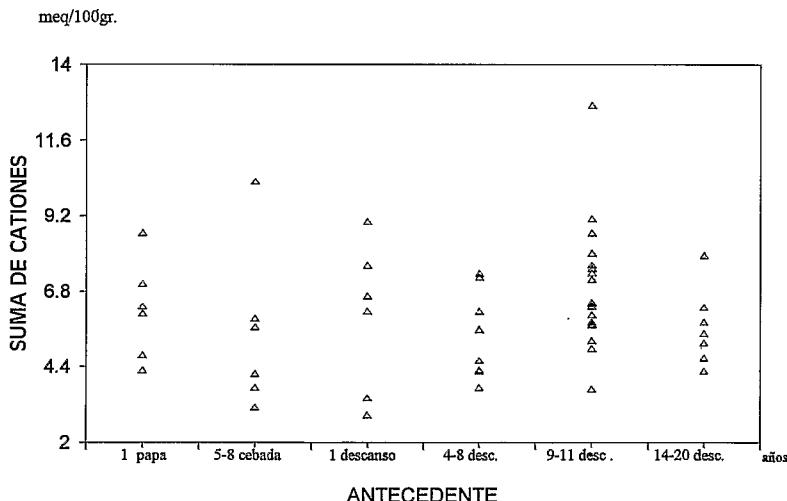


Figura 8. Relación suma de cationes-edad del descanso

función del tiempo de descanso. Según Pieri (1989), la medición del potasio intercambiable no permite evaluar variaciones de stock, ni realizar balances. La tasa de saturación del complejo absorbente por los cationes Ca, Na, Mg, K, podría ser un mejor indicador de la riqueza química del medio (Blaize, 1988). La curva de S/T sigue la misma tendencia que la suma de cationes, con un máximo a los 10 años.

El contenido de fósforo asimilable es muy bajo después de un año de cultivo de papa y muy variado después del cultivo de cebada. Tiende a disminuir ligeramente con el tiempo desde uno hasta 10 años de descanso (Figura 9). Así, es probable que las raíces de los arbustos, más profundas que las de los cultivos anuales, puedan extraer una cierta cantidad de fósforo y subirlo en la capa arable (Picard, 1971); pero tomaremos esta tendencia como una hipótesis por verificar todavía, pues Plet (1990) opina que los métodos existentes para extraer el fósforo del suelo no producen resultados satisfactorios si se busca comparar parcelas con antecedentes de manejo distintos, o situados en contextos físico químicos distintos.

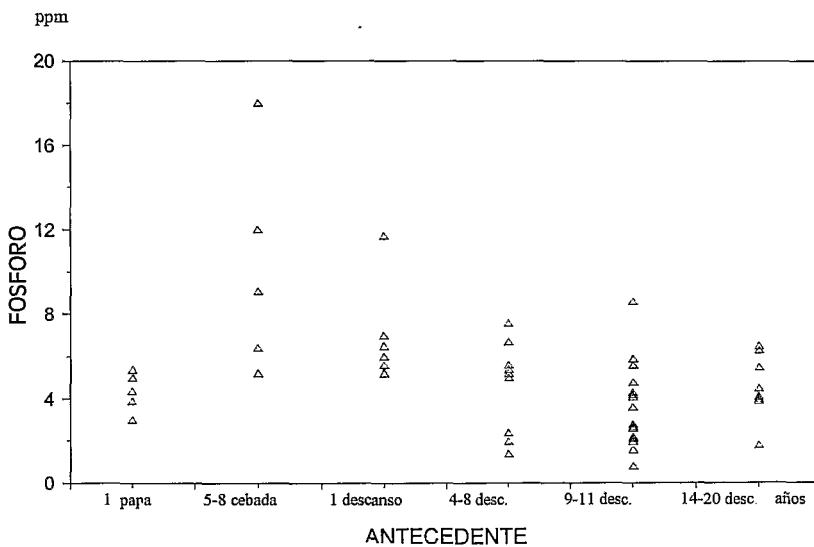


Figura 9. Relación Fósforo-edad del descanso

## CONCLUSIONES

La observación sincrónica de parcelas distintas, para captar mecanismos de evolución de la fertilidad del suelo, tiene como principal limitante la variabilidad de las situaciones *in situ*. Se constata un efecto depresivo al inicio del descanso, después de la cosecha de los cereales. Esta observación concuerda con la de Thomas (1972), citado por Morlon (1992): el nivel más bajo de elementos nutritivos se encuentra al inicio del descanso, después de la cosecha de los cereales. Estas referencias provienen de Nuñoa, una zona más húmeda y ligeramente más alta (4.000 m en vez de 3.800 m). Aparecen fenómenos inherentes al inicio del descanso, primer año y primeros años. No hay evidencias de que el estado del suelo siga mejorando después de 10 años de descanso.

La tendencia a la estabilización de las curvas después de 10 años tendría que ser confirmada con más puntos. Corresponde con la estabilidad de la cobertura vegetal en esta etapa del descanso. Se pueden distinguir cuatro etapas en la rotación descanso-cultivo (Picard, 1971):

- la recolonización del descanso por la vegetación;

- el régimen de equilibrio en el cual se estabiliza la biomasa, con un equilibrio relativo entre el crecimiento de las partes jóvenes y la muerte de las partes viejas, con su reincorporación al suelo; una cantidad importante de elementos minerales son inmovilizados en la vegetación arbustiva;

- la destrucción de la vegetación existente por extracción y trabajo del suelo; y

- la sucesión de cultivos.

Los aportes de materia orgánica por los residuos de cultivo se limitan a las raíces y bases del tallo, es decir, a lo que dejan los ovíos. En la roturación, sólo están incorporadas las matas de *Stipa ichu*, de gramíneas perennes, y la vegetación almohadillada, puesto que la mayoría de los arbustos son arrancados con su raíz principal. En la fase de recolonización del descanso, la mineralización debe ser rápida. Una vez instalada la población de *Baccharis incarum*, una abundante hojarasca y matas delgadas secas están reincorporadas al suelo, al pie de cada CANAPA. ¿Cuánto nitrógeno contiene? Las velocidades de descomposición de estas materias orgánicas en humus y de mineralización son aparentemente lentas ( $T^{\circ}$ , déficit de humedad). Existe además un riesgo de pérdida por el escurrimiento superficial (erosión hídrica) y por el viento (erosión eólica).

No hay evidencia de evoluciones rápidas ni importantes de los componentes de la fertilidad en función de la duración del descanso. Dos métodos podrían ser probados todavía para verificar esta primera conclusión: un intento de balance de fertilidad (entrada-salida) y un estudio minucioso de las dinámicas del ciclo de algunos elementos como el nitrógeno, el carbono y el fósforo. Este balance, esencialmente reducido a la química del suelo, tiene que ser también confrontado con los resultados de microbiología y de nematología. Pero esta conclusión cuestiona a las ciencias sociales, las cuales deberían encontrar otras justificaciones, que no sean estrictamente agronómicas, a una duración larga del descanso.

## BIBLIOGRAFIA

- AGREDA V., ESPINOSA CH., 1992. *Desarrollo sostenido: nueva utopía para la selva*, Lima, Debate Agrario 12:41-64.
- BLAIZE D, 1988. *Guide des analyses courantes en pédologie*, INRA, París, 172 p.
- BIGOT Y., POULAIN J.F., 1981. *Evolution des sols sous culture pluviale "encadrée" sur défriche récente, dans l'extrême nord de la Côte d'Ivoire; comparaison avec l'évolution sous culture traditionnelle*, Bouaké, IDESSA, 12 p.
- CHARREAU C., NICOU R., 1971. *L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques*, Paris, IRAT, Bulletin Agronomique No. 23, 254 p.

- COCHRANE T.T., BARBER R., 1990. *Análisis de suelos y plantas tropicales*, Misión británica en agricultura tropical, CIAT, Santa Cruz, Bolivia.
- FELLER Ch., MILLEVILLE P., 1977. *Evolution des sols de défriche récente dans la région des Terres Neuves (Sénégal Oriental)*, Cah., ORSTOM, ser. Biol., vol. XII, N° 3, pp. 199-211.
- FERNANDEZ D., 1990. "Comunidad originaria Pomani «Manq'a Pomani»", en *Agroecología y saber andino*, Lima, AGRUCO-PRATEC, pp. 41-54.
- HERVE D., 1993. "Desarrollo sostenible en los Andes Altos, los sistemas de cultivo con descanso largo pastoreado". Com. Seminario Internacional "Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes", La Paz, en esta obra.
- JAMTGAARD K.A., 1984. *Limits on common pasture use in an agro-pastoral community: the case of Toqra, Perú*, Dept. of Rural Sociology, Univ. Missouri-Columbia, USA, 86 p.
- MAYMARD J., 1964. *Rapport pédologique. Région de Korhogo. Etude de développement économique*, Abidjan, SEDES-Ministère des finances, des affaires économiques et du plan de Côte d'Ivoire.
- MORLON P., 1992. *Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes Centrales*, INRA, Paris, pp. 109-110.
- NYE P.H., GREENLAND D.J., 1981. *The soil under shifting cultivation. Technical communication No. 51*. Commonwealth Bureau of Soils. Harpenden - Commonwealth Agricultural Bureaux.
- PLET P., 1990. "Analyse des sols cultivés", en *Techniques Agricoles* 1300 (6), 17 p.
- PICARD D., 1971. *Aspects théoriques de la dynamique d'une jachère en milieu tropical humide*, Adiopodoume, Côte d'Ivoire, laboratoire d'Agronomie, ORSTOM, 16 p.
- PIERI Ch., 1989. *Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara*, Ministère de la Coopération et du Développement-CIRAD-IRAT, Montpellier, France, 444 p.
- SEBILLOTTE M., 1977. *Jachère, système de culture, système de production. Méthodologie d'étude*, Jatba, vol. 24, 2-3, 241-264.
- THOMAS R.B., 1972. *Human adaptation to a high Andean energy flow system*, Ph. D., Dept. Anthropology, Pennsylvania State Univ., 181 p.
- THOMAS R.B., 1976. *Energy flow at high altitude*, en Baker and Little (ed.): 379-404.
- VILLARROEL J., 1988. *Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio*, UMSS - AGRUCO, serie técnica No. 10, 34 p.
- WINTERHALDER B., LARSEN R., THOMAS B., 1974. "Dung as an essential resource in a highland peruvian community", en *Human Ecology*, vol. 2, 2: 89-105.