

INTERESES Y LIMITES DE LA APLICACION DE TECNICAS DE *DRY-FARMING* PARA EL MANEJO DEL DESCANSO EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO EL CASO DE PUMANI

Ingrid Brugioni
ORSTOM, C.P. 9214, La Paz - Bolivia

Resumen

El cultivo de papa es fundamental para los campesinos del altiplano boliviano. Sin embargo, los rendimientos de este cultivo siguen siendo reducidos y muy variables en esta región, debido a riesgos climáticos elevados (sequía y heladas). Uno de los enfoques de la investigación agronómica para mejorar este cultivo, considera las condiciones hídricas del suelo para las primeras fases de desarrollo de la papa con el mejoramiento del manejo de las tierras en descanso precediendo la siembra de la papa. Técnicas de *dry-farming* fueron probadas en estación experimental y permitieron un aumento del agua almacenada en el suelo.

El objetivo de este estudio es verificar si estas técnicas se adaptan a las condiciones de los campesinos en una comunidad del altiplano central (Pumani) y si, en consecuencia, se pueden cambiar las prácticas de manejo de las tierras en descanso en situación campesina. El análisis de los determinantes de las prácticas de roturación permitió ver los límites de la aplicación de técnicas agrícolas de *dry-farming* elaboradas y probadas en estación experimental. Por otra parte, un seguimiento de la humedad del suelo pone en cuestión el interés mismo de este tipo de manejo de las tierras en descanso en las condiciones de la zona de estudio.

INTERETS ET LIMITES DE L'APPLICATION DE TECHNIQUES DE DRY-FARMING SUR L'ALTIPLANO BOLIVIEN CAS D'UNE COMMUNAUTE PAYSANNE DE L'ALTIPLANO CENTRAL: PUMANI

Résumé

La culture de la pomme de terre est fondamentale pour les paysans de l'altiplano bolivien. Cependant, les risques climatiques étant élevés (sécheresse et gelées), les rendements de cette culture restent réduits et variables. Une des approches de la recherche agronomique pour améliorer cette culture concerne les conditions hydriques du sol pendant les premières phases de son développement avec l'amélioration de la conduite des terres en jachère précédant la culture de pomme de terre. Des techniques de *dry-farming* ont été testées en station expérimentale et ont permis une augmentation de l'eau stockée dans le sol.

L'objectif de cette étude est de vérifier si ces techniques sont adaptées aux conditions paysannes sur une communauté de l'altiplano central: Pumani, et donc s'il est possible de changer les pratiques de la conduite des terres en jachère en situation paysanne. L'analyse des déterminants des

pratiques de labour a permis de voir quelles sont les limites de l'application de techniques agricoles de *dry-farming* élaborées et testées en station expérimentale. Par ailleurs, un suivi de l'humidité du sol met en question l'intérêt même de ce type de conduite des terres en jachère dans les conditions de la zone d'étude.

THE PROS AND CONS OF DRY FARMING TECHNIQUES ON THE BOLIVIAN ALTIPLANO. THE CASE OF FALLOW LAND MANAGEMENT IN PUMANI

Abstract

The potato crop is fundamental for the farmers of the Bolivian Altiplano. Notwithstanding this fact, the prevalent climatic risks (drought and frosts) result in the crop yield remaining small and variable throughout the region. One line of research aimed at increasing yield concerns soil moisture conditions during the initial stages of crop development and another consists of the improvement of the fallow land management prior to the sowing of the potato crop. Dry farming techniques were tried out on an experimental station and have resulted in an increase in the amount of the water stored in the soil.

The objective of this study is to verify whether these techniques can be adapted to the farming environment present at Pumani, a typical Central Altiplano community. This includes the study of whether it is indeed feasible to change existing practices dealing with the management of fallow land. An analysis of the causes of plowing practices has enabled us to evaluate what are the limiting factors in the application of the *dry-farming* techniques developed and tested on the experimental station. Moreover, continuous testing of the soil moisture content raises the question of the usefulness of this method of fallow land management for the conditions found in the study zone.

INTRODUCCION

La papa es la base de la alimentación de los campesinos del altiplano boliviano, que representan más del 40% de la población rural del país. Sin embargo, los rendimientos de este cultivo continúan siendo reducidos y muy variables según los años, debido a los elevados riesgos climáticos que existen en esta zona, sobre todo los de sequías y heladas.

El agua, particularmente en el momento de la siembra, constituye un factor limitante importante en el rendimiento del cultivo de la papa (Atteia et al., 1986). No obstante, el riego no parece ser una solución generalizada en este medio, por los problemas de disponibilidad de agua y los riesgos de salinización y erosión (Orsag, 1989).

Algunos investigadores probaron técnicas de *dry-farming* en una estación experimental (Orsag, 1989; Condori y Hervé, 1991) y propusieron realizar otro tipo de manejo de las tierras en descanso que preceda al cultivo de papa en el altiplano, con el fin de mejorar las condiciones hídricas al momento de la siembra. En efecto, el papel del descanso es múltiple, pero una de sus funciones es permitir una reconstitución del agua almacenada en el suelo en ciertas condiciones edafoclimáticas y con cierto manejo (Sebillotte, 1985). El *dry-farming* es un conjunto de técnicas que permite influir

en el balance hídrico para aumentar el almacenamiento del agua en el suelo mientras se disminuyen las pérdidas (Sebillotte, 1985). En el caso del altiplano, estudiaron técnicas de labranza de las tierras en descanso previas al cultivo de la papa, Orsag (1989) en Viacha, Condori y Hervé (1991) en Patacamaya y Culta, y concluyeron que una labranza del descanso más profunda y al inicio del período de lluvias permitiría aumentar el agua almacenada en el suelo en el momento de la siembra de la papa. Sin embargo, existe el problema de que las técnicas propuestas no corresponden a las prácticas agrícolas de los campesinos del altiplano, que roturan al final del período de lluvias y a menos de 20 cm de profundidad.

El objetivo principal del presente estudio es verificar si estas técnicas de *dry-farming* se adaptan a las condiciones de los campesinos en una comunidad del altiplano y si, por ende, es posible cambiar las prácticas de manejo de las tierras en descanso en situación campesina.

Según Sebillotte (1989), “las condiciones de estación experimental, generalmente óptimas, corresponden muy raramente a las de la finca, donde varias presiones esconden los aspectos positivos de las técnicas probadas en estación”; por esta razón, es preciso estudiar la práctica agrícola en su contexto y analizar cuáles son los factores que determinan la roturación en este caso.

Con este fin, se pretendió elaborar un modelo de decisión del campesino para el trabajo del suelo y se evaluó el efecto de la roturación sobre la humedad del suelo en las condiciones edafoclimáticas de Pumani, una comunidad campesina del altiplano central.

METODOLOGIA

La comunidad de Pumani está situada a 80 km al sur de la ciudad de La Paz, a 3.900 msnm, cerca del pueblo de Ayo-Ayo, en la provincia Aroma (altiplano central boliviano).

Presenta zonas de cerros y de pampa y los suelos son de tipo “arcillo-arenoso-limoso”. La temperatura diaria anual es de 7°C y las precipitaciones medias anuales son de 490 mm. Un balance hídrico en esta región demuestra que existe un déficit hídrico durante casi todo el año (Atteia et al., 1986).

La agricultura en Pumani continúa siendo familiar y poco monetarizada. Unas doscientas familias viven en cinco zonas habitables dispersas. La producción agrícola, principalmente de papa, quinua y cebada, constituye la fuente principal de alimentación. Sólo un campesino posee su propio tractor. Los demás lo alquilan de éste o de una comunidad vecina, Collana.

Una particularidad que distingue a Pumani, comunidad originaria, es la vigencia del sistema de las *aynuqa*. Son zonas generalmente alejadas de las casas, que están bajo una gestión parcialmente comunitaria. El tiempo de descanso de estas zonas—de 10 años hasta 1990— y de cultivo—de 3 años— son el resultado de decisiones comunales. Sin embargo, la decisión de la sucesión de cultivos, generalmente de papa-quinua-cebada, es individual y depende de las características de los terrenos y de las unidades de producción familiar.

En este estudio se consideró la labranza de las tierras en descanso de la *aynuqa*, que iba a ser sembrada con papa en octubre-diciembre de 1991. Con la observación previa de las características de la roturación en Pumani, se elaboró un dispositivo de análisis de la labranza.

Características de la roturación del descanso en Pumani

Observaciones diarias de la roturación de 52 parcelas campesinas en Pumani, entre marzo y abril de 1991, permitieron constatar la diversidad de los medios utilizados.

La labranza con el arado de palo se realiza en tres etapas:

- se efectúa una primera roturación después de Carnaval, una vez autorizado el trabajo en las *aynuqa* por las autoridades comunales (febrero-marzo);
- se realiza una segunda roturación después de Pascua y, si no se la logra terminar al final del período de lluvias, se puede prolongar hasta el invierno, aprovechando una nevada; se cruzan los surcos; y
- el último trabajo se hace en el momento de la siembra de la papa, de octubre a diciembre.

La roturación con el tractor se la realiza de marzo a abril y, a veces, en invierno, después de una nevada, en una sola pasada de discos.

En 1991, se roturaron más parcelas en comparación con 1990, y se utilizó sobre todo el arado de palo (ver Cuadro 1). Las condiciones climáticas fueron mejores en 1991 para poder efectuar la roturación. En 1990, hubo una nevada recién en junio, mientras que casi no llovió entre marzo y abril, y se notó una proporción elevada de roturación con tractor.

Cuadro 1. Comparación de la roturación de las *aynuqa* en 1990 y 1991

Tratamiento por parcela	1990 (en % del total)	1991 (en % del total)
Arado, 1 pasada	22	7
Arado, 2 pasadas		67
Arado de disco	30	3
No roturado	48	23

Fuente: 1990* Hervé et al., 1991.

1991* Brugioni, 1992.

La mayoría de los campesinos terminaron las dos roturaciones hasta fines de abril y los que se atrasaron aprovecharon la nevada de junio (9 y 10/06/91) para seguir roturando y, eventualmente, terminar. Además, la cosecha en papa de 1990/91 fue bastante mala y no justificó el costo del tractor que muchos alquilaron en 1990 (120 Bs/ha en 1991).

Con el arado de palo, la profundidad del surco varía entre 10 y 21 cm. En el único caso observado de roturación con arado de discos, la profundidad media es de 15 cm en pampa, con una textura bastante arenosa. Esto plantea el problema de la calidad del trabajo de los tractoristas.

La mano de obra que requiere la labranza es muy variada: hombres, a veces mujeres, eventualmente ayudados por los niños. Cuando falta mano de obra y/o yuntas, se recurre al *ayni*, a la *minka* o al trabajo "al partir" para la labranza.

Las yuntas utilizadas para el trabajo del suelo eran muy variables; algunos roturaban con toros, otros con vacas, incluso con vacas preñadas o lactando. Esta situación se explica por los problemas de forraje del año anterior, debido a la sequía, lo que obligó a una parte de los campesinos a vender bovinos sin poder renovarlos y a utilizar a los animales que quedaron.

Las prácticas de labranza de los campesinos de Pumani son muy diferentes de las recomendaciones probadas en estación, que son una labranza más profunda y avanzada al inicio del período de lluvias. Además, los medios utilizados son muy variables.

Dispositivo de análisis de la roturación del descanso en Pumani

Encuesta sobre los factores determinantes de la roturación

Se decidió trabajar con cuatro campesinos de la comunidad que presentan una variabilidad, tanto de medios utilizados como de prácticas (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de la roturación en el caso de los cuatro campesinos encuestados

Código del campesino	Número parcelas a roturar	Ubicación	Superficie a roturar (ha)	Superficie roturada (ha)	Roturación efectuada (1)	Mano de obra	Herramienta	Yunta
A	15	aynuqa	1,8	1,65	13 P/S 1 D 1 O	- A gufa el arado - Su mujer o un niño conduce la yunta y arranca la thola	- Arado de palo Locación de 1 tractor	- 2 vacas de raza criolla
B	9	7 en aynuqa	2,6	2,6	9 P/S	- 8 rotura solo	- Arado de palo	1 vaca y 1 toro criollos - Cambió toro
C	18	17 aynuqa 1 sayaña	3,1	2,2	15 P/S 3 P	- C y su tío roturan en <i>ayni</i> (2 yuntas)	- Arado de palo	- 1 vaca y 1 toro criollos
D	6	aynuqa	0,9	0,8	4 P/S 1 P 1 O	- D gufa el arado - Su mujer o su hijo le ayuda	- Arado de palo	- 2 vacas criollas

(1) Número de parcelas por las cuales:

P = la primera roturación fue efectuada.

S = la segunda roturación fue efectuada.

D = la roturación se hizo con discos.

O = ninguna roturación fue efectuada.

Para el campesino, la roturación tiene varios objetivos con respecto al terreno mismo, al estado del suelo que quiere obtener y al tipo de cultivo que quiere sembrar. Por ello, esta práctica agrícola tiene que ser realizada durante los días considerados convenientes. Los días disponibles, según Papy y Servettàz (1986, in Choissat et al., 1988), corresponden a días que reúnen "las condiciones de trabajo que permiten obtener un estado de la tierra aceptable". Dependerán a la vez de las condiciones del clima (precipitaciones), de los terrenos disponibles un año dado en la *aynuqa* y del funcionamiento de la finca, en relación con la organización del trabajo que permitirá tener los medios necesarios en el momento oportuno.

Se analizaron los factores determinantes de la roturación, tanto a nivel de la parcela (justificación de los itinerarios técnicos de la labranza por los campesinos) como a nivel de la finca (estudio de la influencia del sistema global de la unidad de producción familiar sobre la organización del trabajo). La encuesta fue elaborada bajo un enfoque sistémico y consideraba estos dos niveles, que en realidad son interdependientes.

Observaciones complementarias de humedad del suelo

Para poder estudiar la eficiencia de la roturación del descanso para el almacenamiento de agua en el suelo, en las condiciones de Pumani y del año, se realizó un seguimiento de la humedad del suelo en doce parcelas con situaciones topográficas y edafológicas variadas (Cuadro 3), así como un balance hídrico en las condiciones de Pumani.

Cuadro 3. Características de las parcelas para el seguimiento de humedad

Código de la parcela	Ubicación	Topografía (ladera en %)	Tipo de suelo*	Profundidad de segunda roturación	Fecha de segunda roturación
A1	Pampa	< 5	1	15 cm	02/04/91
A2	Ladera alta	16	1	12 cm	12/04/91
B1	Ladera baja	27	2	20 cm	01/04/91
B2	Ladera media	16	1	14 cm	04/04/91
B3	Ladera media	20	1	15 cm	08/04/91
B4	Ladera media	18	1	14 cm	10/04/91
C1	Pampa	< 5	1	11 cm	02/04/91
C2	Ladera alta	30	1	17 cm	17/04/91
C3	Ladera media	10	1	15 cm	17/04/91
C4	Ladera media	20	2	15 cm	17/04/91
D1	Ladera alta	20	1	16 cm	23/04/91
D2	Pampa	< 5	3	15 cm	24/04/91

* Tipos de suelo (denominación local):

1 = tipo arenoso (*ch'alla*).

2 = tipo más arcilloso, sirve para adobes (*ñiq'í*).

3 = tipo parecido a 1, pero con piedras (*jajwe*).

Se utilizó el método “gravimétrico” y se efectuaron medidas entre: 0 y 20 cm, con dos repeticiones por parcela, a 0-5 cm, 5-15 cm y 15-20 cm, siendo la profundidad media de roturación 15 cm. En la última muestra, antes de la siembra de la papa, se midió la humedad entre 20-30 cm de profundidad, aprovechable por las raíces de las plantas de papa. La frecuencia de las observaciones fue mensual y en función de las precipitaciones en invierno –una sola nevada de 23 mm el 9 y 10/06/91– y se realizaron entre marzo y septiembre de 1991.

RESULTADOS Y DISCUSION

Factores determinantes de la roturación del descanso

Estudio a nivel de las fincas

Del análisis del funcionamiento global de las unidades de producción familiares en los cuatro campesinos encuestados, se dedujeron los factores limitantes de la roturación y las estrategias adoptadas por cada uno, comparando la superficie que cada campesino decidió arar con la que efectivamente fue arada, y los medios que empleó.

El estudio de estos cuatro diferentes casos permitió encontrar reglas de decisión similares. Cada campesino tomó dos tipos de decisión.

– Decisiones tomadas antes de la roturación, que forman parte del modelo general de la organización del trabajo. Este modelo se define a partir del conocimiento que tiene a priori de la estructura y del funcionamiento de su unidad de producción (superficie que hay que roturar, medios disponibles en su finca, calendario de trabajo y competencia entre trabajos que resultan).

– Decisiones en el momento de la roturación, relacionadas a las circunstancias, modificaciones de la situación inicial o prevista (pérdida de un animal, condiciones climáticas, etc.).

Según los resultados de la encuesta, se elaboró un modelo general de decisión (ver Figura 1), en el cual se constata que las etapas de decisión son idénticas para los cuatro campesinos. Estas etapas son las siguientes:

1. elección de las parcelas que hay que roturar; esta decisión depende de la cantidad de parcelas que tiene para roturar y de su localización;

2. elección de los medios exteriores a la unidad de producción (tractores, alquiler de yuntas, etc.); la decisión está determinada por el conocimiento de los medios existentes en la unidad de producción y por la disponibilidad financiera del campesino; y

3. elección de los medios disponibles para la roturación; esta decisión depende de los medios reunidos en la unidad de producción (mano de obra o material) y de los trabajos en competencia con la roturación (cosechas).

Estudio a nivel de la parcela

La experiencia del campesino y el conocimiento que tiene del medio le van a dictar ciertas normas de trabajo y condiciones de intervención. La justificación de las técnicas corresponde a las cuatro encuestas y no fue siempre verificada.

Los objetivos de la roturación son, en primer lugar, remover la tierra en profundidad, siendo la papa un tubérculo, mezclar la vegetación natural del descanso

con la tierra y, de cierto modo, disminuir los riesgos climáticos, manteniendo la humedad del suelo y protegiendo el cultivo de las heladas.

La justificación de los itinerarios técnicos por los campesinos permite reconstituir las etapas de decisión para la roturación y sus determinantes (ver Figura 1).

El campesino elige el período de roturación en función del modelo empírico "suelo-clima-acción de la herramienta" que utiliza y de la gestión del descanso. Este período es relativamente fijo y está en función, sobre todo, de la cantidad de lluvia que cae en promedio entre los meses de marzo y abril y del comportamiento de los terrenos.

En efecto, según los campesinos de Pumani, la primera roturación requiere suficiente lluvia para poder abrir los surcos y a la vez que seque un poco la tierra a fin de evitar la formación de terrones. Para la segunda roturación, es preciso que las lluvias sean poco abundantes para evitar los riesgos de apelmamiento. Si llueve, la tierra se "aplata" y se forma una costra en superficie que hace la roturación más difícil e impide la infiltración de agua.

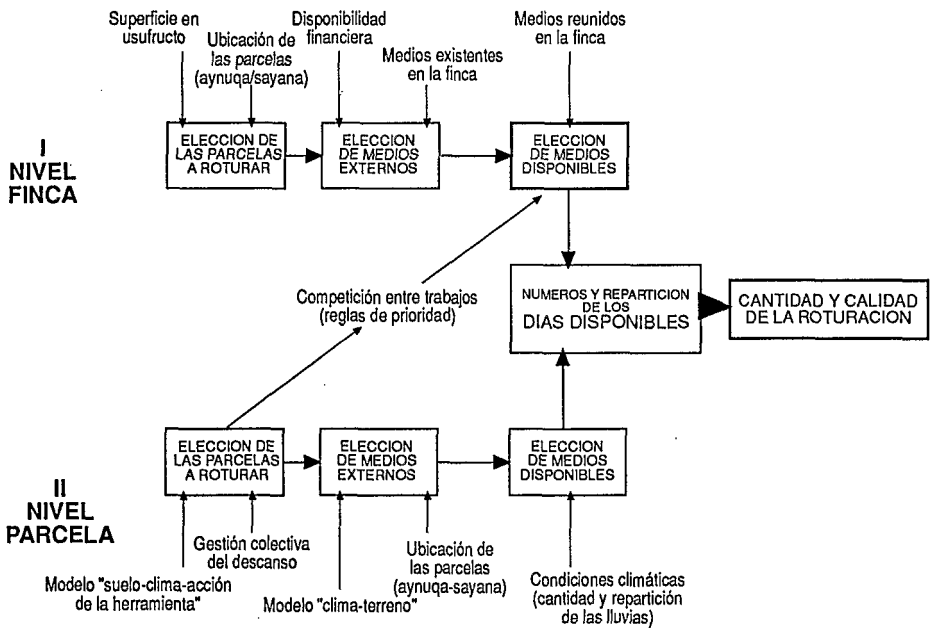


Figura 1. Modelo de decisión del campesino para la roturación

Más adelante el campesino decide el *orden de roturación de sus parcelas*, determinado por el modelo de desecación que tiene, según el clima y los terrenos y la localización de las parcelas en *aynuqa* o *sayaña* (parcelas alrededor de la casa). En el caso de la primera roturación, el modelo de desecación es más determinante, mientras que para la segunda roturación, la localización influye más, puesto que la tierra ya está húmeda. Este orden de roturación es importante porque determina de cierta manera las parcelas que no pudieron trabajarse por falta de tiempo.

Finalmente, la elección de los *días de practicabilidad* se hace en función de los criterios climáticos y de indicadores de la humedad del suelo.

Comparación del modelo de decisión de los campesinos para el manejo del descanso (roturación) con las recomendaciones de la estación

Los dos niveles de decisión (unidad de producción y parcela) interfieren y determinan el número de días disponibles para la roturación y, en consecuencia, la cantidad y la calidad del trabajo realizado (ver Figura 1). Sobre la base de este modelo, se discutió la posibilidad de aplicar las dos propuestas de mejoramiento del trabajo del suelo: una labranza más profunda y al inicio del período de lluvias.

Profundidad de la roturación

Según el sistema de decisión, los determinantes de la calidad de la roturación son la elección de medios disponibles para roturar y de los días de practicabilidad. En Pumani, los medios existentes actualmente en las fincas no parecen permitir grandes profundidades (14 cm en promedio). Con los problemas de sequía de los últimos años, sobre todo en 1983 y 1990, muchos se vieron obligados a vender sus animales y utilizar para la yunta vacas a veces preñadas o con crías, o muy flacas.

Además, se plantean varios problemas para la utilización de otros medios para la roturación como el problema de la calidad del trabajo de los tractoristas y la disponibilidad financiera de los campesinos, que resulta ser un factor decisivo, pues según ellos el costo del tractor no es rentabilizado con los resultados obtenidos; también está la posición topográfica de la parcela y su acceso.

El uso del tractor no parece ser una solución generalizable por el momento. Pueden existir algunas soluciones –como el acceso al crédito para cubrir los gastos de locación o el intento de un mejor trabajo de la tierra–, pero no resuelven todos los obstáculos.

Período de roturación

Roturar a inicios de la estación de lluvias significa cambiar los períodos de roturación con consecuencias importantes. La labranza estaría entonces en competencia, ya no con la cosecha sino con la siembra, lo que empeoraría los problemas de medios disponibles, puesto que la siembra y la roturación utilizan los mismos medios (mano de obra y herramientas).

Una solución podría ser la utilización del tractor para terminar más rápidamente la roturación, pero de nuevo aparecerían los problemas ya citados. Además, roturar al principio de las lluvias estaría en contradicción con el modelo empírico “suelo-climación de la herramienta” de los agricultores de Pumani que les llevó a elegir este período de roturación. Habría que verificar este modelo (riesgos de apelmamiento) y tenerlo en cuenta antes de intentar cambiar los períodos de trabajo.

En conclusión, este estudio muestra el interés de analizar las prácticas agrícolas en su contexto, con un enfoque sistémico. Esto permite evitar cambiar una técnica agrícola sin tomar en cuenta que es el resultado de un conjunto de decisiones y de modelos empíricos establecidos por el campesino. Sin embargo, a este primer estudio del sistema de decisión para la labranza, le falta un análisis más cuantitativo que permitiría evaluar el costo de estas prácticas y sus riesgos. Esto daría una idea de la

flexibilidad y de la seguridad de su sistema de decisión (Sebillotte, 1989) y un análisis más preciso de las ventajas e inconvenientes de las recomendaciones eventuales.

Roturación del descanso, en Pumani y agua almacenada en el suelo hasta la siembra de papa

Evolución de la humedad del suelo

La humedad residual medida en las doce parcelas en diferentes profundidades se reduce en alrededor de un 6% en promedio, lo que se aproxima al punto de marchitez de los suelos encontrados en Pumani. En estas condiciones, parece difícil mejorar las condiciones de agua en el suelo hasta el momento de la siembra de papa.

Para verificarlo, hace falta examinar la influencia de las condiciones edafológicas, haciendo un balance hídrico, para encontrar las causas de la poca humedad que queda en el suelo.

Balance hídrico simplificado

Reserva utilizable

En Pumani, en el caso de un suelo de granulometría media, 55% de arena, 25% de limo y 20% de arcilla, se puede estimar la humedad en la capacidad del campo (H_e) a 20%, y la humedad al punto de marchitez ($H_{pF4,2}$) a 10% (comunicación personal de Jacques Caneill).

La reserva utilizable por las plantas es dada por la fórmula siguiente:

$$RU = (z \times 1 \text{ m}^2) \times d_a \times (H_e(\%) - H_{pF4,2}(\%))$$

(RU se expresa en m^3)

d_a = densidad aparente del suelo. Se estima: $d_a = 1,5$, según los datos existentes en la región (Atteia et al., 1986).

z = profundidad del suelo colonizado por las raíces (en m). En el caso del cultivo de la papa, se estima: $z = 0,4 \text{ m}$ (Atteia et al., 1986).

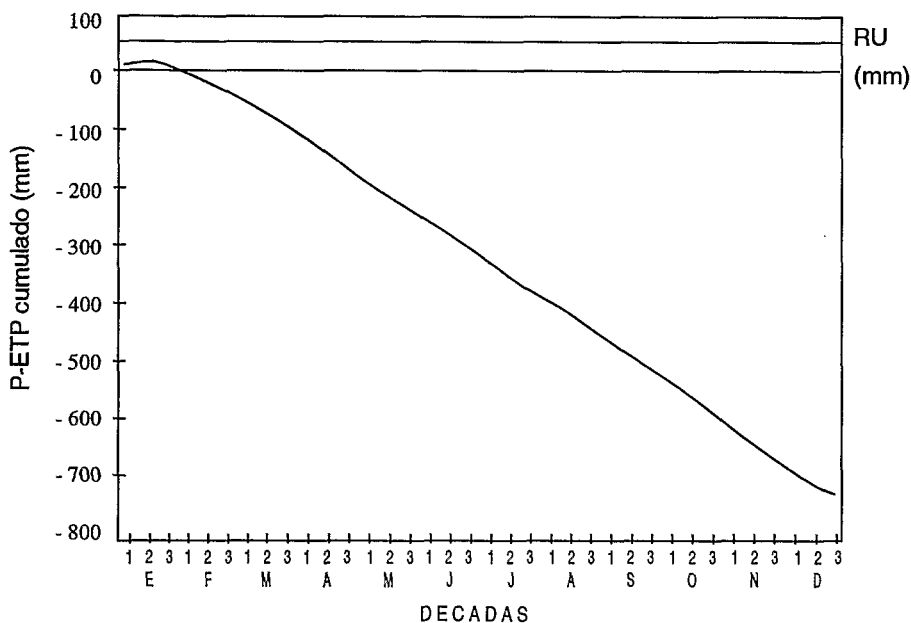
Finalmente, se calcula que la reserva utilizable es aproximadamente de $0,06 \text{ m}_3$, es decir, 60 mm de agua por 40 cm de suelo.

La cantidad máxima de agua que puede ser almacenada y estar disponible para las plantas es poca, debido a la poca profundidad alcanzada por las raíces. Un balance hídrico simplificado permite evaluar si vale la pena intentar aumentar esta reserva utilizable, en las condiciones de Pumani, aumentando la profundidad de enraizamiento.

Balance hídrico simplificado

Teniendo en cuenta los datos climáticos disponibles, se estableció un balance hídrico simplificado, es decir, "P-ETP" medio.

Se constata (Figura 2) que la reserva utilizable no se llena nunca y que hay déficit hídrico la mayor parte del año. Además, este déficit empieza en el mes de mayo y es máximo en los meses de siembra de la papa, octubre-noviembre.



Fuente: P = Pluviometría de AYO-AYO (1975-1986) ETP = Datos de Patacamaya (1987-1990)

Figura 2. Balance hídrico-Pumani

En estas condiciones tan secas, con una fuerte evapotranspiración prácticamente todo el año, parece difícil poder almacenar bastante agua en el suelo con las técnicas de *dry-farming*. Sin embargo, el déficit hídrico es ciertamente exagerado. Se trata de un balance hídrico medio: los datos climáticos son heteróclitos (lugar y tiempos de medidas) y el cálculo se hizo con base en una reserva utilizable media. Se utilizó la ETP de Penman. Vacher et al. (1993) realizaron un seguimiento de los componentes del balance hídrico en la estación experimental de Viacha y mostraron que ETR durante el período seco es más bajo que ETP, menos de 1 mm/día en invierno, en vez de 2 a 3 mm/día, incluso en el caso de las praderas. En las condiciones de Pumani, se pueden esperar valores de este orden para la ETR, pero no se tienen las referencias.

En conclusión, el seguimiento de la humedad del suelo en Pumani demuestra que fue almacenada muy poca agua en el suelo. Esto vale para cualquier tipo de terreno. Una estimación de la reserva utilizable por las plantas y la elaboración de un balance hídrico muestran que, en las condiciones edafoclimáticas de Pumani, es difícil mejorar de manera significativa la humedad del suelo para la siembra de la papa. Estos dos resultados cuestionan dos condiciones fundamentales de la eficacia del *dry-farming* (Manichon, 1983).

CONCLUSION

El análisis de las prácticas de roturación en Pumani demostró los límites del cambio del manejo del descanso en las unidades de producción familiares de esta comunidad campesina del altiplano central boliviano.

Primero, la elaboración de un modelo de las decisiones del campesino para la roturación, tanto a nivel de la unidad de producción como de la parcela, permitió concluir que ciertos factores determinantes no permiten la aplicación de las dos recomendaciones probadas en estación experimental, que consisten en una roturación más profunda y más avanzada en el período de lluvias.

Además, un seguimiento de la humedad del suelo pone en cuestión la importancia misma de la roturación del descanso para mejorar el almacenamiento de agua en el suelo, en las condiciones edafoclimáticas de Pumani.

Sin embargo, hay que relativizar estos resultados.

El estudio fue realizado en una comunidad campesina determinada, en un año dado, y con un número limitado de campesinos. Esto plantea el problema de la extrapolación de los resultados obtenidos. Por ejemplo, habría que probar el modelo de decisión para la roturación en situaciones de medio físico y de sistemas de producción diferentes, con el fin de validarlos. Para verificar la importancia del descanso y de su manejo en otras condiciones, habría que considerar primero el modelo teórico del balance hídrico, como se hizo en Pumani.

Este primer estudio sobre la aplicación de técnicas de *dry-farming* en el altiplano y el manejo del descanso permitió, no obstante, poner en evidencia cierta falencia, en la investigación agronómica actual, de una perspectiva de desarrollo rural.

Para elaborar el diagnóstico de un problema agronómico y las propuestas de acciones a nivel regional, siendo la región a menudo la unidad de acción de los organismos de desarrollo, hay que producir cierto número de referencias, que son la base del consejo (Sebillote, 1989). La investigación en estación experimental tendría que dar referencias precisas sobre las técnicas del *dry-farming* y el manejo del descanso.

Partiendo de zonas agroclimáticas establecidas en la región (Atteia et al., 1986), habría que estudiar en qué caso se puede esperar un mejoramiento del almacenamiento del agua en el suelo. Después, en cada caso, sería bueno establecer referencias cuantitativas precisas, es decir, un itinerario técnico adaptado de la roturación: ¿cuánto roturar?, ¿cómo y con qué herramientas?

Los resultados del presente estudio podrían servir para reorientar las investigaciones en estación, que inquieran, por ejemplo: ¿cuáles son las soluciones para eliminar los obstáculos en ciertas recomendaciones, como los riesgos de apelmamiento? Además, las condiciones hídricas en el momento de la siembra de la papa no son el único factor limitante. El estrés hídrico en la tuberización y las heladas durante todo el ciclo que precede la floración, son también elementos que explican los rendimientos reducidos y variables de este cultivo en el altiplano (Atteia et al., 1986).

Por eso, es indispensable no considerar las actividades técnicas aplicadas a la papa separadamente, sino como parte de un itinerario técnico global. Partiendo del modelo de desarrollo de la papa, establecido en el altiplano (Atteia et al., 1986), se puede ver en cada etapa cuáles son los factores limitantes y qué técnicas pueden permitir que las plantas continúen su ciclo sin obstáculos mayores. Este conjunto de técnicas constituye un itinerario técnico global que se podría proponer a los campesinos. Habrá que asociar a este modelo de acción niveles de costo y de riesgos para ayudar al campesino en su toma de decisiones.

Para estudiar los obstáculos en la aplicación del conjunto de mejoramiento probados en estación experimental, sería necesario realizar un análisis similar al del presente estudio sobre la roturación. Trataría esta vez de los factores determinantes del conjunto de técnicas agrícolas aplicado a la papa durante su ciclo, desde la preparación del terreno hasta la cosecha. En el caso de un trabajo a escala de varias comunidades campesinas, el análisis del funcionamiento global de los sistemas de producción familiares puede servir de base para una tipología. Permitiría definir "el conjunto de obstáculos que tienen que ser considerados para la elaboración de nuevos itinerarios técnicos, o para comprender el rechazo a la innovación técnica" (Sebillotte, 1989).

Estas tres etapas, consideración del medio físico, experimentación en estación experimental, así como observación y análisis de las prácticas de los campesinos, pueden realizarse más o menos simultáneamente.

LITERATURA CITADA

- ATTEIA O., BRASIER DE THUY E., CHOQUEVILLCA J., EL DIN M., FEDDES R.A., GUIRLET C., IMAÑA E., MALDONADO R., MENDEZ A., METSELAAR K., VACHER J., 1986. *Utilisation rationnelle de l'eau dans une région représentative de milieux andins*, rapport semestriel SENAMHI-ORSTOM-CEE, La Paz, Bolivia, 2ème semestre 1986.
- BRUGIONI I., 1992. *Determinantes de la roturación del descanso para la siembra de papa en una comunidad del altiplano central boliviano*, IBTA-ORSTOM, Informe N° 31, La Paz, Bolivia.
- CHOISSAT J.C., COLLAS P., HARGOUS S., 1988. *Influence du drainage sur la date des labours de printemps en Chalosse (Landes), Contribution à l'appréciation des jours disponibles*, BTI 435, Francia.
- CONDORI D., HERVE D., 1991. *Efecto de la humedad y profundidad de roturación sobre la humedad en el suelo al momento de la siembra*, Coloquio Internacional de Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia, 4-8/02/91.
- HERVE D., POZO E., ANGULO O., 1991. *Determinantes de los sistemas de cultivo de secano en comunidades originarias*, Coloquio internacional de Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia, 4-8/02/91.
- MANICHON H., 1983". *Experimental bases of dry-farming. Technics in arid and semi-arid zones*, 17th collection of IPI, Rabat, Marruecos, Mayo de 1983.
- ORSAG V., 1989. *Efecto de un manejo agrícola alternativo de un aridisol del altiplano central de Bolivia sobre el almacenamiento de agua en el suelo*, Ecología en Bolivia N° 13, mayo de 1989, La Paz, Bolivia.
- SEBILLOTTE M., 1985. *La jachère. Eléments pour une théorie*, A travers champs. Agronomes et géographes, Ed. ORSTOM, La Paz, Bolivia.
- SEBILLOTTE M. 1989. *Fertilité et systèmes de production*, INRA, Ecologie et Aménagement Rural, Francia, pp. 13-53.
- VACHER J.J., BRUGIONI I., FELLMAN T., 1993. *Evolución del balance hídrico invernal de un suelo desnudo, barbecho de larga duración, barbecho arado y parcelas postcosecha, en el altiplano boliviano*, ORSTOM, La Paz, Bolivia, (en proceso de publicación).