

ANATOMIA DE LA EPIDERMIS DE LA PAPA AMARGA Y OTROS CULTIVOS ANDINOS EN RELACION CON LA TRANSPIRACION

Jacques DIZES
Ing. Agrónomo. ORSTOM-Bolivia

La evapotranspiración real (ETR) depende de la evapotranspiración potencial (función de las condiciones físicas ambientales), de la capacidad de retención del suelo pero también de la cobertura vegetal.

La transpiración se efectúa por dos vías, la vaporización del agua por la cutícula, fenómeno pasivo muy relacionado a las condiciones externas, es decir la ETP, y que no pasa de 10% de la transpiración total, y la vaporización del agua a través de los estomas, regulable por la planta bajo el efecto de factores externos (estado hídrico del suelo, tensión de vapor de agua al nivel de la hoja, contenido en CO₂ a nivel de los estomas, temperatura, luz) e internos, propios de la planta (superficie foliar, naturaleza y disposición de los tejidos periféricos, densidad y posición de los estomas, movimiento y posición de las hojas).

El estudio de la epidermis puede entonces proporcionar a los agrometeorólogos informaciones sobre la estrategia de las plantas para resolver los problemas planteados por su interacción con el medio ambiente, y especialmente los periodos de sequía. Las fotos obtenidas por microscopio electrónico de barrido, presentadas más adelante, aportan a este fin una excelente comprensión de las formas y del relieve.

La papa, dulce o amarga, no obstante ser originaria del Altiplano andino, muestra síntomas de stress hídrico (enrollamiento) cuando otras plantas de la misma región (Quinoa, Cañihua) presentan un sistema foliar en perfecto estado de turgencia.

Es interesante comparar los factores propios de la planta, en relación con la transpiración de cultivos cuya estrategia frente a la sequía es diferente, como la papa (dulce o amarga), y la quinoa o el lupino.

- La superficie foliar. No poseemos datos cifrados, pero es bastante más grande con respecto al peso seco por planta en la papa (y en particular en la Sani Imilla) que en la quinoa, ésta última posee la facultad notable de rehacer rápidamente hojas después de un stress hídrico importante. Estas plantas se repliegan en caso de sequía, reduciendo la superficie foliar y por lo tanto la transpiración, pero la quinoa tiene un punto de marchitamiento bastante más bajo que la papa amarga y sobre todo más que el de la papa dulce.

- La naturaleza y la disposición de los tejidos periféricos:

El limbo de la papa está cubierto de una cutícula relativamente espesa, presenta nervaduras muy en relieve y está recubierto de pelos relativamente importantes (fotos 1 a 4), en número y en tamaño a menudo impregnados de bolas de cera. La hoja de quinoa es lisa, la epidermis está también impregnada de una capa de cutícula tanto más espesa, que la hoja envejece; las hojas tiernas están recubiertas por una infinidad de vesículas turgentes pudiendo recubrir 80% de la superficie (foto 8), que representa el mismo papel indirecto en la economía del agua que los pelos de las papas (contención del déficit de vapor de agua a un nivel menor) e intervienen por otra parte en el nivel del ajustamiento de las concentraciones salinas, de la turgencia de la hoja y de la abertura estomática.

- La densidad y la posición de los estomas

En las condiciones en que han sido criadas las plantas que han servido a las medidas, el tamaño del complejo estomático, en micrones, es de $\pm 29 \times 18$ en la papa amarga, $\pm 29 \times 25$ en la papa dulce, es decir más o menos equivalente a la de la quinua (30×20) y más importante que la del lupino ($\pm 19 \times 9$). El index estomático (Número de estomas/Número total de células $\times 100$) es más interesante que la densidad por cm^2 , ya que independiente de las condiciones externas, es desgraciadamente difícil de evaluar en la papa, ya que la presencia de pelos no permite hacer huellas de hoja. Dicho index es aproximadamente 28 en la Sanl imilla y en la Luky, contra 18 ± 3 en la quinua (las cifras que conciernen a la papa son sólo indicaciones); habría entonces más células epidérmicas por estoma en la papa que en la quinua, pero la relación de tamaño entre estas dos clases de células, que varía entre 5 y 7,5 en la quinua, es de 1 a 2 en la papa (e intermediaría entre estas dos cifras en el Lupino). Los estomas, muy protuberantes en la papa dulce (foto 3), son un poco menos en la papa amarga (foto 4 y 5) y por el contrario, bien protegidos en el lupino (foto 7) y completamente hundidos en las células epidérmicas y las vesículas en la quinua (foto 8). Este fenómeno de protección, disminuye también las pérdidas en agua bajando el déficit de presión de vapor de agua de la capa límite al cual los estomas son muy sensibles.

- Los movimientos y la disposición de las hojas.

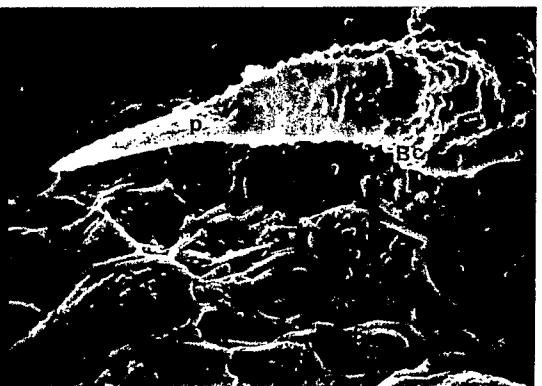
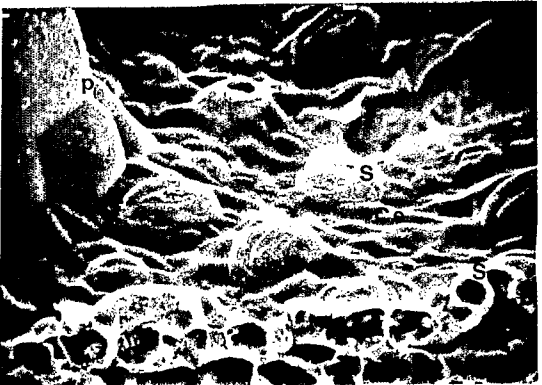
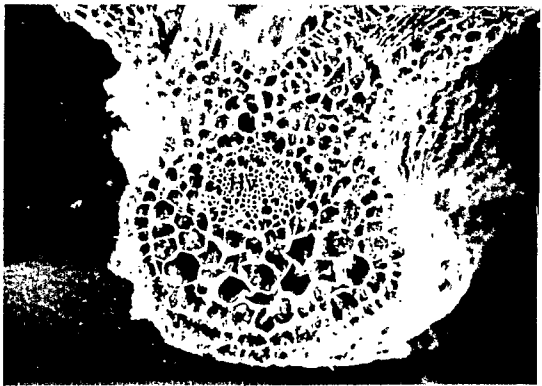
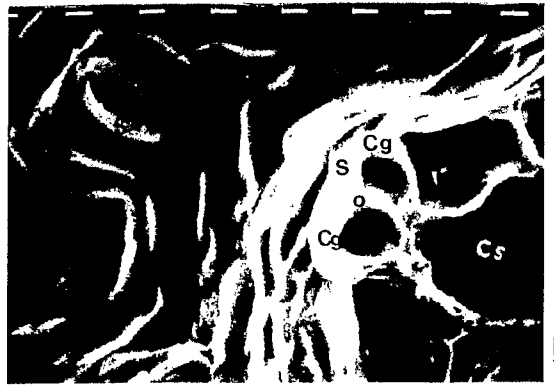
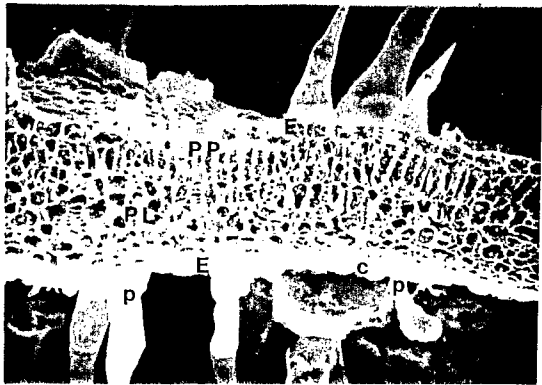
En la planta aislada, y más aún en las condiciones de cultivo, la resistencia externa a los movimientos de los gases está en relación con la superficie foliar (LAI), la exposición y la disposición de los pisos foliares y de las hojas, la densidad etc..., e interfiere en la resistencia estomática.

Nos damos cuenta, comparando estas tres plantas, papa dulce papa amarga, quinua y más aun si se agrega el lupino (tarwi), que el comportamiento después de un stress hídrico (cierre de los estomas cada vez más precoz - en el orden papa dulce - 10 bars, papa amarga - 16 bars, lupino - 20 bars, quinua - 40 bars) está muy ligado al index estomático y en correlación estrecha con el tamaño relativo de los estomas y su protección por las células adyacentes. Así, los criterios de selección para el mejoramiento de la resistencia a la sequía deben también tomar en cuenta los aspectos morfológicos relacionados a los mecanismos fisiológicos de adaptación.

Las observaciones en el microscopio electrónico de barrido, fueron efectuadas en los laboratorios del Servicio de Radio Agronomía del Centro de Estudios Nucleares de Cadarache-Francia, con la ayuda de los señores Jean François BOIS (ORSTOM)*, Philippe COUCHAT y Gérard LASCEVE (CEA)**.

* Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.

** Commissariat à l'Énergie Atomique.



LEYENDA Y ESCALA DE LAS FOTOS

1. Papa Sani imilla. Corte transversal del limbo. Se puede percibir el parenquima palisádico típico de las plantas en C3. x 200.
2. Papa luki. Corte transversal del limbo al nivel de la nervadura x 200.
3. Papa Sani imilla. corte transversal y cara inferior de la hoja. Base de un pelo a la derecha y estomas. x 1300.
4. Papa Luki. Cara inferior del limbo. El pelo y las células epidérmicas están cubiertas de bolas de cera. x 750.
5. Papa Luki. Corte de estoma. x 1500.
6. Papa Luki. Cara superior del limbo. Estomas abiertos a la luz. x 2000.
7. Lupino. Cara inferior del limbo. Estomas abiertos y células epidérmicas. x 1500.
8. Quinoa. Cara inferior del limbo. Estoma y vesícula. x 1500.

Bc, bola de cera; c, cutícula; Ce, célula epidérmica; Cg, célula de cierre o guarda; Cs, celda subestomática; E, epidermis, Hv, haces liberoleñosos; o, ostiolo; p, pelo; PP, parenquima clorofillano en empalizada; PL, parenquima clorofillano lagunoso; S, estoma; V, vesícula.