

---

---

*Pierre Morlon (\*)*

---

*Del clima a la comercialización:  
un riesgo puede ocultar otro.  
Ejemplos sobre el Altiplano  
peruano*

**INTRODUCCION**

El Altiplano es un conjunto de llanuras o mesetas situadas a más de 3.600-3.800 metros de altitud. El límite superior de los cultivos en esas tierras corresponde a un nivel muy elevado de riesgos climáticos, y cualquier modificación histórica de ese límite debe corresponder a una modificación en el nivel real o aceptado de riesgos, lo que convierte a esta región en un «laboratorio» excepcional para el estudio de los riesgos en agricultura.

Ahora bien, el estudio de las respuestas campesinas a los riesgos climáticos revela inmediatamente las incertidumbres sobre la propiedad de la tierra y, sobre todo, las relativas a la comercialización, ante las cuales el campesino está quizá aún más desarmado, porque si el clima es en cierto modo

---

(\*) Agrónomo-INRA. Dijon - Francia.

— Agricultura y Sociedad, n.º 45 (Octubre-Diciembre 1987)

---

«pasivo», los grupos sociales tienen voluntad propia, que puede resultar muy temible.

Y si es relativamente fácil instalar estaciones meteorológicas y obtener en ellos datos todos los días, es mucho más difícil observar y medir de modo permanente los precios y sus determinantes a lo largo de la cadena que parte del campesino...

Ilustraremos en primer lugar algunos métodos de descripción de los riesgos climáticos en una pequeña región situada a gran altitud, al altiplano del lago Titicaca. Después, ampliando nuestra perspectiva al conjunto de los Andes del sur de Perú, examinaremos algunas técnicas tradicionales de lucha contra los riesgos, y las estrategias campesinas de adaptación y de supervivencia por dispersión de los riesgos a todos los niveles del sistema de producción.

## 1. LOS RIESGOS CLIMATICOS

Situado, en el otro hemisferio, en las mismas latitudes que las regiones sahelianas o subsahelianas de África, el altiplano peruano se «beneficia» del mismo clima... traspuesto a gran altitud: alternancia de una larga estación seca y una estación de lluvias que suman entre 400 y 800 mm en 3 a 5 meses como media; se producen heladas nocturnas con cielo despejado.

Con grandes diferencias de un lugar a otro, cabe distinguir tres períodos durante el año:

— el núcleo de la estación seca, mayo a agosto: la sequía y, salvo en ciertos microclimas, las heladas nocturnas son una *realidad*;

— la estación de las lluvias, diciembre a marzo: considerando las *medias* de temperaturas y balance hídrico, las condiciones meteorológicas son favorables (en suelo bien drenado). Ahora bien, por una parte, la variabilidad entre los

---

---

---

años es muy fuerte, con riesgos de sequía y heladas en cualquier fecha y, por otra, el ciclo vegetativo de la mayor parte de las plantas cultivadas no puede completarse en ese período, y debe extenderse, por tanto, a

— los meses «intermedios», septiembre a noviembre, y abril, durante los cuales la variabilidad entre unos lugares y otros, y entre unos años y otros, es máxima; por tanto, hay un nivel muy elevado de incertidumbre. Es, sin duda, en este período cuando puede ser mayor la diferencia entre el riesgo estimado estadísticamente a partir de datos meteorológicos y su percepción por el agricultor. Nosotros nos limitamos, sin embargo, en esta primera parte a un breve examen de algunos métodos de descripción de los riesgos climáticos y de sus resultados.

### **1.1. Descripción frecuencial de los riesgos climáticos**

Vamos a presentar aquí *muy sucintamente* los resultados de tres métodos que permiten describir distintos aspectos de los riesgos de heladas, para veinte estaciones meteorológicas del altiplano del lago Titicaca, todas ellas situadas en el mismo tramo de altitud entre 3.800 y 4.050 m, pero a distancias del lago y en situaciones topográficas muy diversas (figura 1).

Los datos utilizados en este apartado son las temperaturas más bajas registradas *bajo abrigo* durante una década (período de 10 días) por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú, verificadas y corregidas por nosotros.

#### **1.1.1. Riesgo de heladas en una fecha determinada**

Cuando se quiere conocer una etapa concreta del desarrollo de una planta, por ejemplo, la floración, es útil conocer los riesgos sufridos *en una fecha determinada*. Escogimos presentar aquí, *para cada década*, los límites bajo los cuales estamos “seguros” que las temperaturas no

---

Mapa de situación de las estaciones meteorológicas

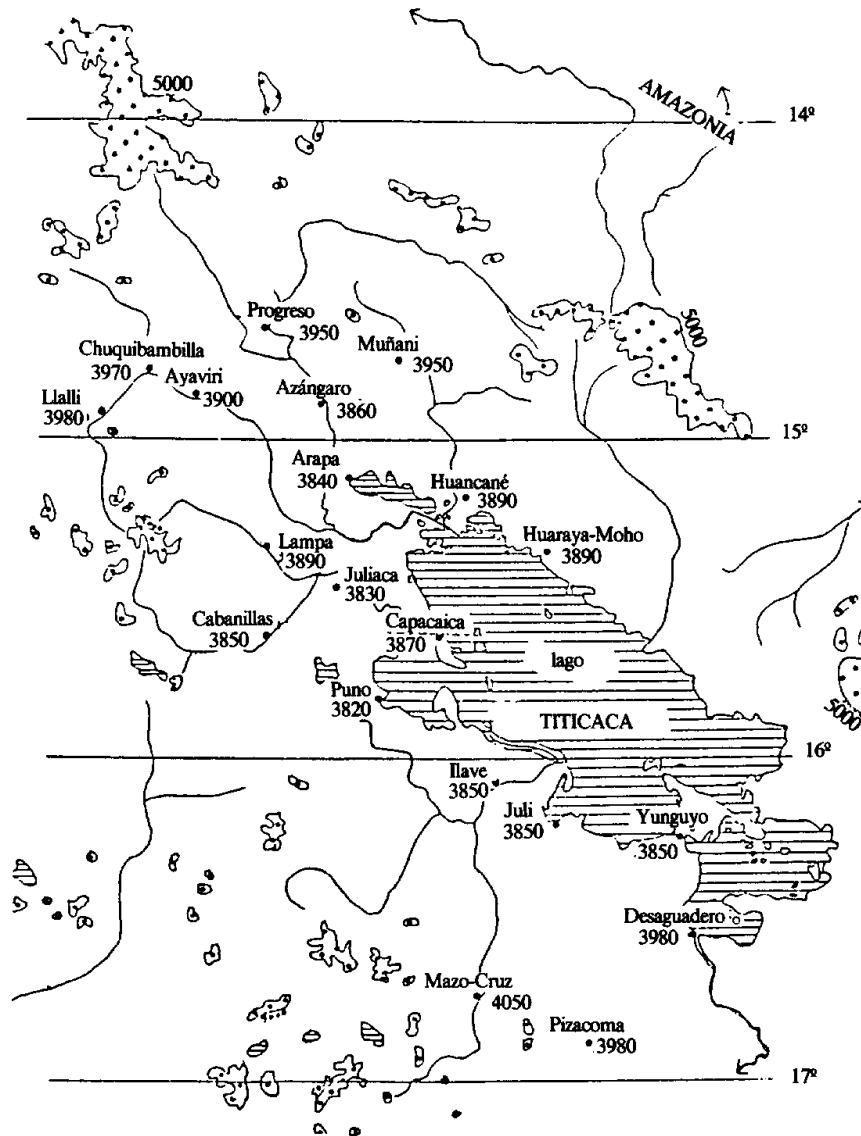


Figura 1

---

descenderán en una periodicidad superior a un año de cada cinco, si las frecuencias observadas en el pasado se repiten en el futuro (este es el sentido de la palabra “probabilidad” que emplearemos a continuación, con abuso de lenguaje). Los resultados se recogen en la tabla 1 donde, para mejor legibilidad, cada temperatura está representada por un solo carácter. De ello se infieren:

- la importancia de los riesgos de helada *en general*;
- las grandes diferencias entre localidades situadas a altitudes muy próximas: el factor determinante parece ser la *distancia del lago Titicaca* (figura 1), con excepciones que plantean una cuestión: PROGRESO está tan lejos del lago como AYAVIRI o CHUQUIBAMBILLA; AZANGARO lo está tanto como LAMPA y mucho más que JULIACA... En varias estaciones, el riesgo de helada nunca es nulo durante el año. Ahora bien, *hay cultivos* en estos lugares, y cuando el año es favorable las posibilidades son muy elevadas, como lo indican las 43 t/ha de patatas obtenidas en producción *comercial* (grandes parcelas) por el agrónomo peruano Maria TAPIA el año 1984-1985 en Ayaviri.

Si se toma, por ejemplo, un año de cada dos en lugar de uno de cada cinco (tabla 2), la frecuencia con que se acepta el retorno del riesgo, el nivel de éste (aquí, el rigor de helada) disminuye, al tiempo que aumenta la duración *aparente* del período sin heladas. Pero, como los datos se han procesado hasta ahora *por décadas*, independientemente las unas de las otras, la duración real del período exento de heladas debe calcularse directamente.

### 1.1.2. *Duración del período libre de heladas*

Para determinar el tiempo de que dispondrá un cultivo a fin de realizar su ciclo vegetativo, hay que estudiar el período exento de heladas. Por eso hemos determinado primero, *para cada año*, la duración (en décadas) del período más largo durante el cual la temperatura no desciende por debajo de

---

**TABLA 1**  
**Riesgo de heladas en cada década del año**  
 Temperaturas que sólo se rebajan 1 año de cada 5

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Arapa .....	4 4 4	4 4 3	2 2 1	2 1 1	1 0 0	+	+	+	+	0 0 1	2 2 3	4 4 4
Ayaviri .....	C C C	C B B	B B A	A A A	4 3 2	2 0 2	0 0 +	+	+	3 4 A	A B B	C C C
Azangaro .....	B B B	B A A	A 3 2	4 1 1	1 0 +	+	+	+	+	0 1 2	4 A A	B B B
Cabamilas .....	A A A	A A A	A 3 2	2 1 1	1 0 0	+	+	+	+	0 2 2	4 A A	A A A
Capachica .....	4 4 4	4 4 3	2 1 1	2 2 1	1 0 0	0	+	+	+	+ 0 1	2 2 3	4 4 4
Huquibambilla ..	C C C	C C C	B C B	B B B	B A A	4 3 0	0 0 0	1	1	A A A	B B B	C C C
Desaguadero ...	C C C	C B B	A A A	A 4 4	4 3 4	1 + 0	+	+	+	1 2 4	B B B	C C C
Huancane .....	B B B	B B A	A A 4	4 3 2	2 1 0	0	+	+	+	1 3 4	A A A	B B B
Huaraya-Moho ..	4 3 4	3 2 2	1 1 0	+	+	+	+	+	+	+ 0 1	1 1 2	2 3 3
Llave .....	B B B	B B B	A A A	4 3 4	4 0 +	+	+	+	+	1 4 4	4 A B	B B B
Juli .....	A A A	4 4 3	2 2 2	1 1 0	0 + +	+	+	+	+	+ 0 1	3 3 4	4 4 4
Juliaca .....	C C C	C C C	B B A	A A A	A A 3	2 1 0	+	+	+	4 4 A	B B B	C C C
Lampa .....	C B B	B B B	B B B	A A A	A A 4	3 1 1	0	+	+	4 A A	B B B	B B B
Llalli .....	C B C	C C C	B B B	B A C	A A C	3 2 1	0	1	3	4 A A	B B B	B C C
Mazo-Cruz .....	C C C	C C C	C C C	C C C	C C C	C A 4	4 3 2	3 2 2	3 3 A	B B C	C C C	C C C
Muñani .....	A A A	A A A	4 3 2	3 2 0	3 0 0	0	+	+	+	0 2 3	4 A A	A A A
Pizacoma .....	C C C	C C B	B B B	B B B	B A A	3 1 1	0	+	+	4 A B	B C C	C C C
Progreso .....	A A A	4 4 3	2 1 1	1 0 0	0 + +	+	+	+	+	0 0 1	2 3 4	4 A A
Puno .....	4 4 4	4 3 3	1 1 0	1 0 0	+	+	+	+	+	+ 0 1	1 2 3	4 4 4
Yunguyo .....	A A A	A A 4	4 3 3	3 2 2	1 1 1	+	+	+	+	+ 0 1	3 4 A	A A A

Leyenda: Temperaturas positivas : +  
 0,0 -0,9 : 0  
 -1,0 -1,9 : 1  
 -2,0 -2,9 : 1  
 -3,0 -3,9 : 3 por debajo de -12,0 : C  
 -4,0 -4,9 : 4  
 -5,0 -7,9 : A  
 -8,0 -11,9 : B

**TABLA 2**  
**Riesgo de heladas en cada década del año**  
**Temperaturas que sólo se rebajan 1 año de cada 2**

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Arapa .....	4 4 3	3 3 2	1 1 0	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	3 3 4
Ayaviri .....	C C C	B B B	A A A	4 4 3	3 2 1	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	2 2 2	B B C
Azangaro .....	B B B	A A A	3 3 2	1 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	4 4 4	A A A
Cabanillas .....	A A A	A A A	4 4 4	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	3 3 4	A A A
Capachica .....	4 3 3	3 3 2	1 0 0	0 0 0	B 3 3	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	1 2 3	4 4 4
Huquibambilla ..	C C C	C C B	B B B	A 4 4	3 2 2	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	B B B	C C C
Desaguadero ...	B B B	B B A	A 4 4	4 4 4	3 2 2	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	A A A	B B B
Huancane .....	B B B	A A A	4 3 3	2 1 1	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	3 3 3	A B B
Huaraya .....	3 3 3	2 1 1	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 0 1	2 3 3
Ilave .....	B B B	B A A	3 3 3	2 2 2	1 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	3 4 4	A A A
Jlave .....	4 4 4	4 3 2	1 1 1	1 1 1	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	1 1 3	4 4 4
Juli .....	C C B	C B B	A A A	4 4 4	3 1 1	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	3 3 3	B B B
Juliaca .....	B B B	B B B	A A A	A A A	4 3 3	2 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	A A B	B B B
Lampa .....	B B B	B B B	B B B	A A A	3 3 2	1 1 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	A A B	B B B
Llalli .....	B B B	B B B	B B B	A A A	3 3 2	1 1 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	C C C	C C C
Mazo-Cruz .....	C C C	C C C	C C C	C C C	B B B	4 3 1	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	3 4 4	A A A
Muñani .....	A A A	A A A	4 2 2	1 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	3 4 4	A A A
Pizacoma .....	C C B	B B B	B B A	A A A	3 2 1	2 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	B B B	C C C
Progreso .....	A A 4	4 3 2	1 1 0	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	1 2 3	4 4 4
Puno .....	4 4 3	3 3 2	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 1 2	2 4 4
Yunguyo .....	A A A	A A A	3 3 2	2 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	2 3 4	A A A

Leyenda: Temperaturas positivas : +  
 0,0 -0,9°C : 0  
 -1,0 -1,9°C : 1  
 -2,0 -2,9°C : 2  
 -3,0 -3,9°C : 3  
 -4,0 -4,9°C : 4  
 -5,0 -7,9°C : A  
 -8,0 -11,9°C : B  
 por debajo de -12,0 : C

---

ciertos umbrales; y después, para el conjunto de los años disponibles, las duraciones que corresponden a los riesgos de un año de cada dos, un año de cada cinco, y al riesgo cero; los resultados se exponen en la tabla 3, en la que se puede constatar que la clasificación de las estaciones no es estable cuando el nivel del riesgo cambia.

Ahora bien, este conocimiento de la mera DURACION de los períodos libres de heladas es insuficiente para el agricultor, que debe conocer sus FECHAS, a fin de «colocar» en el año el ciclo de los cultivos eligiendo las fechas de siembra: la incertidumbre sobre estas fechas implica para los agricultores el *escalonamiento de las siembras* para hacer frente a los diferentes casos posibles: véase apartado 3.1

Por eso, recurrimos a un tercer método:

### 1.1.3. *Evolución de las «probabilidades» de heladas al comienzo y al fin de la estación* (método inspirado en el de FRANQUIN, 1973)

Aquí fijamos de nuevo *umbrales de temperatura*, y determinamos la «probabilidad» (frecuencia) de que la temperatura desciende por debajo de este umbral:

— al comienzo de la estación (figura 2), entre cada década y una fecha límite fija, aquí el 31 de enero;

— al final de estación (figura 3), entre una fecha fija, aquí el 1 de enero, y cada década.

(La necesidad de la elección de una fecha límite fija obedece a que, para ciertas estaciones, el riesgo de hielo nunca es cero en el año).

En las figuras 2 y 3 se presentaban los resultados en forma gráfica, después de alisado de las curvas, para el umbral de 0° C. Las curvas para el umbral de -2° C se han publicado en otro lugar (Morlon, 1978)

---



TABLA 3

## Períodos libres de heladas

Duración, en décadas, de los períodos durante los cuales las temperaturas no descienden por debajo de un determinado umbral; las tres columnas representan los riesgos de un año de cada dos, uno de cada cinco y el riesgo cero. El año tiene 36 décadas.

Umbral	0°	-1°	-2°	-3°	-4°	-5°	-8°	-12°																
Arapa .....	16	13	8	19	17	12	22	20	16	27	24	20	31	28	20	35	31	20	36	36	36	36		
Ayaviri .....	4	3	0	8	6	0	11	6	0	15	8	5	18	14	5	19	15	13	25	24	19	31	30	25
Anzangaro .....	14	11	6	17	14	13	19	18	17	21	20	17	24	20	17	26	24	21	32	30	29	36	35	31
Cabanillas .....	16	13	8	17	14	12	20	17	13	22	20	14	26	24	20	26	26	25	36	34	29	36	36	36
Capachica .....	15	10	4	18	14	6	22	19	6	29	24	6	32	29	18	36	33	31	36	36	36	36	36	36
Chuqui .....	6	3	0	6	4	3	9	8	5	12	9	5	14	9	5	15	12	9	19	17	17	27	26	22
Desagua .....	9	7	6	12	9	6	14	12	7	15	14	9	18	15	11	21	17	13	27	21	19	34	31	30
Huancane .....	9	5	0	13	7	4	15	11	7	17	14	13	22	19	15	24	21	20	31	27	22	36	36	21
Huaraya .....	20	18	11	24	22	18	27	26	19	31	29	25	35	30	27	36	36	32	36	36	36	36	36	36
Ilave .....	12	7	6	15	13	6	16	13	7	17	14	13	22	17	15	26	20	15	30	27	24	36	36	34
Juli .....	17	14	12	20	15	13	23	22	16	27	26	24	30	28	24	32	30	28	36	36	34	36	36	36
Juliacca .....	6	4	0	8	6	5	11	8	5	12	10	6	15	13	6	17	14	13	24	21	20	31	28	27
Lampa .....	6	4	0	8	5	0	10	7	4	11	8	6	14	12	7	17	14	12	22	22	20	35	32	30
Llalli .....	3	0	0	6	6	0	8	7	5	11	7	7	15	14	7	18	16	12	24	21	16	35	31	28
Mazo-Cruz .....	0	0	0	3	0	0	4	0	0	6	3	0	8	6	4	9	6	5	11	8	6	14	14	13
Muñani .....	12	9	9	18	13	11	18	13	11	21	16	12	25	21	16	27	21	188	36	33	31	36	36	36
Pizacoma .....	5	3	0	7	5	4	8	6	6	10	8	6	13	9	7	14	11	10	20	17	11	29	27	26
Progreso .....	17	15	8	20	20	17	24	23	19	27	25	21	28	28	24	32	30	26	36	36	34	36	36	36
Puno .....	18	15	12	22	20	18	25	22	21	28	26	23	32	30	27	36	35	31	36	36	36	36	36	36
Yunguyo .....	14	10	6	17	13	7	20	18	7	23	20	10	26	21	10	27	27	20	36	32	29	36	36	35

Frecuencias de las heladas entre una fecha cualquiera y el 31 de enero (umbral 0° C)

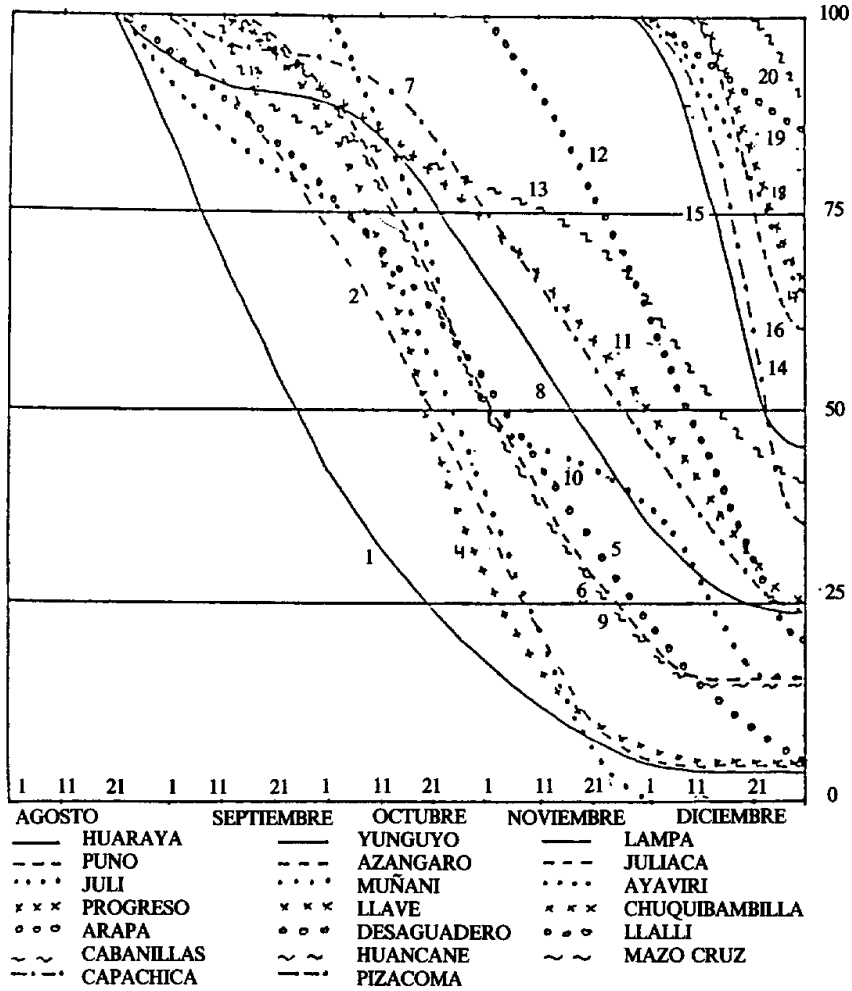


Figura 2

**1.1.4. El riesgo de sequía durante los períodos libres de heladas**

Aunque la sequía y las heladas están estrechamente ligadas (hiela porque el aire está seco y el cielo despejado), la

Frecuencias de las heladas entre el 1 de enero y una fecha cualquiera (umbral 0° C)

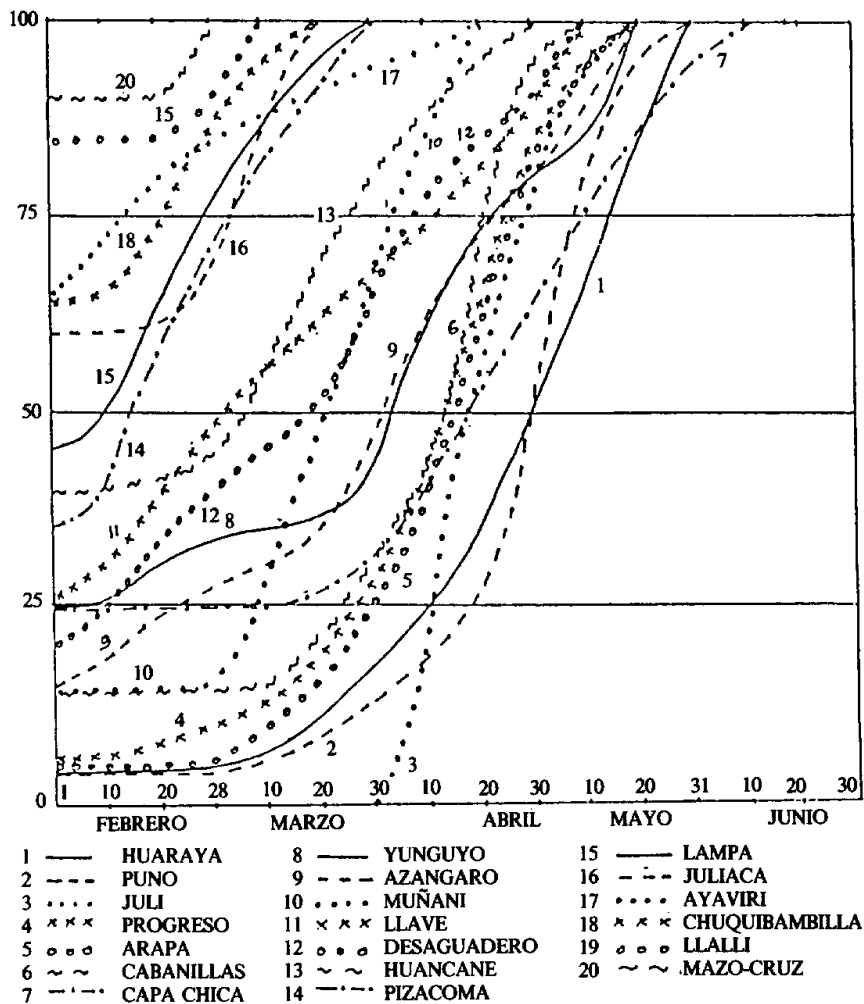


Figura 3

primera corresponde a una situación meteorológica general en la región («sinóptica»), mientras que el nivel de las segundas está modulado por microclimas locales, debido a la proximidad del lago Titicaca o a la topografía. La desaparición de las heladas en el curso de la estación no corresponde, pues, en

---

todas partes del mismo modo a la desaparición de la sequía, siendo los lugares más favorecidos desde el punto de vista de las heladas, aquellos en que los déficits hídricos son más importantes y prolongados; es lo que aparece en la tabla 4 (resultado de un trabajo anterior, Morlon, 1976; el tramo de tiempo es ahí el mes entero, y el «período exento de heladas» se define como los meses durante los cuales el mínimo más bajo es superior a  $-5^{\circ}$  C y la media de los mínimos es superior a los  $0^{\circ}$  C).

Los cuatro métodos que hemos presentado ilustran diferentes esquemas posibles para la *descripción* de los riesgos climáticos. Esta descripción puede bastar para comprender las estrategias campesinas de *supervivencia o de adaptación a los riesgos* (apartado 3); pero necesitamos conocer, asimismo, los *mecanismos intervinientes* para estudiar las *técnicas tradicionales de lucha contra el riesgo de hielo* (apartado 2).

## 1.2. Los mecanismos que intervienen en el riesgo de destrucción de las plantas por el hielo

### 1.2.1. *El balance de radiación*

Contrariamente a lo que suele afirmarse en la literatura climatológica sobre la región —incluidas las «obras de consulta»: Onern-Corpuno, 1965, p. 176; las heladas *durante la estación de los cultivos* en el altiplano del lago Titicaca no están causadas por «invasiones de aire polar», contra las cuales el único método eficaz de lucha sería la construcción de costosos invernaderos con techo de vidrio, sino exclusivamente por el *balance de radiación negativa y de noche, por el cielo sereno* (Muñoz y Sánchez, 1974). Eso está demostrado, entre otras razones, por la ausencia de heladas cuando el cielo está cubierto, y por la estrecha relación existente en el espacio y en el tiempo entre temperaturas mínimas (heladas) y tensión de vapor de agua en la atmósfera (Morlon, 1979, anexo 1). Esta

---

**TABLA 4**  
**Déficits hídricos durante los periodos exentos de heladas**

El riesgo considerado aquí es de un año sobre cinco, en el cual el «periodo exento de heladas» puede ser inferior al periodo no sombreado, y los déficits hídricos superiores a los indicados.

Estación	Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
								0	0	0			
							25	0	0	0			
							0	0	0	0			
						65	5	0	0	0			
					95	70	65	0	0	5	60		
								0	0	0	50		
				80	75	85	45	30	0	15	60	75	
								0	0	0	35	75	
				115	110	105	55	0	0	0	45	90	
											30	55	

Los números indicados son los déficits hídricos ETP-P (en mm); al inicio de la temporada seca (marzo a mayo) consideran una reserva útil de 50 mm (1.ª línea y 100 m (2.ª línea)).

relación explica las diferencias señaladas en el apartado 1.1.1. entre estaciones situadas a una misma distancia del lago Titicaca, pero de las cuales las unas están más próximas a la vertiente amazónica y las otras a la vertiente desértica del Pacífico. *Ahora bien, es posible reducir este tipo de riesgo, ya sea actuando directamente sobre el balance de radiación, ya sea influyendo sobre los gradientes de temperaturas, que son su consecuencia.*

### *El efecto de abrigo.*

El enfriamiento nocturno obedece a la pérdida de energía de la *superficie* del suelo por radiación hacia el espacio. Si una parte de esta radiación es absorbida por un cuerpo cualquiera que emite, a su vez, radiación hacia el suelo, el balance global es menos negativo y el enfriamiento es menor. Ese cuerpo puede ser agua en la atmósfera (nubes, niebla...) o cualquier otro objeto que *reduzca el ángulo en que la radiación se pierde definitivamente hacia el espacio*: montañas, casas, árboles (figura 4).

**Efecto de abrigo en un bocaje: reducción de las pérdidas nocturnas de energía por radiación**

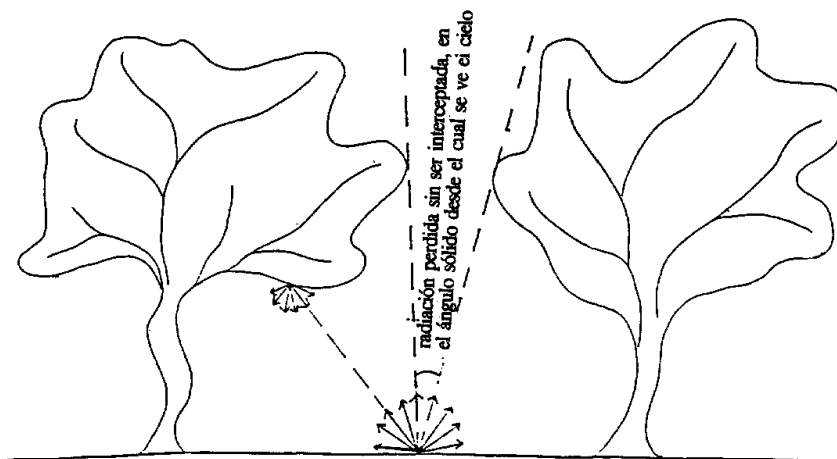


Figura 4

---

### *El flujo de calor del suelo*

La pérdida de energía de la superficie del suelo se contrapesa con los flujos de calor desde la profundidad del suelo, que proceden en parte de la radiación solar almacenada durante el día y, en parte, del calor interno del globo terrestre. La importancia de estos flujos está controlada por la conductividad térmica de las capas superficiales del suelo, dependiente, a su vez, de la *humedad* del suelo, de su grado de compactación o de aireación y de la cubierta vegetal.

#### *1.2.2. Los gradientes de temperaturas y el drenaje del aire frío*

El lugar de «producción» del hielo es la superficie del suelo (o de la vegetación), y es ella la que enfría el aire por contacto. Ahora bien, el aire frío es más denso y queda por eso en contacto con el suelo, a menos que se pueda evacuar (drenar) hacia lugares más bajos:

— *en una superficie horizontal, la temperatura es tanto más fría cuando más cerca se está del suelo y la superficie de éste es más aislante (paja —mulch— o hierba) (figura 5). Nosotros hemos ilustrado sus consecuencias en el riesgo de hielo para la estación de Puno (tabla 5 y figura 6), donde las diferencias entre varios índices actinotérmicos miden el gradiente de temperatura según la altura encima del suelo, mientras la diferencia entre temperatura bajo abrigo e índice actinotérmico a la misma altura se debe al “efecto de abrigo”.*

— Cuando hay relieve, las heladas son mucho más frecuentes e intensas en el llano que en las pendientes: es el fenómeno del «cinturón térmico», *una de las causas* de esa situación paradójica en la que los cultivos se localizan en las pendientes, mientras que los suelos ricos y profundos del llano se dejan como praderas. La otra causa es la siguiente: por las razones expuestas en 3, las grandes propiedades (latifundios) han elegido sistemas de producción a base de ganadería,

---

**Temperaturas mínimas a diferentes alturas sobre el suelo**  
 (salvo la temperatura bajo abrigo, se trata de índices actinotérmicos)  
 Las diferencias entre índices actinotérmicos a diferentes alturas refleja el gradiente  
 de temperaturas encima del suelo; la diferencia entre el índice actinotérmico a  
 150 cm y la temperatura bajo abrigo resulta del «efecto de abrigo».  
 PUNO, 1977-78

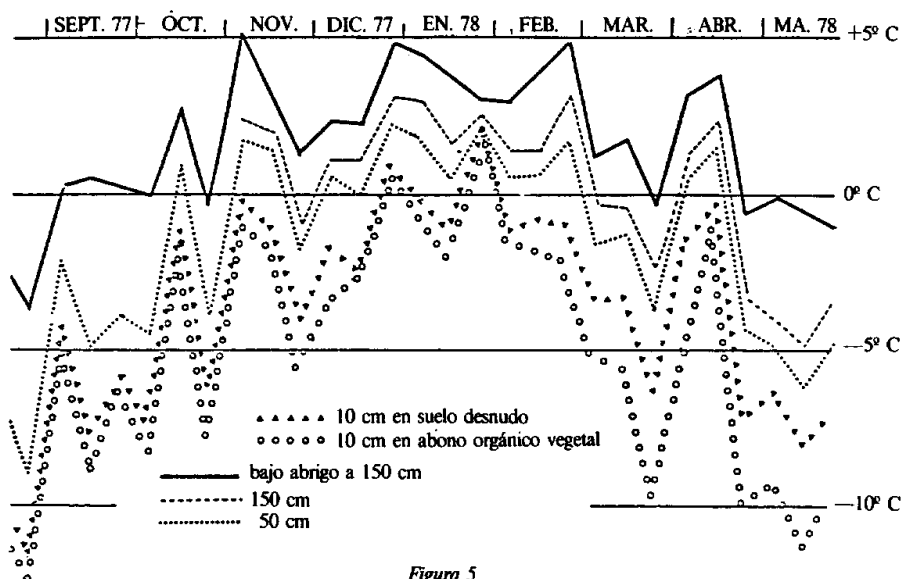


Figura 5

generalmente extensiva, y se han reservado los llanos, que contienen los terrenos más favorables para esta producción.

### 1.2.3. Efecto del hielo en las plantas

En una atmósfera muy seca (la tensión de vapor de agua varía entre 1,5 y 8 mb), la repetición de la alternancia entre las heladas nocturnas, que bombean el agua fuera de las células, y la intensa radiación solar diurna (32 MJ/m<sup>2</sup> día durante un día claro en estación de cultivos, con máximos de 1200 a 1300 W/m<sup>2</sup>), hace que el efecto principal del hielo en las plantas cultivadas sea la deshidratación, antes que la destrucción mecánica por efecto de los cristales de hielo (pequeños, porque la duración del hielo es reducida, y





Frecuencias de hielo a diferentes alturas sobre el suelo  
(PUNO, umbral  $-2^{\circ}\text{C}$ )

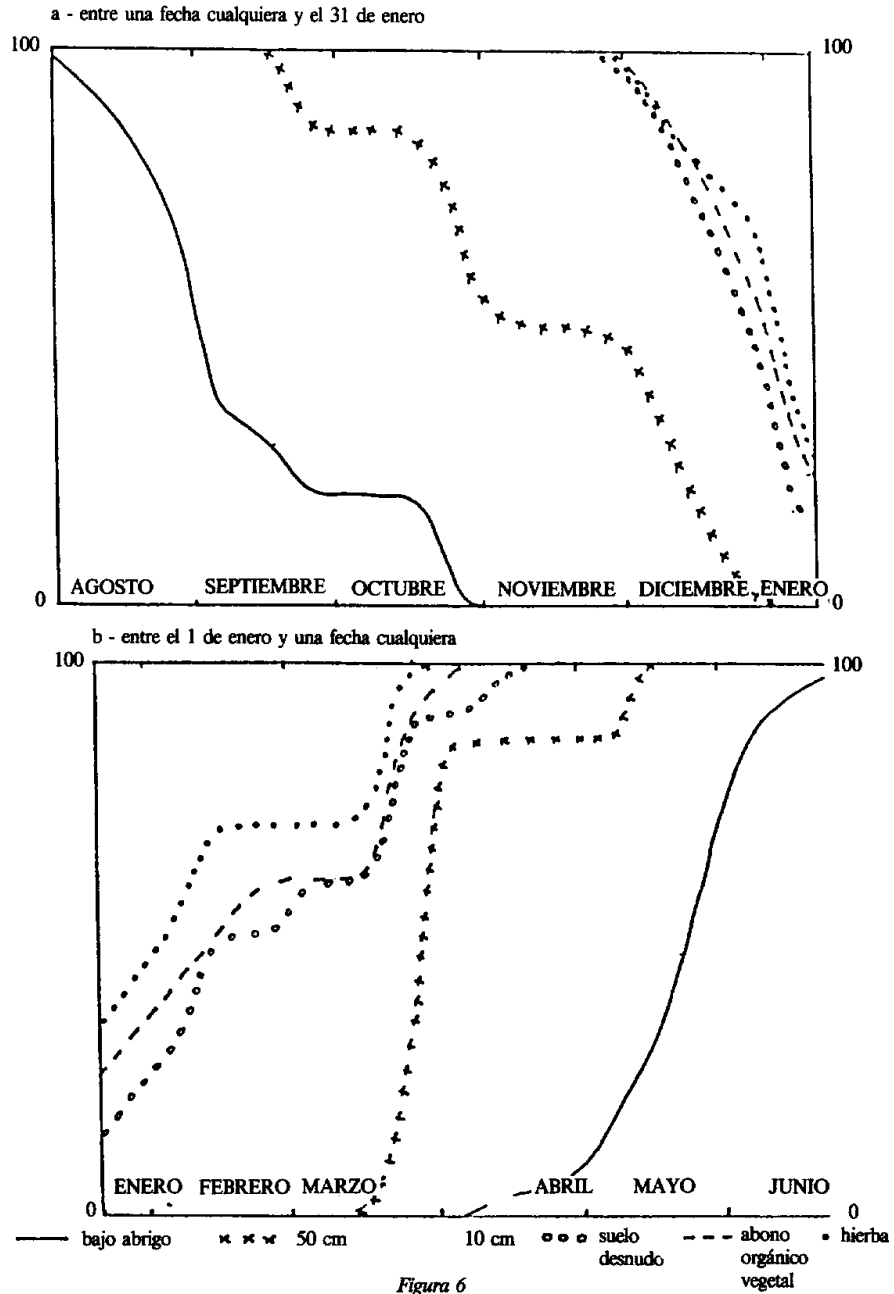


Figura 6

---

---

probablemente formados fuera de las células); *estas mismas condiciones las utilizan los campesinos para deshidratar los tubérculos* (fabricación del «chuño» a partir de las patatas). Ello explica los efectos beneficiosos, frecuentemente observados:

— *de la sombra durante la salida del sol*, que reduce la deshidratación: sombras de árboles, muros, construcciones... o bien laderas occidentales, en las que, en otro tiempo, los cultivos subían más alto que en las laderas orientales:

«La exposición al Oeste se considera preferible a la exposición al Este, porque la brusca variación térmica causada por la intensa radiación solar durante la mañana puede producir considerables daños en las plantas heladas» (Winterhalder y Thomas, 1978, 68);

— *de un sistema radicular sano y profundo*, que alcance capas de suelo húmedo, que permite a la planta recuperar el agua perdida. En cambio, las plantas cuyas raíces son demasiado superficiales, o han sido asfixiadas por el exceso de agua, mueren al primer hielo.

#### 1.2.4. *Conclusión*

Los mecanismos brevemente descritos son tales que el *hombre puede reducir los riesgos de daños en las plantas* acondicionando el medio ambiente o favoreciendo un arraigo profundo de los cultivos: hace siglos que los campesinos de los Andes lo hacen para asegurar sus cosechas. Pasaremos revista a las técnicas que emplean, ampliando el marco geográfico de nuestro estudio al conjunto de los Andes del sur de Perú.

## 2. **TECNICAS TRADICIONALES DE REDUCCION DE LOS RIESGOS NATURALES**

Presentaremos aquí algunos ejemplos de reducción *directa* del nivel de un factor natural (climático o biológico) o

---

de su acción destructiva en una determinada planta, ocupándonos tan sólo de las técnicas «tradicionales», con exclusión de aquellas que utilizan *inputs* industriales cuyo coste corre el riesgo de no poder ser reembolsado con la cosecha (véase capítulo 3).

## 2.1. Acondicionamiento del medio ambiente

Englobamos en este término las *modificaciones permanentes e independientes de las especies cultivadas*, que afectan en general a la *geometría* de la superficie del terreno y permiten influir en los flujos de energía y de agua o en los desplazamientos de animales, a fin de limitar los daños en los cultivos. No los presentaremos por tipos de riesgo, porque cada clase de acondicionamiento tiene efectos múltiples y hay que describirla como tal.

El lector interesado encontrará ilustraciones y explicaciones más detalladas en las publicaciones de Donkin (1979); Morlon (1979, 1981 a y b); Morlon y otros (1982); Smith y otros (1968 y 1981); Vergaray Lara (1949).

**2.1.1. Las infraestructuras de regadío**, desarrolladas sistemáticamente por las civilizaciones precolombinas, *se asocian casi siempre a los otros acondicionamientos que se describen más adelante.*

El propio regadío encaja más bien en la categoría de los métodos «activos» (véase más abajo). Recordaremos sólo que, si la teoría expuesta en el apartado 1.2 es exacta, el regadío permite también reducir los daños del hielo facilitando, a partir de la humedad de *capas profundas* del suelo, la «recuperación» de las plantas después de la deshidratación a la salida del sol. Y una de sus funciones más importantes puede ser, junto a la aportación de agua a los cultivos *in situ*, la posibilidad de laborar y sembrar en tiempo oportuno (véase Bourlaiaud y otros, 1986).

---

---

### 2.1.2. Árboles y muros: el bocaje o «campiña»

«Así se ha podido obtener (en el altiplano de Puno) buenas cosechas de nabos forrajeros “Aberdeen”, coles de Bruselas, coliflores de buenos tamaños, lechugas, cebollas y maíz de regular calidad, todo en terrenos abrigados, cercados y si es posible rodeados de árboles, por ejemplo “qollis” (*Buddleia spp.*), que prestan abrigo a las chácaras» (Romero, 1928, 417).

Combinando en general árboles y muros, se han constituido bocajes hasta nuestros días en toda la extensión altitudinal de los cultivos, desde el nivel del mar hasta más de 4.000 metros de altitud. Menos espectaculares *a primera vista* y por ello menos conocidos que los conjuntos de terrazas (a los que pueden asociarse), los bocajes modifican muy profundamente el microclima, al menos en lo que se refiere a los riesgos de sequía y de helada, reduciendo:

— de noche, las pérdidas radiativas de energía (figura 4), y esto tanto más cuanto menor sea el ángulo desde el que se ve el cielo: la disposición ideal de los árboles es, pues, una distribución regular en todo el terreno, y no sólo en setos alrededor de las parcelas. Se trata, a nuestro juicio, de un efecto de abrigo más que del almacenamiento diurno de calor por las piedras de los muros que los restituirían durante la noche: sabemos, en efecto (Choismel, 1986), que los obstáculos vistos desde un ángulo inferior a 15° por encima del horizonte no modifican las pérdidas de radiación, y los muros poseen, por tanto, un efecto muy localizado;

— de día, el *exceso* de radiación solar y sus consecuencias: déficit hídrico, tiempo durante el cual la fotosíntesis se reduce por el cierre de los estomas (Brochet y Gerbier 1975), y riesgos de destrucción de las plantas por deshidratación a consecuencia o no de una helada nocturna. Hablamos de exceso porque, en el altiplano, la radiación solar, que es *casi todos los días del año* superior a 20 MJ/m<sup>2</sup>/día, no es probablemente casi nunca limitante por defecto: contraria-

---

mente a nuestras regiones, y salvo casos extremos (población densa de cipreses), *no hemos observado nunca efecto depresivo de la sombra misma* (puede haber, en cambio, y según las condiciones, competencia, al nivel de las raíces, por la alimentación hídrica y mineral).

No disponemos actualmente de mediciones climáticas que permitan comparar, por ejemplo, la intensidad de las heladas dentro y fuera de un bocaje, sino sólo observaciones cualitativas, muy convincentes, sobre la vegetación.

El bocaje protege asimismo contra las llegadas laterales de aire seco, y los muros protegen contra los daños de animales domésticos o salvajes. Estos muros, que se pueden encontrar solos o asociados a los árboles, están siempre calados a manera de encaje (construidos por apilación de piedras colocadas en equilibrio las unas sobre las otras), *por encima de un límite altitudinal que corresponde muy bien al de las heladas en estación de cultivos*; estos muros calados y, por tanto, permeables, dejan fluir hacia abajo el aire frío en lugar de retenerlo en «lagos», como lo harían los muros macizos que se encuentran en las altitudes más bajas.

### 2.1.3. Terrazas

Los ordenamientos de las laderas en terrazas, realizada en los Andes Centrales (Perú, Bolivia) por diferentes civilizaciones procolombinas, parecen ser los mejores logrados de todo el continente americano (Donkin, 1979). El perfil de suelo, cuando es totalmente artificial (véase Ramos, 1984; Morlon, 1984), permite a la vez:

— evacuar, con la menor erosión posible, toda el agua *excedente*, por drenaje a través de las piedras, gravas y arenas colocadas en el fondo;

— tener una reserva útil de agua elevada, merced a la profundidad del suelo y a la elección de las texturas de las diferentes capas y de su sucesión.

---

---

Además, el terrazado es una condición prácticamente indispensable para regar las pendientes sin erosión.

Se han barajado varias hipótesis sobre la posible función de las terrazas en la reducción de las heladas o de sus efectos, en comparación con una pendiente sin terrazas:

— modificación de los flujos nocturnos de aire frío, con mezclas entre capas de diferentes temperaturas;

— reducción de las pérdidas por radiación gracias a los muros de sostenimiento, y a las hileras de arbustos cuya plantación era probablemente general en el borde de la terraza en las grandes alturas;

— gracias a la reserva de agua útil mayor, mejor recuperación de las plantas de la deshidratación causada por el hielo.

Sólo disponemos, también aquí, de observaciones cualitativas: «Así se puede admirar en todo el altiplano la existencia de los andenes tajados en los cerros, donde las siembras fructifican al abrigo de las peñas o de la inclinación de las vertientes» (Romero, 1928, 405). Las únicas observaciones meteorológicas realizadas, que sepamos (Grace, 1985), no comparan laderas con terrazas y sin ellas, sino diferentes posiciones y orientaciones en dos laderas con terrazas.

#### 2.1.4. *Camellones*

Restos de camellones precolombinos, los más antiguos con tres mil años de antigüedad (Erickson, 1985), cubren más de 80.000 has. en el altiplano del lago Titicaca. Sólo algunos de ellos se cultivaban hasta que se emprendieron los trabajos de rehabilitación a partir de 1981 (Erickson y otros, 1985): Garaycochea, 1985).

En un artículo magistral, Smith y otros (1968) revelaron hace veinte años la existencia de estos restos, hasta entonces inadvertidos, y plantearon lo esencial de las cuestiones

---

relativas a su función y utilización, así como a su época de construcción y de abandono: situados alrededor del lago Titicaca o de otros lagos más pequeños, en una llanura aluvial donde en la estación de las lluvias el nivel de la capa freática sube, según los lugares y los años, muy cerca e incluso por encima de la superficie del suelo, su papel primero era, sin duda, permitir el cultivo por encima del nivel alcanzable por el agua; antes de la introducción por los españoles de la cebada y la avena, las especies cultivadas en esta latitud eran todas (salvo una medianamente tolerante, la cañihua, *Chenopodium pallidicaule*) muy sensibles al exceso de agua: tubérculos como la patata, la quinua (*Chenopodium quinoa*) y, en los lugares menos expuesto al frío, el chocho.

Diferentes disposiciones de los grupos de camellones hacen suponer otras funciones: evacuación del agua en ciertos casos, pero sobre todo *retención en los canales* de agua que permitiría, entre otras cosas:

— la alimentación hídrica de los cultivos durante episodios secos y la reducción de evapotranspiración potencial al nivel de las plantas cultivadas gracias a la evaporación del agua de los canales;

— un efecto termorregulador (a nuestro juicio, muy discutible, debido a la intensa evaporación): el agua, al absorber el calor durante el día y restituirlo durante la noche, ocasionaría una *reducción del riesgo de heladas*.

Esta reducción, cuya existencia parece ser confirmada por las mediciones micrometeorológicas y las comparaciones entre parcelas cultivadas (Ramos, 1986; Grace, 1985), puede explicarse por otros mecanismos:

— drenaje del aire frío o, *más exactamente, ubicación de las plantas cultivadas a una altura en la que el aire es menos frío*;

— quizá, mezcla de las capas de aire de diferentes temperaturas cuando hay viento;

---



---

— menor pérdida de radiación en los canales (viéndose el cielo desde un ángulo menor);

— y también mejor recuperación de los cultivos después de una deshidratación por el hielo, en contraste con la «pampa» no acondicionada, donde las plantas que han sufrido exceso de agua son las primeras en morir a las primeras heladas.

## **2.2. Características morfológicas o espaciales de las plantas o del conjunto de la vegetación**

La selección de ciertos tipos morfológicos y su posición relativa en los cultivos asociados permiten reducir los riesgos de destrucción de los *órganos vegetales consumidos por el hombre*.

### *2.2.1. Riesgos climáticos*

Las diferencias de temperaturas mínimas, a veces importantes (fig. 5 y 6, tabla 5), entre suelo desnudo y suelo cubierto con paja o hierba, inducen a preguntarse si no habría que cambiar la afirmación clásica «a causa de las heladas, sólo se puede practicar la ganadería» (sobrentendiéndose: extensiva, como lo hace el latifundio) por esta otra: «es porque el terreno está cubierto de praderas, que las heladas son (más) fuertes».

Durante las heladas por radiación, muy breves, las temperaturas negativas no penetran en el suelo: tal es sin duda una de las razones de la importancia de los tubérculos en la agricultura de gran altitud; en efecto, a partir del comienzo de la tuberización, hay seguridad de recoger algo, en caso de helada o de granizada.

Al comienzo de la vegetación, las plantitas de patatas procedentes de semillas de grandes dimensiones resisten mejor las heladas (¿reserva de agua en el tubérculo? ¿Sistema radicular desarrollado con más rapidez?).

---

---

Hemos encontrado campesinos que preferían seguir cultivando, en terreno limoso compactable y duro, parcelas agotadas y con tasa de materia orgánica muy baja, antes que voltear a las praderas permanentes próximas, de suelo mucho más rico, a causa de los riesgos de hielo muy superiores (en una situación topográfica idéntica). En efecto, la roturación de praderas invadidas de grandes matas de gramíneas silíceas (de los géneros *Stipa* y *Festuca*) da un suelo «hueco» y aislante que impide los flujos de calor desde la profundidad. Es para evitar este problema que otros campesinos, más numerosos, prefieren quemar el pasto antes de voltearlo.

Una adaptación del tipo de labor a la incertidumbre del clima aparece descrita en Lescano (1979) «... Se reúnen los más viejos y conocedores agrícolas (...) para decidir la forma de realizar esta labor fundamental para una buena producción (...), en función a los “pronósticos del clima”: para años lluviosos, la “chaapa”, es decir que se realizan los surcos en línea y elevados en el sentido de la mayor pendiente (fig. 7); cuando el año será seco, la “lluja” sin formar surcos, al igual que un tractor; en cuyo caso, la mujer del equipo va volteando los terrones a un solo lado (se trata de la labor a la “chaquitacla”, véase Bourliaud y otros, 1986). En cerro o ladera: en un año seco, el surcado es oblicuo “secquen” para retener más la escasa agua de lluvia; en un año lluvioso, surcos “checcan” en el sentido de la pendiente. *Cuando el pronóstico es incierto, surcos “kinray” oblicuos en los dos sentidos, con un canal en el centro en el sentido de la pendiente, el cual se puede cerrar o abrir.* En la “pampa”, para año seco existe la modalidad llamada “simppa” que consiste en intercalar los surcos a manera de atajos para aprovechar mejor el agua de lluvia».

En el caso de *parcelas pequeñas, de cubiertas vegetales poco densas* (frecuentes a causa de la baja fertilidad del suelo) o de *cultivos asociados*, la existencia de un gradiente muy fuerte de temperatura desde la superficie del suelo tiene una consecuencia inmediata: un órgano vegetal, en condiciones iguales, tanto menos riesgos de ser destruidos por el hielo

---

Tipos de labores (camellones) siguiendo la topografía y el pronóstico climático  
(LESCANO, 1978)

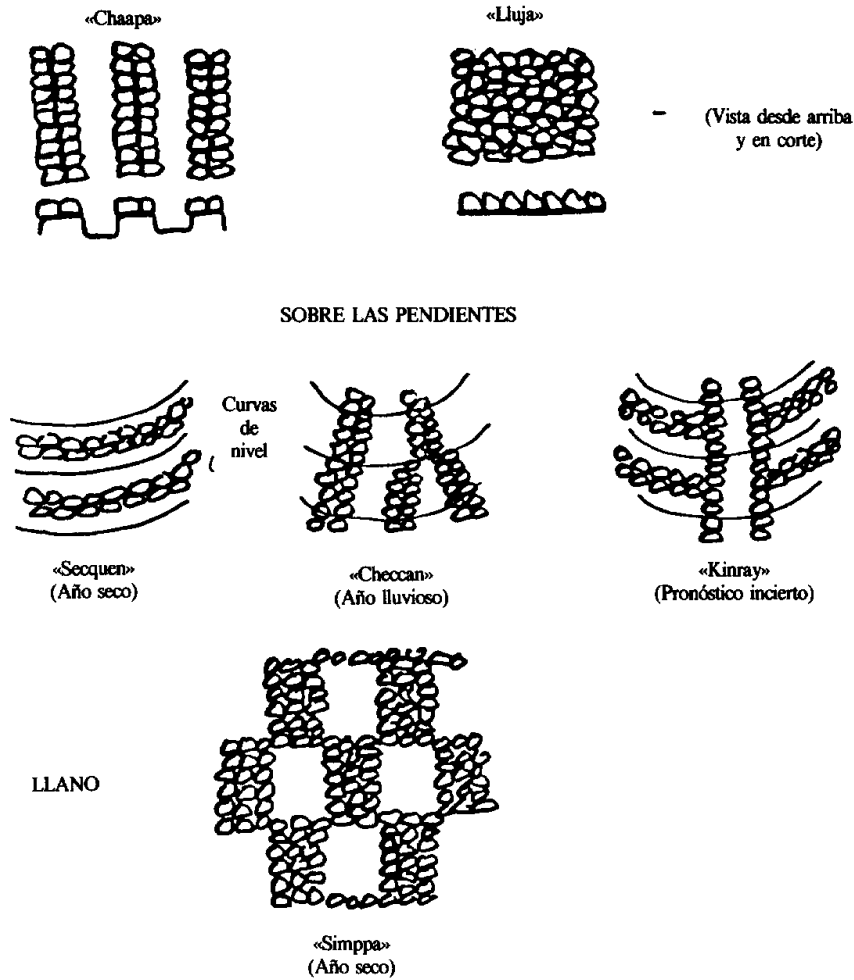


Figura 7

cuanto más alto esté situado en ese gradiente. Esta relación, que hemos verificado estadísticamente en varios experimentos de cebada (Morlon, 1979), demuestra el interés de las *variedades altas* (contrariamente a las que se quieren lograr hoy en nuestras regiones) en todas las especies de las que se

---

consumen los granos: cereales y pseudocereales o leguminosas, *teniendo en cuenta, sobre todo, que si las espigas o la inflorescencia son destruidas por el hielo, una variedad alta deja mucho más forraje para los animales* (véase III). En cambio, en el caso de una cubierta vegetal homogénea y densa, el nivel más frío es la parte superior de esta cubierta... y el riesgo de daños de heladas es más elevado.

Los *cultivos asociados* tienen por efecto, entre otros, multiplicar las superficies de intercambio; por tanto, reducir la demanda evaporativa de aire para cada especie (Brochet y Gerbier, 1975). Se puede relacionar con esto el hecho de que los campesinos dejen proliferar las «malas» hierbas al comienzo de la estación, para recolectarlas como forraje cuando comienza la competencia con las especies cultivadas (Morlon, 1981 b). Por otra parte, las especies altas protegen a las especies bajas, reduciendo las pérdidas por radiación para estas últimas: «En el Norte del Perú y otras localidades es común plantar quinua como borde rodeando trigo, patatas y otros cultivos, *según los indígenas*, a los que «protege de la acción de las heladas» (León, 1964, 78). «La mayor parte de los agricultores asocian el maíz hasta con tres cultivos. Al tratar de encontrar una explicación de tal o cual asociación, dan razones que van desde la persistencia de la tradición hasta la *protección contra el viento y las heladas*» (Franco y Benjamin, 1978). Pero también aquí carecemos de mediciones micrometeorológicas en las condiciones de gran altitud.

La *resistencia a la granizada* está muy ligada a características morfológicas:

— espigas de cereales abundantemente provistas de barbas, o encorvadas hacia abajo: en el primer caso, el impacto de los granizos queda amortiguado, y en el segundo no puede arrancar los granos;

— ángulo agudo de inserción de las hojas en el tallo de quinua (*Chenopodium quinoa*) (M. Tapia, comunicación personal).

---

### 2.2.2. Riesgos fitosanitarios y divagaciones de animales

Los campesinos utilizan diferentes asociaciones con especies tóxicas o no palatables, entre las cuales dos suministran alimentos: la mashua (*Tropaelum tuberosum*) y el chocho (*Lupinus mutabilis*) (Camino, 1978; Zanábria y Cáceda, 1986).

Suelen plantar algunas hileras de chocho, no consumido por los mamíferos, alrededor de las parcelas, sirviendo así de protección contra los daños de animales.

Si los campesinos cultivan variedades «amargas» de quinua (*Chenopodium quinoa*), no es quizá por no haber podido seleccionar variedades «dulces» exentas de saponinas, como las que produce la investigación agronómica moderna. En efecto, los *estragos de las aves* son considerables en las variedades dulces... induciendo a ciertos técnicos a preconizar la supresión de los árboles donde anidan esas aves. «Cabe estimar, pues, que el problema se abordó a la inversa, considerando el amargor sólo como un inconveniente (eliminable, sin embargo, por otros medios: lavado o limpieza antes del consumo), sin tener en cuenta el interés que presenta para asegurar la cosecha: se comprende entonces que los campesinos andinos no hayan seleccionado una variedad dulce (accesoriamente, se podría verificar también si las saponinas no están ligadas a resistencias al hielo o a la sequía). Falta por encontrar ahora:

— por una parte, técnicas poco costosas para la limpieza de los granos;

— por otra parte, la solución genética de una deficiencia mucho más grave: la ausencia de durmancia del grano maduro, que causa la germinación precoz a la menor lluvia». (Morlon, 1983).

### 2.3. Métodos activos de lucha

Algunos campesinos utilizan aquí o allá, en los Andes de Perú, métodos de lucha contra las heladas, tales como:

---

— riego por aspersión de agua combinada con urea (región de Cajamarca);

— en el momento más frío, antes de la salida del sol, danzar en los campos agitando «ponchos» y «mantas» (E. Aquize, com. pers.): el efecto sería mezclar las capas de aire de diferentes temperaturas y de esta manera reducir el nivel de las heladas en la proximidad del suelo;

— humareda, siendo el problema actualmente la disponibilidad de combustible. Garcilaso de la Vega (el Inca Garcilaso), hijo de un conquistador español y de una princesa inca, describe así su utilización en Cuzco a mediados del siglo XVI: «Porque en aquel valle del Cuzco y en el de Sacsahuana y otros comarcas, y en cualesquiera otros que sean del temple de aquéllos, es muy riguroso el hielo (...), y es de saber que en aquellos valles hiela todo el año, así de verano como de invierno, como anochezca raso (...). Viendo los indios, a prima noche el cielo raso, sin nubes, temiendo el hielo, pegaban fuego a los muladares para que hiciesen humo, y cada un en particular procuraba hacer humo en su corral; *porque decían que con el humo se excusaba el hielo, porque servía de cobija, como las nubes*, para que no helase. Yo vi esto que digo en el Cuzco; si lo hacen hoy no lo sé, ni supe si era verdad o no que el humo excusase el hielo que, como, *muchacho, no me curaba saber tan por extenso las cosas que veía hacer a los indios*» (Garcilaso, 1976/1609, VII, t. 5. II, p. 95) (El subrayado es nuestro). Se observa la desviación resultante de cuatro siglos de cristianización comparando con lo que descubre Mishkin (1946) sobre la base de observaciones hechas en la misma región de Cuzco:

«Los rituales cristianos (*sic!*) desempeñan un papel importante en la protección de las cosechas contra las enfermedades y los rigores del clima. Se combate la granizada quemando incienso y rociándolo con agua bendita. Contra “el hielo” se encienden fogatas en los campos. Pero hay que hacer notar que muchos indios consideran estas fogatas como un medio para luchar directamente contra “el hielo” personificado, y no para proteger las plantas aumentando la temperatura en su proximidad. Por esta

---

---

razón las fogatas agravan frecuentemente “el hielo” (...) “el hielo”, enfurecido por la resistencia deliberada de los indios, se ensaña para destruirlo todo en los campos».

## 2.4. Conclusión

Este examen rápido ha permitido poner de manifiesto que, aunque no conceptualicen siempre los mecanismos físicos del mismo modo que nosotros (en lenguaje corriente, las heladas «caen del cielo»), los campesinos andinos han encontrado prácticamente todas las consecuencias en materia de lucha contra los riesgos climáticos.

Pero no todas estas técnicas se utilizan hoy de modo sistemático, debido a dificultades de abastecimiento de agua de regadío (o de combustible para producir humo) o, sobre todo en el caso de los *acondicionamientos*, debido a dos tipos de *inseguridad o de riesgos* que no tienen nada de natural:

— *inseguridad sobre la propiedad de la tierra*: riesgos de expoliación o de acaparamiento de los terrenos una vez acondicionados;

— *inseguridad en cuanto a la comercialización de los productos*: inversiones tan importantes en trabajo sólo se justifican en la sociedad actual *si se obtiene un suplemento de ingreso* y no sólo una mayor seguridad en el autoconsumo.

He aquí dos ejemplos muy significativos: en la provincia de Chumbivilcas, los campesinos plantaron muchos árboles alrededor de las parcelas después de la Reforma Agraria y de la entrega de los títulos de propiedad en los años 70, y esto tanto para marcar un territorio como para los otros efectos de la arborización; en el altiplano de Puno, las rehabilitaciones o reconstrucciones de terrazas y camellones experimentan un auge considerable desde los cambios de ambiente y de perspectiva consecutivos al cambio de gobierno producido en 1985.

---

---

Volveremos sobre este tema en la tercera parte del presente estudio.

### 3. SOBREVIVIR A LOS RIESGOS (1)

Sobrevivir a los riesgos es, ante todo, *dispersarlos*, de todos los modos y a todas las escalas posibles, desde la parcela hasta el conjunto de las actividades económicas de una familia. Pero es también *limitar la pérdida neta*; es decir, cuando no ha sido posible luchar eficazmente contra las *causas* (véase 2), reducir la inversión que puede perderse, lo que se traduce en los sistemas de producción en el equilibrio entre producciones autoconsumidas y vendidas; y aquí no se trata sólo de los riesgos naturales.

Guardar parte de las cosechas de los años buenos para los malos es algo obvio. Pero en una región donde los tubérculos constituyen la mayor parte de las producciones, ello ha exigido la creación de técnicas particulares de conservación mediante deshidratación, *que utilizan precisamente la alternancia entre hielo nocturno y radiación solar intensa, es decir, las mismas condiciones que son destructivas para los cultivos in situ*. Se obtienen así:

- con las patatas, el chuño (deshidratación simple) y la «moraya» o «tunta» (deshidratación más lavado agua corriente, que elimina los productos solubles fermentables);
- con la oca (*Oxalis tuberosa*), la «qaya».

Pero los productos obtenidos no pueden servir ya, evidentemente, como *semillas*: así, una mala cosecha de patatas se traduce al año siguiente en una menor superficie sembrada (y a la inversa); los efectos en las rotaciones de cultivos pueden propagarse durante varios años, amortiguándose como las ondas.

---

(1) Muchas observaciones de este capítulo provienen de un seguimiento efectuado desde 1978 con cinco familias del Altiplano (véase Montoya y otros, 1986).

---



---

### 3.1. La dispersión de los riesgos en el espacio: las parcelas de cultivo

3.1.1. *En cada parcela* se asocian varias especies, y para cada especie se mezclan tipos genéticos diferentes, tanto por las utilidades culinarias como por las resistencias a los factores de riesgo: en caso de destrucción de una especie o de un tipo genético, otros sobreviven y, sobre todo, si los daños son precoces la reducción de la competencia, compensa en parte la pérdida de cosecha.

Pero la preocupación por la dispersión de los riesgos influye también en las modalidades de trabajos como la siembra; la serie de operaciones que hemos observado cerca del lago Titicaca son:

- la abertura de un surco con el arado (5 cm para las quenopodiáceas y 10 cm para los cereales);
- la dispersión de los granos tanto en el fondo de los surcos como en los flancos;
- el recubrimiento cuando el arado abre el surco siguiente.

De ese modo, los granos colocados en los flancos del surco asegurarán la producción en caso de lluvias abundantes o precoces, y en caso contrario, los enterrados más profundamente en el fondo del surco.

3.1.2. *Entre parcelas diferentes*, los riesgos se dispersan eligiendo fechas de siembra escalonada; el problema consiste en obtener el desarrollo completo del ciclo vegetativo entre los sucesos letales (sequía-helada), y a la vez colocar las etapas más sensibles de cada especie en los períodos de menor riesgo: «(...) porque el maíz en este reino se ha de sembrar y comenzar desde el mes de julio, de Santiago Mayor Apóstol entra el primer maíz, y se ha de acabar hasta la natividad de sembrarse (...)» (Guaman Poma, 1936/1613-1620, 1152). O también esta regla recogida por Ponseca (1972, 56) en Chaupiwara, en el departamento de Pasco: «Más

---

---

altukaptin despacio pokon, kepata murushka kajpa ushan, punta murushka tinkun, altunachu mas sakilami, punta tammiawan tinkun», lo que se puede explicitar así: «Cuando más alto esté, más lentamente madura. Lo que se siembra tarde puede helarse; lo que se siembra pronto, madura (“prende”). Más arriba las tierras son más secas (no regadas), y sembrando pronto se aprovechan todas las lluvias».

Pero el problema a veces se complica, particularmente en lo que respecta a los riesgos fitosanitarios, como observan Franco y Benjamin (1978) a propósito de «la gran dispersión de las fechas de siembra de maíz en el Callejón de Huaylas. En el “dominio de recomendación” (zona homogénea) n.º 1 se empieza a sembrar en el mes de junio; son los productores de “choclo”, principalmente (...) (maíz dulce, consumido fresco)... y los que adelantan sus fechas de siembra, incentivados por mejores precios, del choclo en los meses de diciembre-enero y buscando reducir el daño por enfermedades (del maíz, posteriormente en la estación de las lluvias). Pero en general, todos los agricultores que disponen de riego tienden a adelantar las fechas de siembra tratando de burlar el ataque de enfermedades. Pero parecería que esta práctica produce efectos contradictorios, puesto que las primeras siembras se realizan cuando las cosechas todavía no han finalizado (en las parcelas próximas), constituyéndose así en uno de los factores que agravan los problemas fitosanitarios de esta región (a causa de la transmisión de las enfermedades de una parcela a otra)».

Pero es la dispersión de los riesgos entre parcelas situadas en ambientes pedoclimático diferentes lo que se ha descrito más a menudo en los Andes bajo el nombre de «verticalidad» o «utilización de un máximo de pisos ecológicos» (Murra). No nos extenderemos, pues, sobre esta estrategia bien conocida, y señalaremos sólo algunos puntos que nos parecen importantes:

a) Los *campesinos* optan siempre por un *compromiso* entre:

---

---

— la dispersión espacial de los riesgos, que implica en cada parcela un máximo de especies y variedades con un comportamiento diferente ante los riesgos climáticos y fitosanitarios:

«A causa de la lluvia y las heladas, sembramos todos los cultivos en diferentes lugares para asegurar alguna cosecha, porque si cae una helada en la pampa (la llanura), donde lo destruye todo, tendremos cuando menos productos en otras parcelas. Por eso, sembramos en una gran parcela patatas, oca (*Oxalis tuberosa*), quinua (*Chenopodium quinua*) y habas. Este año no ha habido heladas y hemos cosechado todas las especies; sólo la patata fracasó por el exceso de lluvia (G. L., campesino del Altiplano).

«Sabemos que en todos los pisos ecológicos el maíz es un cultivo con riesgo: riesgo de enfermedades por debajo de los 2.900 m, riesgo de heladas por encima de los 3.000 m, riesgo de sequía. Intercalando cultivos que no tienen la misma susceptibilidad, se reduce el riesgo de pérdida total de la cosecha: se observan parcelas en las que el maíz fue totalmente destruido por un ataque de hongos, pero el agricultor pudo conseguir una pequeña cosecha de frijol, alubias, quinua y calabazas (Tardieu).

— La adecuación de cada especie a cada situación pedoclimática: pampas de suelos profundos y ricos, pero donde pueden acumularse agua y aire frío, o «cinturones térmicos» en las laderas de suelos más pobres:

«La mejor tierra depende del año; cuando el año es muy lluvioso, como suele ocurrir, la tierra “ashalaca” es la mejor para nosotros, porque necesita de mucha agua, y aunque llueva día y noche no hace daño. En cambio, en la tierra arenosa, “shalla” todo se echa a perder en una semana. La grava “kalachi kolla” es similar a la “ashalaca”, porque resiste cuando llueve, el agua penetra y va al fondo. En cambio, cuando no hay lluvia, la tierra arenosa resiste mejor porque necesita poca agua para dar una cosecha; es una tierra muy

---

---

buena, sobre todo para las patatas por la facilidad con que absorbe la humedad. Depende del año que venga. En las tierras pobres, sólo da bien el centeno; la cebada queda pequeña...» (G. L., campesino del Altiplano).

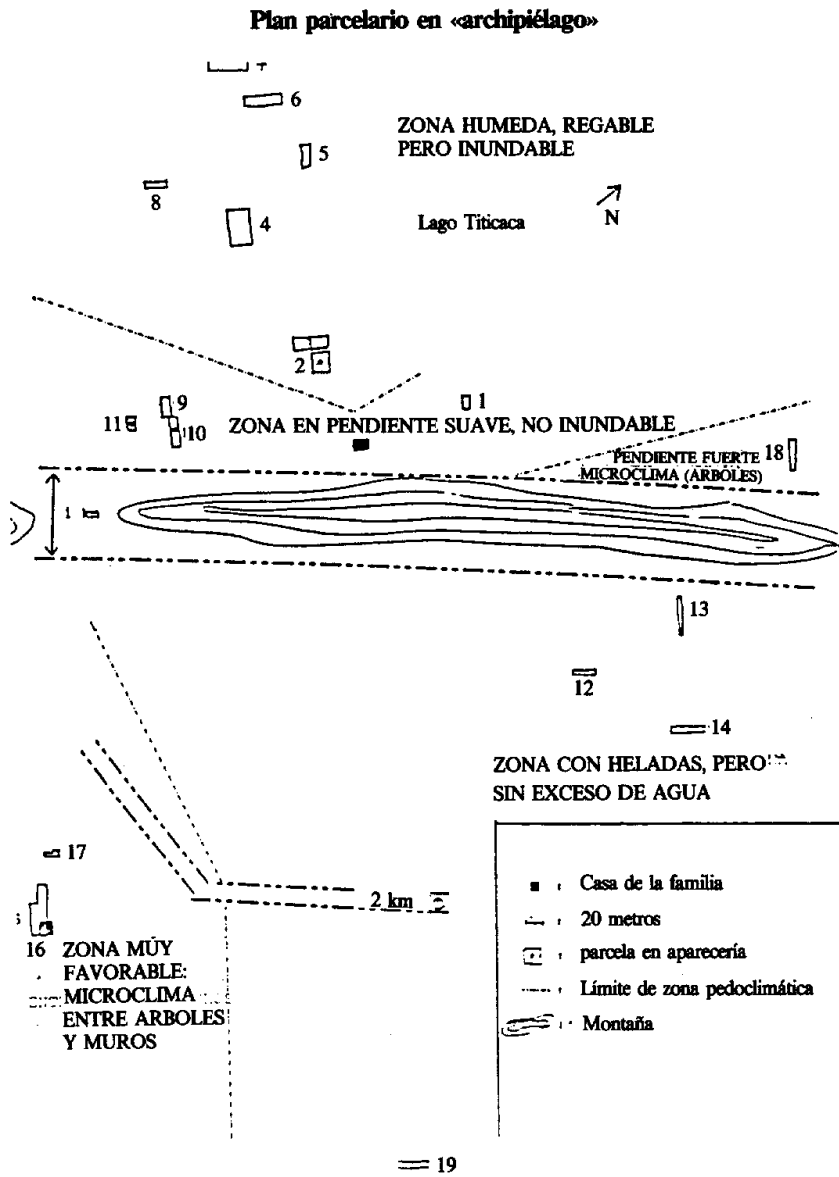
— La ubicación de los cultivos en función de los *transportes* a efectuar, que es a veces contradictoria con la precedente. Así, se cultivan a menudo los guisantes en las parcelas más alejadas, por ser el producto más fácil y más rápido de transportar en la cosecha; eso reduce el riesgo de *robo de las cosechas*, cuya sorprendente importancia respecto a otras regiones del mundo se explica por la destrucción de la sociedad tras la conquista española (Wachtel, 1971).

b) El gran número de parcelas explotadas por cada familia —un promedio de 25 y a veces mucho más (Verliat, 1978, pp. 47-49; Morlon y otros, 1986 a; Brunshwig, 1986; Tapia, 1986, p. 89) aparece aquí, *no como una consecuencia indeseada de las divisiones por herencias, sino como una condición de esta dispersión*: cuando la disposición de las parcelas está en «archipiélago» (fig. 8a), cada parcela se divide entre todos los herederos; en cambio, cuando está en faja vertical a lo largo de una ladera (fig. 8b), se divide el conjunto de la faja en fajas más estrechas, pero de forma que todas vayan igualmente desde la cumbre hasta las zonas bajas, recortando así las diferentes zonas pedoclimáticas.

c) Lo que aparece negativo en este proceso es su *combinación* con la reducción de la superficie *total* de que dispone cada familia, siendo dos de los efectos de la dispersión de parcelas minúsculas la menor vigilancia de cada una y el considerable tiempo invertido en desplazamientos y transportes.

d) Esta dispersión de los riesgos es una *estrategia de supervivencia y no de desarrollo*, y pueden abandonarla voluntariamente los productores que obtienen ingresos suficientes a partir de un solo piso ecológico. Así, en el valle del río Cañete, cada comunidad tenía tradicionalmente un territorio que cortaba el máximo de pisos ecológicos:

---



«punas» de gran altitud, donde se crían carneros y alpacas; aldea en altitud media en la zona donde se producen patatas, cereales, maíz y también alfalfa para el ganado lechero; fondo

Plan parcelario en «Banda transversal»

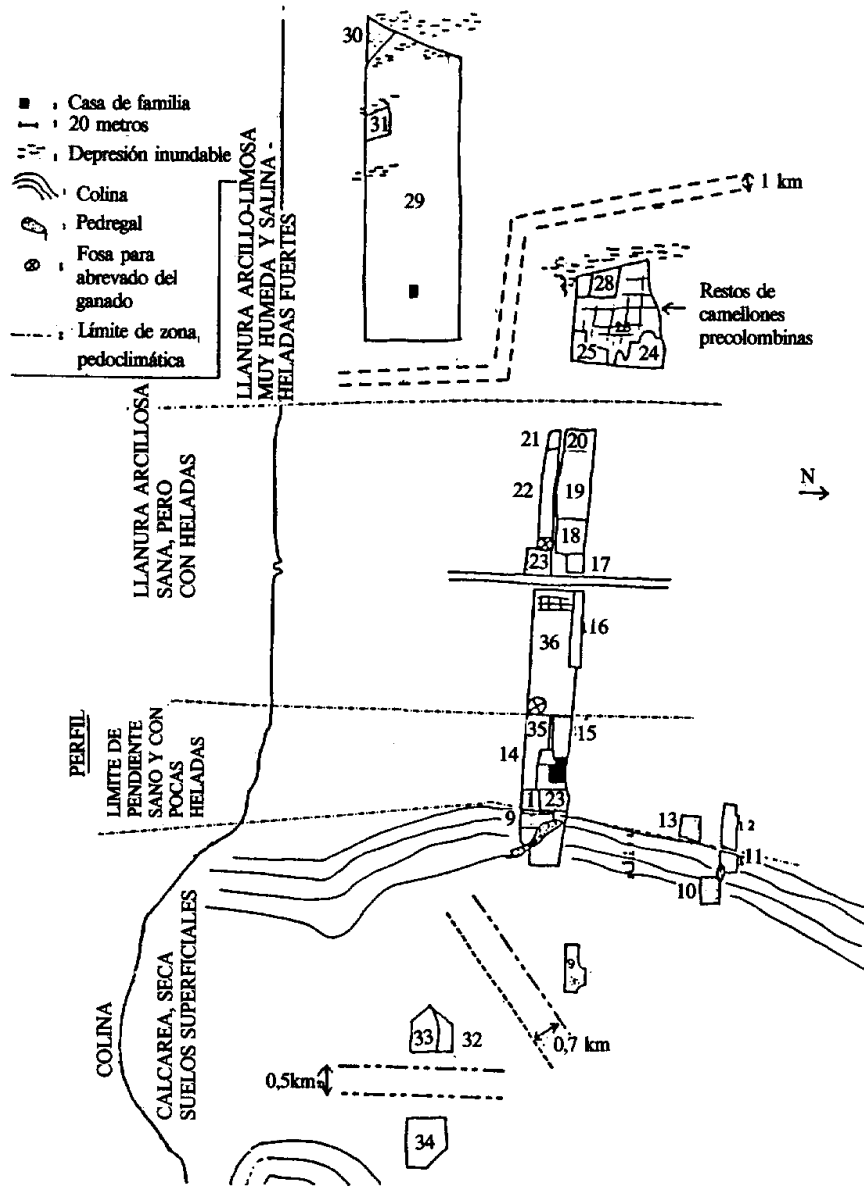


Figura 8b

---

de valle con frutales templados o tropicales. En los últimos decenios, la orientación de ciertas partes del territorio *hacia producciones comerciales exportadas fuera del valle* ha llevado a los habitantes de estas zonas a apartarse del resto de la comunidad, destruyendo así la antigua verticalidad andina; se trata

— de las zonas cálidas en el valle («yungas»), que se benefician de la proximidad de la enorme aglomeración de Lima o para vender en esta capital frutos y legumbres (mandioca);

— de una parte de la zona de ganado de altitud por encima de los 4.000 m, productora de carne y de lana, que se venden en el importante mercado de Huancayo (Arana, 1986).

*Este ejemplo ilustra la interacción, en las estrategias campesinas, entre riesgos climáticos e incertidumbres de comercialización.*

### 3.2. Autoconsumo y venta

Varios estudios realizados en comunidades campesinas asentadas alrededor del lago de Titicaca (Montoya y otros, 1986; Tapia, 1986; Velasco, 1986) han revelado lo que Velasco llama la «doble racionalidad campesina» y que nosotros describimos como una doble prioridad en la distribución de los recursos productivos (tierra, trabajo, dinero) de la familia campesina:

La primera prioridad se da a los *cultivos alimenticios* para asegurar la subsistencia de la familia, que les asigna por tanto la superficie necesaria y la mano de obra correspondiente. Se trata del mero *autoconsumo* porque los campesinos no tratan de obtener un suplemento de producción comercializable con la compra de *inputs* cuyo costo no están seguros de recuperar con la venta de la cosecha, debido a

---

---

— las *dificultades de comercialización* (ligadas a menudo a la competencia de los productos importados: el cultivo del trigo se abandonó en el Altiplano hacia 1930 cuando empezó la importación de trigos extranjeros. Cuando hay aumento de producción, hay superproducción en relación con las posibilidades de comercialización *en los circuitos actuales* y, por tanto, dificultad de venta;

— los riesgos en la producción, riesgos fundamentales climáticos, *que dependen del estado actual de las técnicas* (apartado 2).

Ahora bien, salvo el caso de los tubérculos, la producción está más asegurada, a pesar de todo, en forrajes (planta entera y/o especies más resistentes) que en alimentación humana (granos), y *es por tanto en producción animal* donde se obtendrá, con los menores riesgos, un suplemento de recursos (habría que analizar aquí la cuestión de la *diferibilidad* de la «cosecha» y de la venta, según la especie cultivada o el producto animal). Es este razonamiento, llevado al extremo (un pastor que guarda 1.000 carneros ofrece menos peligro de conflictos que 100 campesinos...), lo que explica las opciones de producción de los propietarios «medianos» y grandes, y este resultado global para el Altiplano de Puno: los minifundios, que representan el 80 % de la población agrícola, cosechan también el 80 % de los productos alimentarios vegetales de la región, a pesar de no disponer más que del 10 % de las tierras cultivables: más allá de lo que Velasco (1986) llama el «espacio vital agrícola de autoconsumo», toda superficie disponible está dedicada a la ganadería, que provee los recursos monetarios de la familia. Esta interpretación estaba ya subyacente en la monografía de Romero en el año 1928 (pp. 405-406): «el clima de la meseta es una de las causas principales del atraso de la agricultura. *La desigualdad del grado de frío en los diferentes años agrícolas ha hecho vacilar las experiencias indígenas* (...). Los productos de la agricultura, así determinados por el clima, se reducen al cultivo de tubérculos (...); se cultiva además la cebada, la quinua, la cañagua, el trigo y en menor proporción la avena,

---



---

el maíz y la alfalfa (...). Otra de las causas del atraso de la agricultura ha sido la orientación económica. Ella fue primero minera (...), pasando después a ser ganadera (...). *Los capitales se han dedicado así a la ganadería por ser de mejores ventajas*» (el subrayado es nuestro).

Una de las probables consecuencias es que las nuevas variedades (o especies) que tienen más posibilidades de ser adoptadas por los campesinos son las de *uso mixto: alimenticio y forrajero* (Morlon y otros, 1986), en la medida en que:

— las variedades que no suministran forrajes (incluso las matas de las patatas son consumidas por los animales) incrementan el riesgo de quedarse sin nada en caso de problema climático;

— los cultivos exclusivamente forrajeros, con algunas excepciones, consumen siempre un factor limitante: las tierras en las fincas más pequeñas, y el trabajo en las otras.

### 3.3. La dispersión de los riesgos: la noción de «sistema de producción rural»

Otra característica común de los sistemas de producción estudiados es la pluriactividad o, más bien, las pluriactividades, ya que sus formas son variadas: trabajos temporales o estacionarios en una ciudad, en una mina, en otra región agrícola... un poco de comercio; o bien, artesanía a domicilio:

«Yo hago puertas y ventanas para mí; si tengo necesidad de dinero, tengo que vender. Actualmente me dedico a la agricultura. Si ésta no me diera bastante, haría artesanía; para ganar dinero podría hacer cualquier cosa. Cuando tengo necesidad, me dedico a la artesanía, tejer, hacer puertas y ventanas, vender el ganado en la feria» (G. L., campesino del Altiplano).

Después de que una granizada destruyera la casi totalidad de las cosechas de dos familias que estudiamos, una de ellas reemprendió una actividad de herrero que había abandonado hacía algunos años, y la otra vendió ganado. En otro caso, la

---

muerte (por meteorismo) de la única vaca, que con su producción lechera aseguraba el único ingreso de dinero, obligó a la familia a confeccionar a domicilio tejidos de punto en lana de alpaca (actividad a merced de intermediarios...).

Todo esto ilustra cómo la combinación de la precariedad de las cosechas, con las incertidumbres ligadas a la comercialización o al trabajo temporal, llevan a las familias a *dispersar los riesgos entre todo un conjunto de actividades, ninguna de las cuales constituyen aisladamente un sistema de producción fiable. Nosotros llamamos «sistema de producción rural» este conjunto, donde la distinción entre lo agrícola y lo no agrícola no es la más pertinente*: la venta de los productos del ganado y la de la mano de obra en actividades «no agrícolas» desempeñan exactamente el mismo papel; la utilización y la transmisión de las parcelas de salinas obedecen a los mismos principios que las de las parcelas de cultivo (Orlove, en Morlon y otros, 1982).

Si la dispersión de los riesgos entre varios pisos ecológicos puede desaparecer cuando se dispone de unos ingresos seguros a partir de un solo piso ecológico (apartado 3.1.2.), la dispersión entre varias actividades económicas diferentes puede abandonarse si la familia dispone de tierras suficientes, como es el caso en la comunidad de Catahuasi (E. Arana, com. pers.).

#### **3.4. ¿Qué técnicas y qué créditos para qué producciones?**

Hace algunos años, la mayor parte de los proyectos de desarrollo estaban especializados en *una* especie o *un* tipo de producción, y se pagaba a extensionistas para que trataran de convencer a los campesinos de que *esta* especie o *este* tipo de producción era la solución y que debía, por tanto, beneficiarse de la prioridad absoluta en la asignación de los recursos. Tales proyectos son sustituidos gradualmente por otros que contemplan el conjunto del «sistema de producción rural»:

---

---

«En un ensayo sobre el efecto de cambio con una nueva variedad de patatas y control de plagas, que se instaló en el campo de 5 agricultores, los rendimientos obtenidos variaron de 8 a 16 t/ha. La razón de estas diferencias era que, en unos casos, el agricultor efectuó dos aporques (\*) oportunos, y en el de bajo rendimiento uno solo, en forma y época no adecuada. Esta falta de atención al cultivo obedecía a la migración del jefe de familia durante la época de labores culturales...» (Tapia, 1986, p. 91).

Se tiende, pues, hacia propuestas técnicas que tomen en cuenta las estrategias desarrolladas por los agricultores frente a los riesgos. Un ejemplo de ello lo ofrece la selección de *variedades mixtas*, suministrando, si el clima es favorable, un producto consumido por el hombre, y, en todos los casos, forraje en cantidad y calidad apreciables.

A raíz del análisis de las consecuencias sociales de la «revolución verde», es corriente oponer técnicas que permiten rendimientos muy elevados en condiciones perfectamente controladas, a otras que asegurarían un rendimiento mínimo casi al margen de las condiciones. Los resultados preliminares obtenidos en el Altiplano nos permiten afirmar que:

— por una parte, una investigación agronómica efectuada en condiciones «óptimas» produce técnicas que *exigen* esas condiciones;

— pero en cambio una investigación que persigue la seguridad de producción «al margen de las condiciones» desemboca en técnicas muy productivas si las condiciones son buenas. Aunque no siempre sea así, el campesino preferirá cosechar 25 quintales en los años buenos y 15 en los años malos en lugar de 50 quintales en los años buenos y 0 en los malos, porque en el primer caso es posible arreglarse aún en administrar la pobreza, mientras que en el segundo el éxodo rural es inevitable... Esto es más válido aún para la ganadería, uno de cuyos papeles es precisamente amortiguar las

---

(\*) Laboreos.

variaciones en las producciones alimenticias vegetales y explica muchos casos de no adopción por los campesinos de las técnicas propuestas por el divulgador.

La experiencia nos convenció, de que *una propuesta técnica que mejora globalmente la seguridad (es decir, que no crea un riesgo en algún punto al intentar suprimirlo en otro; por ejemplo, desplazar el riesgo de la producción a la comercialización...)* no tiene necesidad de montar una pesada estructura de divulgación para difundirse y ser acogida por los campesinos. Al contrario, la necesidad de tales estructuras pesadas es una prueba de que las técnicas propuestas no cumplen con esta condición...

Cuando se distribuyen créditos —que los campesinos han de reembolsar, en todo caso— para técnicas agrícolas de las cuales lo menos que cabe decir es que no se han comprobado, nada tiene de extraño que los propios beneficiarios utilicen estos créditos para la compra de máquinas de coser o de tejer, cuya producción no depende nunca de los azares meteorológicos. Hemos visto, por el contrario, algunos proyectos —entre ellos, el de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, en Puno *que asumían los riesgos de sus técnicas, no exigiendo el reembolso en caso de fracaso de estas técnicas* (salvo negligencia del agricultor): si el crédito está ligado a una técnica, ésta debe ser segura. Si la técnica propuesta no es segura, la culpa no es del campesino, y es el que la propone quien tiene que correr con el riesgo... Vayamos más lejos: si la artesanía a domicilio es más segura que la producción agrícola (*habida cuenta de las técnicas disponibles...*), ¿por qué una misma institución de desarrollo rural no propone créditos *tanto* para lo uno como para lo otro?

### 3.5. Conclusión

Partiendo del estudio de los problemas climáticos, que en un principio parecían determinantes en estas regiones, nos

---

---

pareció pronto que el grado de riesgo aceptado por los campesinos para sus producciones dependía también de factores económicos y, en particular, de la comercialización, y esto en una interacción estrecha: *cabe afirmar igualmente que, debido a los riesgos climáticos, los campesinos no se orientan hacia cultivos comerciales, o bien que, por no tener la certeza de comercializar en buenas condiciones, reducen todo lo posible las producciones expuestas a los riesgos climáticos.*

Hay numerosas técnicas para luchar contra los factores de riesgo, y también estrategias de adaptación a éstos: tales posibilidades no son desdeñables. Pero las estructuras económicas o las políticas agrícolas intervienen, ya sea añadiendo nuevos riesgos, ya sea dificultando, para una parte de la población, la aplicación de las técnicas y estrategias anti-riesgo tradicionales.

#### **Bibliografía**

- ARANA, E., 1986: *El transecto Catahuasi - Tupe: zonas de producción, sistemas agropecuarios y control comunal*. Bull, IFEA XV, n.º 1-2, pp. 53-83.
- BANEGAS, M.; MORLON, P., 1980: *Evapotranspiración y aridez. Estudio agroclimatológico de la cuenca del Lago Titicaca*, fasc. 3. ACDI/Ministerio de Agricultura de Perú.
- BOURLIAUD, J.; REAU, R.; MORLON, P.; HERVE, D., 1986: «Chaquitacla, stratégies de labour et intensification en agriculture andine». *Techniques et Culture*, n.º 7, pp. 181-225.
- BROCHET, P.; GERBIER, N., 1975: *L'évapotranspiration. Aspect agrométéorologique. Evaluation pratique de l'évapotranspiration potentielle*. Météorologie Nationale, Paris, monographie 65, 95 p.
- BRUNSCHWIG, 1986: «Sistemas de producción de altura». *Bull. IFEA*, n.º 12, 1986 (próximo a aparecer).



- 
- CAMINO, A., 1978: «Un estudio preliminar del sistema tradicional de rotación de cultivos en andenes: el caso de Cuyo-Cuyo». In: Instituto de Estudios Andinos (ed.), *Actas del 1.º Seminario Nacional sobre Tecnologías Adecuadas*, Ayacucho, pp. 63-68.
- CHOISNEL, E., 1986: *Aspects topoclimatiques: une méthode d'étude*. Communication présentée au Séminaire «Agrométéorologie de moyenne montagne», Toulouse, INRA, 16-17 Avril 1986 (próximo a aparecer).
- ERICKSON, C. L., 1985: *La cronología de los camellones de la cuenca del lago Titicaca*, Perú. Exposición presentada en el 45.º Congreso Internacional de Americanistas, Bogotá, julio de 1985.
- ERICKSON, C. L.; GARAYCOCHEA, I., BRINKMEIER, D. A., 1985: *Experiencias en la arqueología aplicada: recuperación de campos elevados en la comunidad campesina de Huatta*. Exposición presentada al Congreso Nacional de Investigación en Antropología, Lima, noviembre de 1985.
- FONSECA, C., 1972: *Sistemas económicos en las comunidades campesinas del Perú*. Tesis doctorado, UNMSM, Lima.
- FRANCO, E.; BENJAMÍN, A.: *Estudio agroeconómico del maíz en el callejón de Huaylas*. Una La Molina, Lima.
- FRANQUIN, P.: *Analyse agroclimatique en régions tropicales. Méthode des intersections et période fréquentielle de végétation*. ORSTOM, París.
- FRERE, M.; RIJKS, J. Q.; REA, J., 1975: *Estudio agroclimatológico de la zona andina*. Proyecto interinstitucional FAO/UNESCO/OMM en agroclimatología, FAO, Roma, 375 p. anexos.
- GARAYCOCHEA, I., 1985: Experimentos agrícolas en campos elevados en la cuenca del lago Titicaca. Exposición presentada al 45.º Congreso Internacional de Americanistas, Bogotá, julio de 1985.
- GARCILASO DE LA VEGA, El INCA, 1609: *Comentarios reales de los Incas*. Edición consultada: Biblioteca Ayacucho, Caracas, Venezuela, 1976.
- GRACE, B., 1985: *El clima del Altiplano*. Departamento de Puno, Perú, INIPA, Puno, 183 p.
- GUAMAN POMA DE AYALA, F., 1936/1613-1620: *Nueva crónica y buen Gobierno*. Ed. facsímil, París, Institut d'Ethnologie, XXVIII + 1179 p.
-

- 
- LEÓN, J., 1964: «Plantas alimenticias andinas». *Boletín técnico*, n.º 6, IICA, Lima, 112 p.
- LESCANO, J. L., 1978: «Tecnología agrícola tradicional en el Altiplano peruano». En Instituto de Estudios Andinos (ed.), *Actas del 1.º Seminario Nacional sobre Tecnologías Adecuadas*, Ayacucho, pp. 40-45.
- MISHKIN, B., 1946: «The contemporary Quechua». En J. H. STEWART (ed.): *Hadbbok of South American Indians*, vol. 2. Smithsonian Institution, Bull 143: 411-470.
- MONTOYA, B.; MORLON, P.; CHANNER, S., 1986: «Los sistemas agropastoriles andinos: un estudio de casos de cinco familias del Altiplano peruano». *Anales de V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos*, pp. 450-473.
- MORLON, P., 1976: *Algunos apuntes provisionales para un estudio agroclimatológico de la mitad noroeste del Departamento de Puno*. Instituto de Educación Rural de Ayaviri, ronéo, 48 p.
- MORLON, P., 1978: *Elementos de descripción frecuencial de las heladas. Estudio agroclimatológico de la cuenca del Lago Titicaca*, fasc. 1, ACDI/Ministerio de Agricultura de Perú, Puno, ronéo, 41 p.
- MORLON, P., 1979: *Apuntes sobre el problema agronómico de las heladas: el aspecto meteorológico. Estudio agroclimatológico de la cuenca del Lago Titicaca*, fasc. 2, ACDI/Ministerio de Agricultura de Perú, Puno, ronéo, 54 p.
- MORLON, P., 1981 a: *Adaptación des systemes agraires andins traditionnels au milieu*. INRA-SAD, Versailles, ronéo, 78 p.
- MORLON, P., 1981 b: «Questions sur l'agriculture de l'Altiplano péruvien». En *L'homme et son environnement a haute altitude*, Edition du CNRS, Paris, pp. 107-114.
- MORLON, P., 1983: «A propos des variétés miracles»... En *Réseaux, la lettre du GRET*, n.º 18, p. 11.
- MORLON, P., 1984: *Rapport de mission au Pérou: project de recherches IFEA sur la vallée du Canete*. INRA-IFEA, 26 p.
- MORLON, P., 1986: *Mecanismos y evaluaciones climáticos en el Altiplano*.
-

- Conferencia presentada en el 5.º Congreso Internacional sobre la Agricultura Andina, Puno (en prensa).
- MORLON, P.; ORLOVE, B.; HIBON, A., 1982: *Tecnologías agrícolas tradicionales en los Andes Centrales: perspectivas para el desarrollo*. UNESCO/PNUD/COFIDE, Lima, 104 p.
- MUÑOZ, C.; SÁNCHEZ, W., 1974: *Estudio de la distribución espacial y temporal de las heladas meteorológicas en la hoya del lago Titicaca*. 1.º Seminario de Sistemas Ecológicos, Recursos Naturales y Medio Ambiente, Lima.
- ONERN-CORPUNO, 1965: *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno*. Vol. 1, cap. 2: climatología. ONERN, Lima, pp. 151-203.
- RAMOS, C., 1984: *Tecnología de la reconstrucción, refacción y manejo de andenes y terrazas en el Distrito de Asillo*. Centro artesanal «José Maruri», Asillo, ronéo, 33 p. + fig.
- RAMOS, C., 1986: *Evaluación y rehabilitación de camellones o «kurus», en Asillo, Centro artesanal «José Maruri»*. Asillo, 45 p.
- ROMERO, E., 1928: *El departamento de Puno*, Lima, Impr. Torres Aguirre, 550 p.
- SMITH, C. T.; D. NEVAN, W. M.; HAMILTON, P., 1968: «Ancient Ridget Fields in the Region of Lake Titicaca». *The Geographical Journal*, 134, pp. 353-367.
- SMITH, C. T.; D. NEVAN, W. M.; HAMILTON, P., 1981: «Antiguos campos de camellones en la región del Lago Titicaca». En H. LECHTMAN y A. M. SOLDI (eds.): *La tecnología en el mundo andino*. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 23-53.
- TAPIA, M., 1986: *Guía metodológica para la caracterización de la agricultura andina* (la experiencia del Proyecto PISCA). IICA/CIID/Universidades de Ayacucho, Arequipa, Cusco y Puno, ronéo, 115 p.
- TARDIEU, F.: *Sistemas de cultivo en la zona maicera del Callejón de Huaylas*. Runéo, UNA La Molina, Lima.
- VELASCO, O., 1986: *Implicancias de la doble racionalidad campesina en los*



*programas de extensión agrícola. Exposición presentada al 5.º Congreso Internacional sobre la Agricultura Andina, Puno, Perú.*

VERGARAY LARA, E., 1949: *Estudio geográfico de la campiña de Yungay*. Trabajos de la IFEA I, pp. 59-104.

VERLIAT, S., 1978: *Etude d'une communauté rurale andine: Chujucuyo Marcapoca, Puno, Perú* - Tesis Université de Limoges, 101 p.

WACHTEL, N., 1971: *La vision des vaincus. Les Indiens du Pérou devant la conquête espagnole*. Gallimard, Paris, 395 p.

WINTERHALDER, B. P.; THOMAS, R. B., 1978: *Geoecology of Southern Highland Peru. A Human Adaptation Perspective* MAB/Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, occasional Paper N. 27, 91 p.

ZANABRIA, E.; CACEDA, F., 1986: *Métodos tradicionales y el control integrado de plagas en cultivos andinos en Puno*. Exposición presentada en el 5.º Congreso Internacional sobre la Agricultura Andina, Puno, Perú.

#### RESUMEN

*El Altiplano peruano es una región subtropical, pero situada a más de 3.800 metros de altitud. El riesgo de heladas nocturnas es muy elevado durante gran parte del año, lo que es generalmente considerado como el factor limitante principal para la agricultura. Diferentes métodos de descripción frecuencial del riesgo de heladas, ponen en evidencia grandes diferencias entre lugares situados a la misma altura. La explicación de los mecanismos físico-biológicos que intervienen en la destrucción de los órganos vegetales por las heladas, indica la posibilidad que tiene el hombre de reducir estos riesgos mediante técnicas adecuadas. Entre aquellas, las tradicionalmente utilizadas por los campesinos andinos, incluyen varios modos de acondicionamiento del medio (riego, campiñas con árboles y muros, terrazas, camellones...), las características geométricas de la cubierta vegetal, la labranza del suelo, el humo... Otra estrategia campesina para sobrevivir consiste en dispersar los riesgos en el espacio, en el tiempo y entre diferentes actividades económicas, además de no invertir recursos escasos (trabajo y dinero) en las producciones más arriesgadas. Aquí el nivel de riesgo depende no solamente del clima, sino también de la incertidumbre en la comercialización, que contribuye a orientar las producciones hacia el autoconsumo o la venta. Las únicas técnicas nuevas que pueden ser adoptadas por los campesinos, son las que mejoran globalmente la seguridad.*

#### RÉSUMÉ

*Le Haut plateau péruvien, qui est une région subtropicale, se trouve pourtant situé à plus de 3.800 mètres d'altitude. Le risque de gelées nocturnes, très élevé pendant une grande partie de l'année, y est considéré généralement comme le facteur principal limitant l'agriculture. Différentes méthodes de description fréquentielle du risque de gelées mettent en évidence les grandes différences existant entre divers lieux situés à la même altitude. L'explication des*

mécanismes physiques et biologiques qui interviennent dans la destruction des organismes végétaux par les gelées montre que l'homme peut réduire ces risques grâce aux techniques appropriées. Parmi celles-ci, les paysans andins en ont utilisés certaines traditionnellement, dont plusieurs procédés d'aménagement de l'environnement (irrigation, champs couverts d'arbres et de murs, terrasses, billons...), les caractéristiques géométriques de la couverture végétale, le labour du sol, l'humus... Une autre stratégie permettant aux paysans de survivre consiste dans la dispersion des risques dans l'espace, le temps, et entre différentes activités économiques, outre la non utilisation des ressources limitées (travail et argent) dans les productions les plus risquées. Ici, le niveau de risque dépend non seulement du climat, mais également de l'incertitude affectant la commercialisation, ce qui contribue à orienter les productions vers l'auto-consommation ou la vente. Les paysans ne peuvent adopter que les nouvelles techniques améliorant globalement la sécurité.

#### SUMMARY

The high Peruvian plateau is a subtropical region, even though it is situated at an altitude of more than 3800 meters. There is a high risk of nocturnal frost throughout the greater part of the year, which is generally considered the main factor limiting agriculture. Different methods used to determine frost frequency show great differences between various places situated at the same altitude. Explanations of the physical and biological mechanisms which contribute to the destruction of plant organs due to frost, indicate man's possibilities of reducing these risks through appropriate techniques. Some of the methods traditionally used by Andes farmers include techniques of environmental management (irrigation, trees and hedges in the country, terraces, ridges, etc.), the geometrical characteristics of plant cover, plowing of the land, smoke... Another subsistence strategy of farmers consists of dividing the risks in space, time and between different economic activities, in addition to not investing scarce resources (labor and money) in the most risky productions. For these people, risk not only depends on the climate, but also on the uncertain marketing, which contributes to the orientation of production toward their own consumption or sale. The only new techniques farmers may adopt are those which improve their overall security.

