



La superficie de los ostiolos abiertos con respecto a la superficie total (Poro area) es muy pequeña también, 0,16% en Real blanca por ejemplo; a comparar con las de *Vicia faba* (1%), del maíz (0,70%), de la cebada (0,65%) o de dicotiledoneas como el girasol (1,10%) o el tabaco (0,80%) (4).

Si no se observan pelos táctiles, la superficie del limbo y más particularmente la faz inferior en las variedades de las dos especies que hemos observado, está cubierta, sobre todo en las hojas tiernas, de una cantidad de vesículas infladas. Estas pueden ser fácilmente desprendidas o "reventadas", dejando entonces escapar su contenido. En el curso del stress hídrico, o durante las horas calientes del día, estas se desinflan por evaporación, como un globo, dejando un depósito sólido (foto 10). La composición de estos depósitos, así como de las secreciones que se han encontrado en el parenquima, resultados de los mecanismos de regulación de la salinidad no está completamente establecida; esta podría depender en parte de la composición química del suelo. En Atriplex, quenopodiacea halofila, una parte de los iones transportados en el xylema por el flujo transpiratorio, pasando por el citoplasma y los plasmodesmas de las células parenquimáticas, llega a las vesículas atadas a la epidermis y similares a las que hemos visto (5-6). Su diámetro puede alcanzar 100 micrones, es decir el quinto del espesor del limbo y su superficie proyectada más de 80% de la superficie foliar de las hojas tiernas.

Cuando las plantas se confrontan a condiciones hídricas difíciles, ciertas características que hemos notado al nivel del limbo les permiten crecer casi normalmente o, si el stress hídrico es considerable, conservar su integridad y esto es particularmente verdadero en las plantas tiernas, esperando tiempos mejores:

- Debido a su estructura externa, relieve muy accidentado, compuesto proporcionalmente de minúsculos estomas protegidos por enormes células epidérmicas, la epidermis, recubierta además de gran número de vesículas, transparentes o no, es capaz de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea la hoja y consecuentemente, disminuyendo la transpiración, atenúa los efectos del stress hídrico:

- \* en el curso de un largo período de sequía, alejando el momento donde se desarrollan los fenómenos irreversibles,

- \* en el transcurso del día, favoreciendo la utilización de la humedad nocturna que permanece muchas horas en la hoja, reduciendo por ello el déficit hídrico por reducción de la transpiración, disminución de la absorción de calor, y sin duda absorción del agua por la hoja humectada varias horas.

- las vesículas mismas, turgentes al inicio del día, contienen una solución de sal, que se evapora durante las horas calientes, dejando depósitos en forma de escamas. Después de la recuperación de la planta, se encuentran nuevamente vesículas turgentes, pero no podemos precisar si son recientes, y por lo tanto el fruto de nuevas secreciones, lo que implica una nueva evacuación de sales, o simplemente el resultado de la naturaleza higroscópica de las antiguas. Sea lo que fuere, se puede considerar que juegan un papel directo en la economía del agua de la planta y especialmente del agua llevada por la humedad nocturna (7).

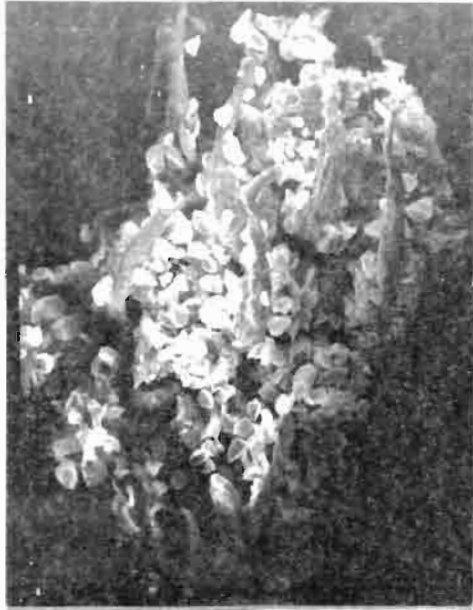
- las secreciones salinas intervienen también al nivel del ajuste osmótico. Cuando se desarrolla un stress hídrico, normalmente hay una disminución del potencial debido a que la concentración de la solución de savia aumenta en la medida de la pérdida de agua, y es una de las causas del cierre estomático, pero este fenómeno está contrabalanceado en éstas por la acumulación de la sal en las vesículas, permitiendo el mantenimiento de cierta turgencia de la hoja, pero también de las células constrictoras y consecuentemente, la apertura de los estomas.

- Durante el stress hídrico, la pérdida de turgencia de la hoja provoca su enroscamiento en el sentido lateral, debido a la desimetría entre las células de la cara inferior de las nervaduras y las otras células de la epidermis (foto 9) y por un movimiento centrípeto de los bordes del limbo donde las nervaduras principales, generalmente 3, en relieve al nivel del peciolo, van difuminándose.

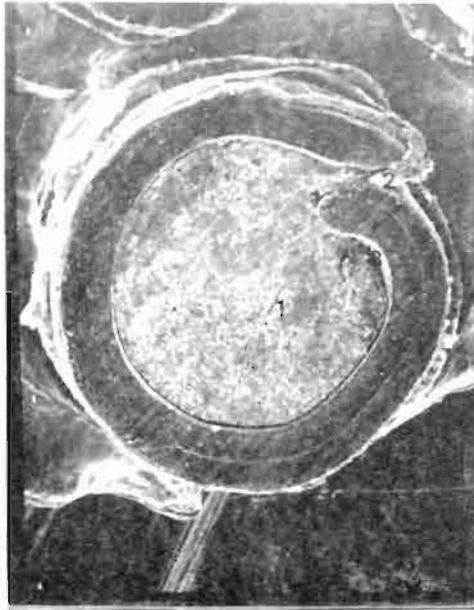
- La capa de cutícula, las vesículas que aislan la superficie, el relieve marcada de la epidermis, el color de las hojas, modificando el albedo, y la repartición homogénea de los estomas en las dos caras foliares, evitan un calentamiento letal durante las horas calientes del día (8), cuando no es raro notar



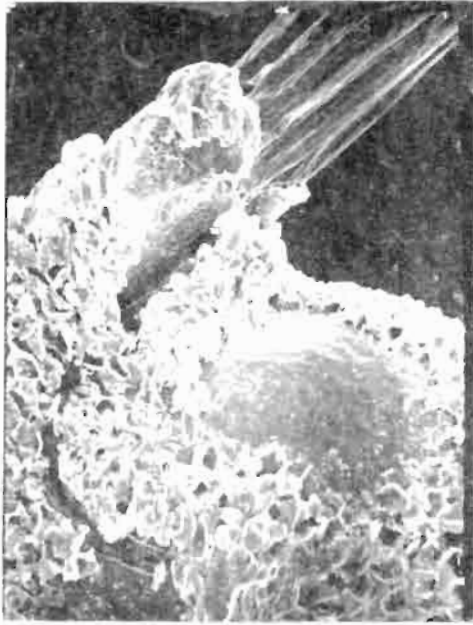
1



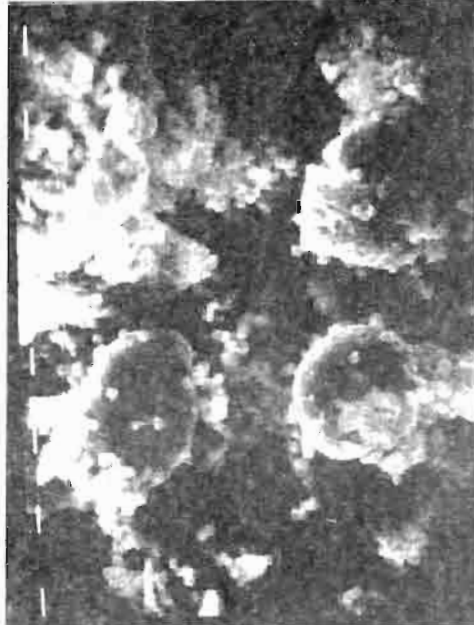
2



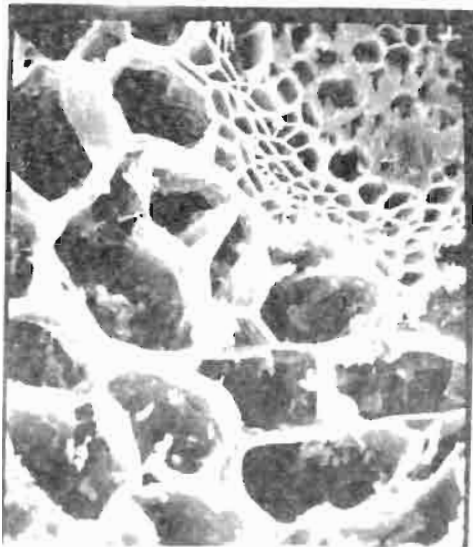
3



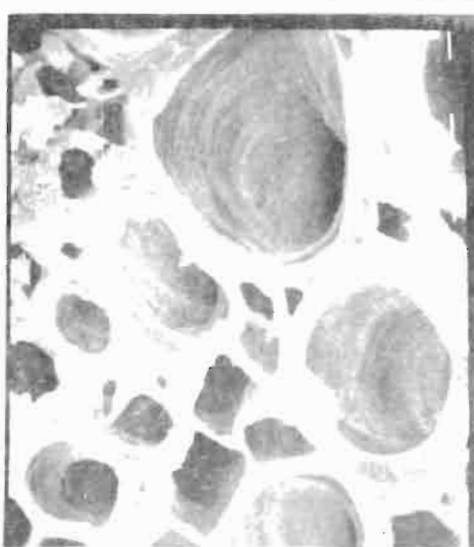
4



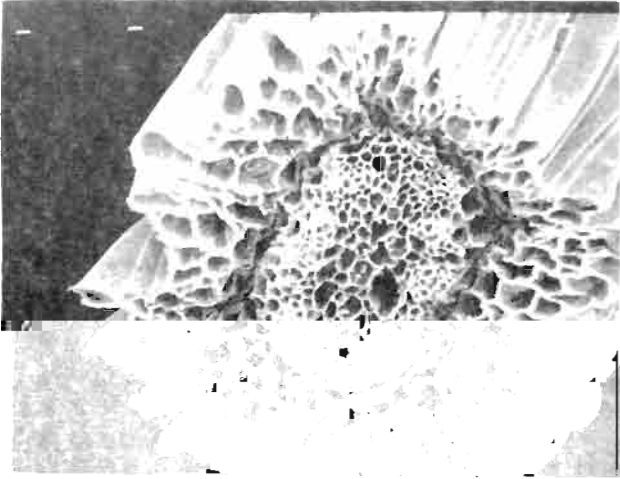
5



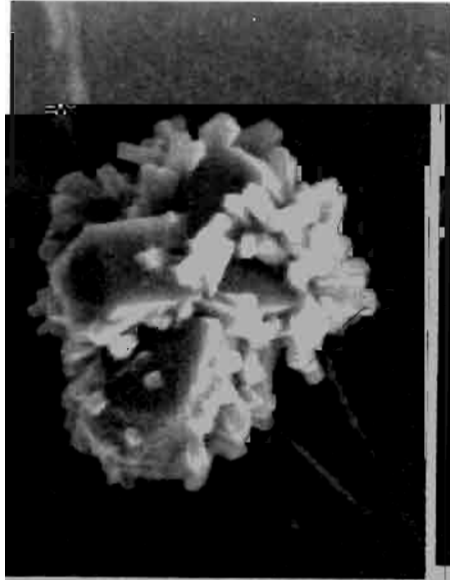
6



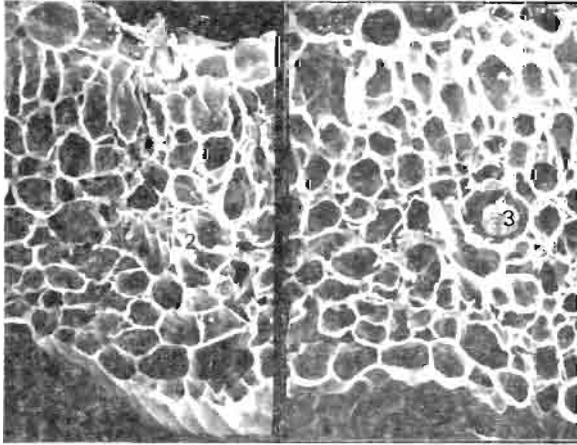
7



8



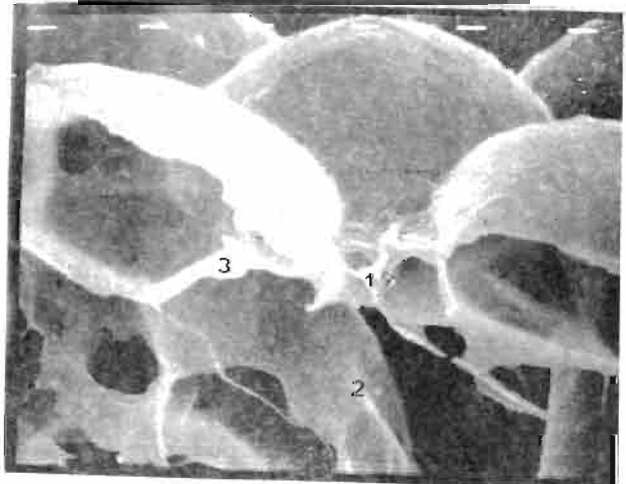
9



10



11



12

temperaturas de más de 40° C en el suelo durante muchas horas, absorbiendo las radiaciones infrarojas y ultravioletas para disipar el calor.

#### IV. CONCLUSIONES

Durante el desecamiento, el potencial hídrico de los tejidos de la quinoa (y de la cañihua) alcanza valores muy bajos, pero su contenido en agua permanece largo tiempo suficiente para evitar un nivel de ajaminiento irreversible.

Independientemente de los procesos metabólicos, las secreciones salinas, que intervienen al nivel del ajuste osmótico de las células estomáticas, el tamaño minúsculo y la implantación de los estomas, así como la presencia de vesículas en el limbo, que favorecen la humedad relativa de la atmósfera rodeando la hoja, el proceso de enrollamiento de las hojas influyen cada una a su manera en las reacciones de estas plantas afrontadas a los aleas hídricos. Esto les permite sobre todo, más que conservar el agua que poseen, aprovechar al máximo el poco de humedad disponible en los alrededores.

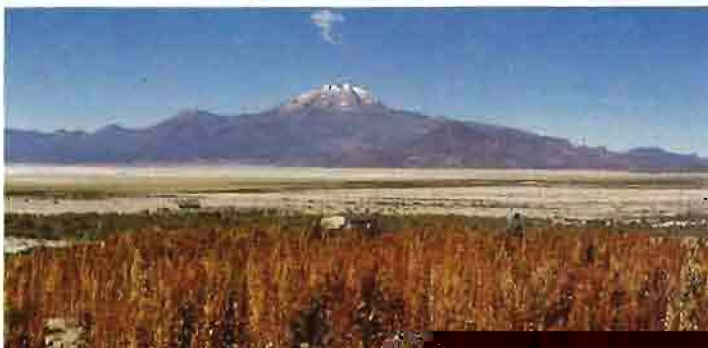
Además de la sequía, ciertas características morfológicas que hemos subrayado participan también en la adaptación de estas plantas a los otros riesgos climáticos, heladas, salinidad, luz; frecuentes en su medio habitual de vida.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- ALWEY, N.W. 1989. Quinoa. *Biologist*. 36 (5): 267-274
- CAMEFORT, H. 1972, *Morphologie des végétaux vasculaires*. Doin, Editeurs. Paris.
- COLIN, M. WILLMER, 1988. *Stomata*. Longman Inc. New York.
- DE LA CRUZ, G., VALLADOLID, J. 1988. Clasificación de los cultivos andinos en plantas de fotosíntesis C3 y C4 de acuerdo a las características anatómicas del mesófilo de la hoja. Dans *Memorias del VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos*, Quito, Ecuador, 30 de Mayo - 2 de junio 1988 - INIAP, Quito. p. 471-473.
- ESPINDOLA CANEDO, G. 1986. Respuestas fisiológicas, morfológicas y agronómicas de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) al déficit hídrico. Thèse de maîtrise, Colegio de Postgraduados Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Chapingo, México.
- GANDARILLAS, A., GANDARILLAS SANTA CRUZ, H. 1986. Estructura anatómica de los órganos de la planta de Quinoa. Ministerio de Asunt. Camp. y Agropec. La Paz - Bolivia.
- GARCIA, M., VACHER, J., MORALES, D., HIDALGO, J. 1991. Comportamiento hídrico de 2 variedades de Quinoa. VII Congreso Internacional sobre cultivos andinos. La Paz - Bolivia, 4/8 de Febrero.
- LAFFRAY, D., LOUGUET, Ph. 1989. L'appareil stomatique et la résistance à la sécheresse. *Rev. Rés. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride*. 1: 31-46.
- LÜTTGE, U., OSMOND, C.B. 1970. Ion absorption in *Atriplex* leaf tissue. III. *Aust. J. biol. Sci.* 23: 17-25.
- MAZAFAR, A., GOODIN, R.J. 1970. Vesiculated hairs: a mechanism for salt tolerance in *Atriplex halimus*. *Plant. Physiol.* 45: 62-65.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989. *Lost Crops of the Incas*. National Academy Press, Washington, D.C.
- REPO-CARRASCO, R. 1988. Cultivos andinos. Importancia nutricional y posibilidades de procesamiento. Centro de estudios andinos Bartolomé de las Casas. Cusco. Perú
- RISI, J., and GALWEY, N.W. 1984. The *Chenopodium* Grains of the Andes: Inca Crops for Modern Agriculture. *Adv. Applied Biology*. 10: 145-216.

# ACTAS DEL VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS

LA PAZ BOLIVIA 4 AL 8 DE FEBRERO DE 1991



ORGANIZADO POR LA OEA Y LA FAO



ORSTOM



# **ACTAS DEL VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS**

**La Paz - Bolivia, 4 al 8 de febrero**

Editores

D. Morales y J.J. Vacher

**IBTA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

**ORSTOM**

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE  
DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

**CIID-Canada**

CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

**La Paz, 1992**