

UNA BROMELIA POLIPA? *

por José Navarro T.

«TILLANDSIA STREPTOCARPA» BAK.

LA Familia de las Bromeliáceas constituye una de las más interesantes del Reino Vegetal. Posee más de 1,600 especies distribuidas en 40 géneros. La Familia se limita exclusivamente al Nuevo Mundo, y tiene su centro geográfico en el Brasil y es, justamente, la vegetación epifítica de las Bromeliáceas lo que da al «mato» tropical brasilero su aspecto característico.

Por la adaptación unilateral de la Familia a las condiciones de vida xerofítica u epifítica adquiere especial interés ecológico. Conforme a la división de las plantas epifíticas establecida por Schimper (1884-1888), la mayoría de las Bromeliáceas pertenecen, con excepción de las especies terrestres, al grupo más extenso de las epifíticas, es decir, a las aerófitas. Esas plantas adaptadas a la vida aérea, esto es, extremadamente epifíticas, poseen mecanismos especiales, principalmente para vencer las dificultades de abastecimiento o de la economía del agua. Se trata en especial de mecanismos para disminuir la pérdida de agua por transpiración, para almacenar agua y

* Damos nuestros agradecimientos al Dr. Karl Arens por la cesión del tema y por la orientación que de él recibimos en la confección de este trabajo, como también por su especial ayuda en las ilustraciones correspondientes. Agradecemos, además, el permiso dado por la Dirección del Jardín Botánico de Río para trabajar con el material allí existente.

para garantizar una rápida absorción de la misma. Para protegerse contra la excesiva transpiración poseen, frecuentemente, un espeso revestimiento de pelos escamiformes y una epidermis cutinizada cuyas membranas internas poseen paredes radiales o anticlinas muy espesas. La mesofila de las hojas está casi siempre transformada en perenquima acuífero y los estomas se encuentran muchas veces metidos por debajo del límite de la epidermis, para disminuir, naturalmente, así la transpiración.

Las Bromeliáceas cisternas poseen un reservorio muy peculiar de agua; en ellas las hojas, dispuestas en rosetas, se hallan muy agrupadas formando así un reservorio central en el cual se acumula el agua de las lluvias. Este tipo es frecuente en las Bromeliáceas epifíticas de los matos tropicales o subtropicales de las zonas lluviosas.

El sistema de las raíces de las Bromeliáceas epifíticas es reducido y su tarea principal consiste en fijar las plantas. Por eso es que la absorción del agua se realiza por la superficie de las hojas, mediante pelos de absorción o escamas de absorción y no por las propias raíces. En las Bromeliáceas cisternas se encuentran esos pelos en la base de las vainas; en los otros tipos provistos de tejidos acuíferos, en toda la superficie.

Los tipos más extremadamente adaptados a las condiciones ecológicas son los que carecen de raíces, las cuales se limitan apenas a la formación de la raíz principal en la plántula nueva; ésta más tarde degenera, se seca o aborta. Tales plantas tienen, entonces, que absorber el agua y las sustancias alimenticias por toda la superficie. El representante más conocido de este eco-tipo es la *Tillandsia usneoides*, llamada también barba de monte o «barba de velho» en el Brasil, «spanish moss», en la América del Norte. Está distribuida por todas las zonas tropicales o subtropicales de América y es por eso que se trata también de una de las plantas más estudiadas de esta Familia (Schimper 1888, Billings 1904, Mez 1904, Tietze 1906, etc.). Otros tipos de estas Bromeliáceas, extremadamente atmosféricos (de acuerdo con Mez) son menos conocidos y menos estudiados aún.

TILLANDSIA STREPTOCARPA

En el Jardín Botánico de Río de Janeiro, nos llamó la atención una Bromeliácea peculiar a la que queremos denominar «Bromelia polipa» para caracterizar su aspecto singular (atractivo). La fotografía (Fig. 1) muestra el hábito de esta planta tan interesante.

Las hojas de 20 a 40 centímetros de largo, agarran, con sus extremidades afiladas, los callos de un árbol como un pólipo agarra con sus tentáculos un objeto cualquiera o su presa. Las hojas nuevas están cubiertas por una especie de fieltro níveo; se presentan primero erectas para enrollarse más tarde con sus puntas. Las hojas más viejas pierden su blancura por causa del polvo atmosférico y de algas aéreas que en ellas se fijan. Las hojas muertas, de un color casi negro, cubren al tallo y sus puntas están, muchas veces, enrolladas en forma de un tirabuzón. La parte viva del tallo tiene hasta 20 centímetros de altura e incluyendo la parte muerta alcanza a 50 centímetros, de manera que, junto con la inflorescencia, llega hasta 80 centímetros de largo. Resulta pues, una planta de tamaño respetable. (Fig. 2). Raíces no existen. La fijación se da únicamente por medio de las hojas enrolladas. Un ejemplar completamente desarrollado pesa de 200 hasta 400 gramos. Comparada con una *Tillandsia usneoides* bien desarrollada, de algunos metros de largo y de unos 5 gramos de peso, la economía de agua de nuestro aerófito extremo, exige, por lo menos, las mismas o hasta mayores adaptaciones para garantizar su vida atmosférica.

Conforme a la monografía más reciente de las Bromeliáceas, la de Mez (1934-35), trátase de *Tillandsia streptocarpa* Bak., cuya área de distribución dice Mez que se encuentra en Minas geraes y Paraguay. La diagnosis detallada de esta especie en la Flora Brasiliensis de Martius, difiere, entre tanto, o no coincide con nuestra planta en dos caracteres, pues él describe la con escamas oscuras «*lepidibus bruneis*», las cuales, a veces, muestran un brillo de oro «*obscura aureo micantia*»; en tanto que las escamas de nuestra planta sólo presentan en la hoja nueva una albura cándida la que más tarde se torna

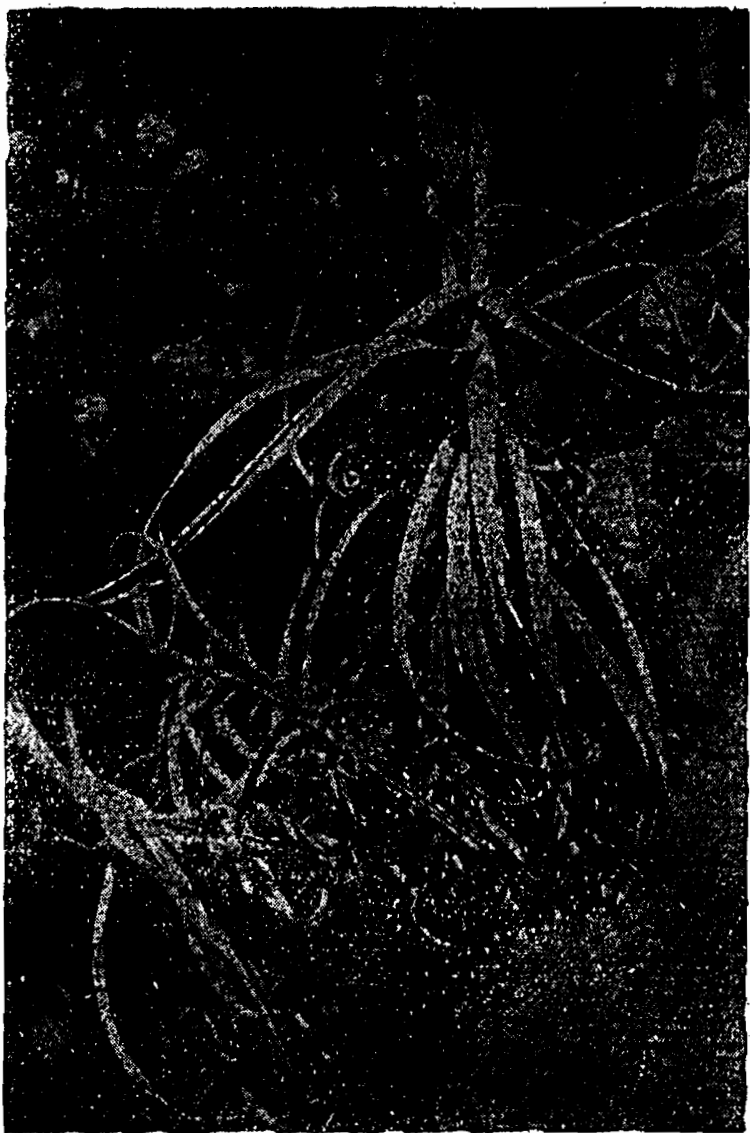


FIG. 1.—Aspecto típico de una *Tillandsia polipa* con las hojas enrolladas tomándose de un substrato.

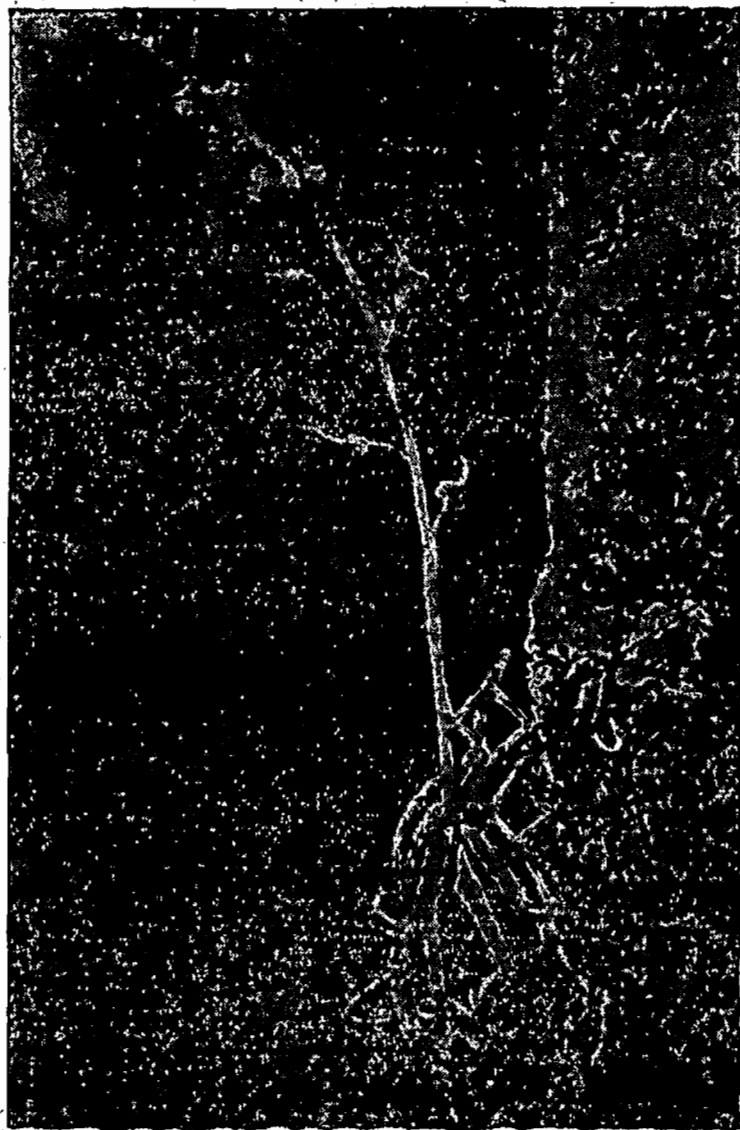


FIG. 2.—Ejemplar con inflorescencia.

más oscura por el polvo y por las algas aéreas que se depositan en las hojas.

También otros detalles de la diagnosis difieren un poco. ¿Cuáles son las razones de esas diferencias? «Si existen variedades, si la diagnosis se basó en material imperfecto, incompleto». Este problema no nos interesa, porque no pretendemos ocuparnos de la sistemática, justamente complicada, del género *Tillandsia*.

El tipo de las *Tillandsias* pólipas, sin raíces, agarrando substrato con las hojas enrolladas queda, entonces, representado por *Tillandsia decomposita* Bak. y *Tillandsia confusa* Hasler. La primera fué encontrada en Bolivia y Paraguay (Harms.) Foster (1942), menciona esta especie de Matogrosa y da una buena fotografía de la fijación «polipoidia».* La segunda o última se encuentra en el Paraguay.

OBSERVACIONES E INVESTIGACIONES

Desde luego llama la atención el revestimiento de fieltro de nuestra *Tillandsia streptocarpa*. Según el revestimiento de pelos distingue Mez (1904), dos tipos en las *Tillandsias* atmosféricas: 1.º Formas de lluvia, con revestimiento espeso de escamas (aspecto de pavimento); y 2.º Formas de rocío, con escamas menos espesas y aladas (esparcidas irregularmente).

En el primer tipo el tejido acuífero se encuentra en el lado superior y en el segundo en el lado inferior. En nuestra especie por lo menos en el lado inferior cerca del ápice y las escamas son aladas, con asas levantadas. Por eso podemos colocarla en el segundo tipo aunque las escamas son muy espesas y tanto que la planta parece cubierta con un fieltro blanco.

En el lado superior de la hoja, en el surco superior, se encuentran las asas inclinadas para el ápice y en el lado inferior, al contrario, van dirigidas para la base cubriéndose en ambos

* Palabra que no existe en la literatura y que introducimos para destacar un tipo biológico que, incluso, está representado por otras especies no bien descritas.

lados como las tejas de un tejado. Luego tendremos oportunidad de referirnos al significado biológico de este fenómeno.

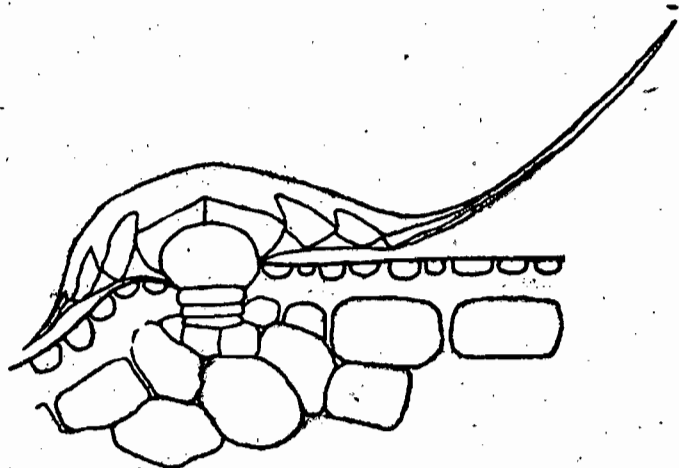


FIG. 3.—Escama de la *Tillandsia streptocarpa* Bak., en corte transversal. (Aumento 85 veces.)

Como se ve en nuestra Fig. 3, constan también las escamas absorbentes de nuestra *Tillandsia streptocarpa*, de cuatro células del pie o de la base de la escama, vivas y muy ricas en protoplasma, metidas en la epidermis. En la última de estas células fijase el disco de la escama con la asa unilateralmente prolongada constituida de células muertas. Las células del disco tienen las membranas externas muy espesadas y son

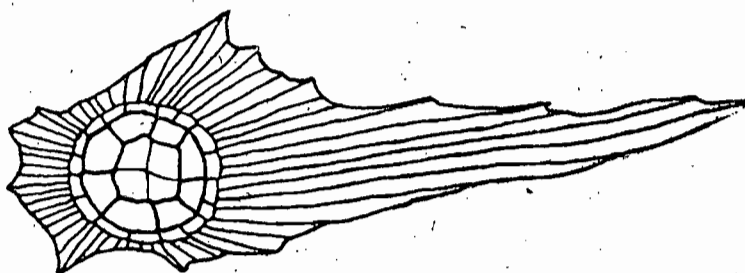


FIG. 4.—Escama de absorción de *Tillandsia streptocarpa* vista de arriba. (Aumento 85 veces.)

dé color pardo. Vistas de arriba (Fig. 4), vése bien la parte media del disco con las células radiales alargadas para un lado.

Esta asa, formada por células radiales, es levantada y produce el aspecto de fieltro de la hoja.

Conforme a las investigaciones de Mez (1904), Steinbrinck (1905), Wetzel (1924), el mecanismo de la escama absorbente funciona más o menos como sigue: cuando se mojan, las membranas no cutinizadas del disco, ricas en substancias pécticas, intumescen y se alargan; por esta causa las lúmicas de las células, que en el estado seco estaban completamente juntas, se alargan y forman de nuevo la cavidad o lumen, imbibiéndo lo con agua. Trabajan, entonces, como una bomba de succión. Esta agua, por su parte, es absorbida osmóticamente por las células vivas de la base de la escama. Para cumplir con esta tarea especial, las células vivas de la base están, en toda su periferia, cutinizadas, menos en una zona redonda en las membranas transversales. (Wetzel, 1924).

Las membranas, por causa de la cutinización, son menos dilatables, de manera que las células, después de haber absorbido un pequeño volumen de agua, se encuentran saturadas y, sin fuerza activa de absorción y ahora de ellas absorben las células hiposaturadas, es decir, que tienen fuerza de absorción, de la mesofila, el agua que ellas tenían.

Cuando las escamas se secan, desaparece la cavidad de las células del disco a causa de la cohesión del agua y las cuatro células medias, la llamada trampa, colócanse herméticamente sobre la célula superior de la base, de manera que la válvula de succión queda cerrada, evitando, en lo posible, la transpiración del agua absorbida.

LA RETENCION CAPILAR DEL AGUA

La propia absorción del agua es precedida por la retención capilar de la misma en el revestimiento escamoso y esa retención se da en nuestra planta con rapidez extraordinaria.

Una experiencia demostrará lo que afirmamos. Una planta que pesaba 260 grs. se introdujo en agua por algunos momentos; retirada se eliminó el exceso de agua sacudiéndola. Pesada en seguida dió como resultado 335 grs., es decir, que la planta tenía, más o menos dentro de unos segundos, 75 grs.

más, correspondiendo a 28,8% de su peso primitivo el que retuvo por capilaridad en el revestimiento escamoso.

En la planta entera las hojas muertas se mojan de la misma manera que las vivas. Las hojas mueren desde la punta para la base. Las hojas viejas, que parecen muertas, poseen, frecuentemente, bases vivas y además vainas vivas. De manera que aparentemente el agua puede ser conducida desde la parte viva para el tallo.

Las partes más nuevas de las hojas — puntos de crecimiento — es decir, las partes basales, a causa de su propio crecimiento, son inmojables, resultando punto menos que imposible para el agua penetrar hacia las vainas. El hecho es interesante si se compara a esta planta con las Bromelias cisternas donde ocurre todo lo contrario.

En esta región inmojable queda el agua capilarmente retenida por las asas y no consigue penetrar por bajo de la parte central del disco donde el aire se adhiere fuertemente.

TABLA I

PESO EN GRS.			AGUA RETENIDA	
Hoja	Seca	Mojada	Gr.	%
1	5,4	6,6	1,2	22,2
2	3,3	3,8	0,5	15,1
3	6,1	7,7	1,6	26,2
4	4,7	5,9	1,2	25,5
5	3,9	4,8	0,9	23,0
Promedio.	4,6	5,7	1,08	22,4

La Tabla 1, demuestra unas experiencias realizadas con hojas cortadas, medidas un momento en agua y pesadas des-

pués de eliminado el exceso. El resultado general es que una hoja viva adulta es capaz de retener por capilaridad más o menos 1 gr. de agua, es decir, un 22% del peso inicial. La entrada capilar de agua se da casi instantáneamente, levantándose muchas burbujas de aire aplastado por el agua. Por esta causa cambia la hoja el color blanco por el de verde grisáceo.

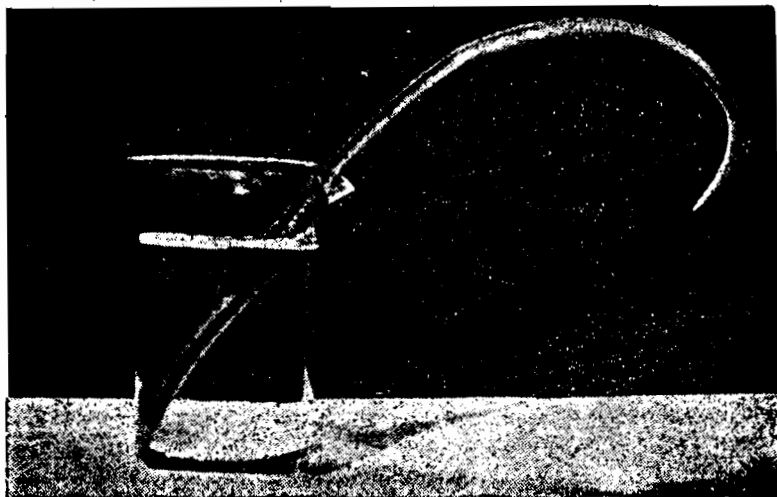


FIG. 5.—Hoja en un vaso con agua mostrando la ascensión capilar del agua.

Cuando se coloca una hoja en agua la absorbe con rapidez como se ve bien en la fotografía de la Fig. 5. La rapidez de este movimiento capilar es, en nuestra opinión, mayor que la conocida en otras plantas, por ejemplo, en los musgos o en aquellas de hojas peludas.

LA RAPIDEZ DE LA RETENCION CAPILAR DE AGUA

Para verificar la rapidez del movimiento del agua, hicimos una serie de experiencias representadas en la Tabla II. Medimos la rapidez del movimiento capilar del agua en el lado inferior de una hoja colocada en agua primero hasta 0,5 centímetros, en seguida hasta 0,10 centímetros y después

hasta 0,15 centímetros de altura del nivel del agua. El tiempo más corto de la primera zona de 0,5 centímetros verificado por nosotros fué de 20 segundos. Los tiempos para las di-

TABLA II

Hoja	0-5 cm.	0-10 cm.	0-15 cm.
1	35 segs.	3'20 segs.	8'
2	25 segs.	2'30 segs.	7'10 segs.
3	2'30 segs.	7'20 segs.	15'
4 a)	20' segs.	2'	6'30 segs.
4 b)	2'40 segs.	8'45 segs.	17'10 segs.
4 c)	3'15 segs.	10'50 segs.	30'

versas hojas oscilaron mucho y encontramos que la causa de este fenómeno se debía al humedecimiento anterior de la hoja.

La hoja 4 a) se colocó en agua después de haber estado un largo tiempo seca; la hoja 4 b) después de permanecer seca durante 2 horas y la hoja 4 c) después de haber permanecido seca más de 4 horas. Verificamos que el humedecimiento anterior retarda el movimiento capilar del agua, tal vez por causa de la existencia de una capa finísima de agua entre la parte central del disco y la epidermis.

Las escamas tienen inclinación opuesta; las del lado superior están inclinadas hacia arriba y las del lado inferior hacia abajo. La rapidez del movimiento capilar del agua es mayor en el sentido de la inclinación de las asas y, naturalmente, la rapidez de la ascensión del agua es diferente en ambos lados. Colocada la hoja con la base en agua, la subida es más rápida en el lado superior y si se coloca con el ápice en agua la rapidez es, por lo tanto, mayor en el lado inferior.

En síntesis, en la inclinación ascendente o acopetal, la rapidez es mayor que en la inclinación basipetal. En un espacio de 5 centímetros la diferencia de los movimientos en ambos lados llega a ser de 5 segundos hasta un minuto. La importancia biológica de este fenómeno carece, por el momento de explicación.

También gotas aisladas se absorben por capilaridad con mucha rapidez; así obtuvimos, con gotas de agua de 55 miligramos de peso los siguientes resultados:

Absorbida

4

10

5

6

5

Media: 6 segundos

LA ABSORCION DEL AGUA PARA EL INTERIOR DE LA MESOFILA DE LA HOJA

Podemos, entonces, afirmar que la retención capilar del agua es cuantitativamente importante y que se da con rapidez, hechos que son de gran valor para la ecología de la planta. Pero queda por saber cuál será la cantidad total de agua absorbida para el interior de la mesofila de la hoja y, respectivamente, cuál es la cantidad que la hoja puede perder de su reserva interna de agua.

Las hojas de la Tabla III hacía 4 meses que no habían recibido precipitaciones en forma de lluvia y estaban, por lo tanto, bastante mustias. Las colocamos en agua y medimos el aumento de peso al cabo de 6 horas. La Tabla demuestra que las hojas doblan su peso y absorben respectivamente 100% de su masa anterior de agua. Por tanto podemos también admitir que las hojas perdieron en 4 meses más o menos un 50% de su agua en el estado turgesciente.

TABLA III

Hoja	Seca	Turgescente	Absorción	
			Gr.	%
1	3,3	6,5	3,2	96,9
2	3,8	7,2	3,4	89,4
3	3,1	6,1	3,3	106,4
4	4,2	7,8	3,6	85,7
Media.	3,3	6,4	3,3	94,6

Las hojas de nuestras experiencias eran las más viejas, es decir, aquellas que en el vegetal se tornan normalmente mustias en tanto que las hojas nuevas continúan turgescentes a costa de ellas.

EL MECANISMO DE LA FIJACION POLIPOIDIA DE LAS HOJAS

Las hojas nuevas están primero erectas y al llegar al estado adulto comienzan a inclinarse y a enrollarse con la punta formando gancho para abajo. En esta posición pueden caer sobre ramas o cállos y aprisionarlos. Si no encuentran soporte caen a causa de su propio peso (Fig. 2).

El punto donde la hoja se dobla queda en la transición de la vaina para el limbo en un lugar donde es más fina y menos resistente por tener ahí menor concavidad. Más tarde se enrollan las puntas cada vez más, frecuentemente efectúan muchas torsiones hasta aplicarse a un soporte e incluso a otras hojas de la misma planta.

El enrollamiento es un mecanismo de cohesión debido a un acortamiento desigual en el lado superior e inferior de

la hoja. Este se inicia en el punto fino y plano (lugar de articulación); la hoja queda por encima cada vez más cóncava más o menos hasta la mitad de su extensión y de ahí disminuye la concavidad superior hasta que la hoja queda plana en la punta de ese mismo lado.

También el grosor de la hoja se modifica; desde la base más fina engrosa hasta el medio punto en el cual el espesor es el doble del primitivo, para disminuir hacia la punta en donde, en todo caso, el espesor es mayor que en el punto de doblamiento.

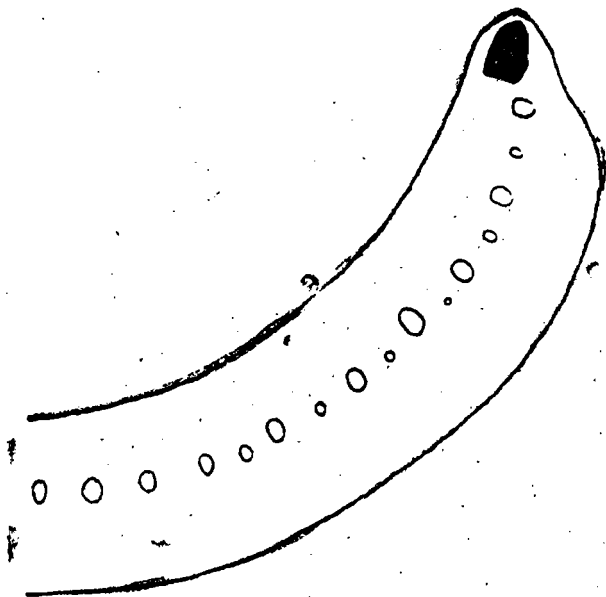


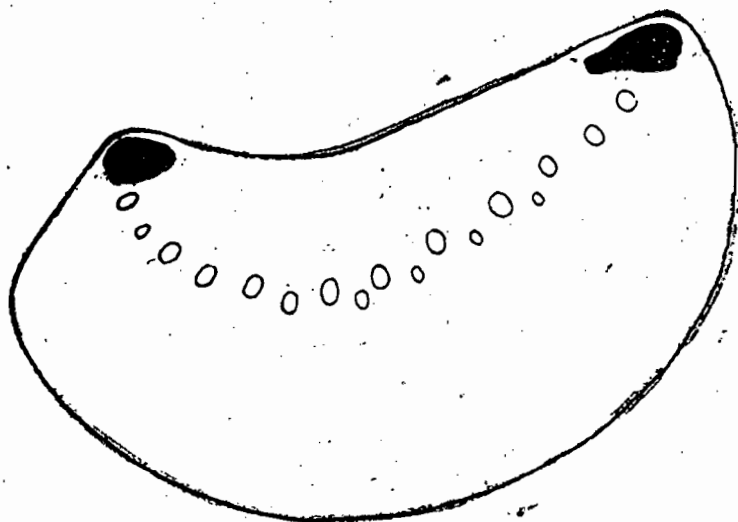
FIG. 6, a - d.—Cortes transversales por una hoja mostrando la distribución del sistema mecánico:

a.—Mitad de hoja a 23 cm. de distancia del ápice. (Aumento 8 veces.)

La estructura anatómica corresponde a la función de la hoja. La Fig. 6 a), nos muestra el corte o sección transversal cóncava de la hoja por debajo de la mitad del limbo. Se ve con claridad la distribución del tejido mecánico; dos fuertes

cordones de esclerenquima se encuentran por debajo de los dos bordes de la hoja y aún la epidermis por encima de ellos se halla reforzada por una segunda capa esclerenquimática. Entre los dos cordones se extienden, a través de la mesófila en su parte media, los haces liberoleñosos pequeños, con sus respectivas capas de esclerenquima.

Debido a esta constitución en este lugar, la hoja no se puede curvar hacia abajo, pero los dos bordes cúrvanse por encima formando así la hoja una especie de tubo en el caso

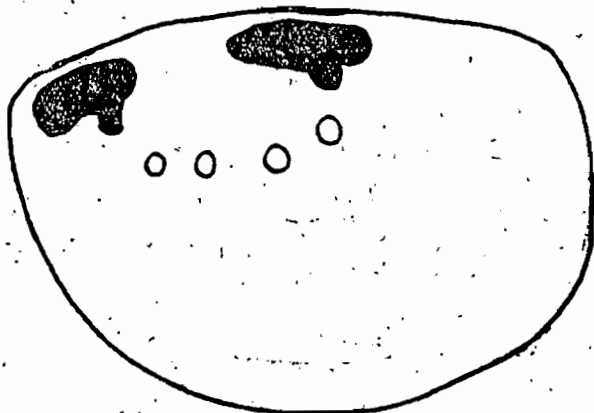


b.—Hoja entera a 11 cm. de distancia del ápice. (Aumento 8 veces.)

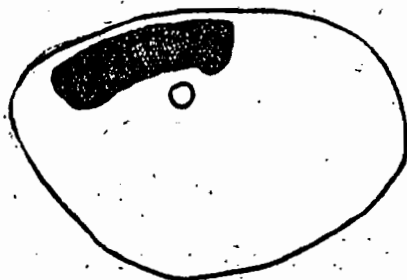
de que pierda mucha agua. Pero hacia encima la hoja (Fig. 6 b), estrecha casi el doble de su espesura y los dos cordones esclerenquimáticos se dislocan para el lado superior lo mismo que los haces liberoleñosos. De manera que el sistema mecánico queda más próximo en el lado superior de la hoja.

Cuando la hoja pierde agua se encoje el tejido en el lado inferior más que en el lado superior por causa de las columnas mecánicas ahí existentes. El resultado es un enrollamiento para abajo. Más evidente queda aún la constitución espe-

cífica de la hoja en la Fig. 6 c) y 6 d) más cerca de su ápice; ahí los cordones esclerenquimáticos aparecen más aproximados hasta que al final se fusionan, un poco antes de la extremidad de la hoja.



c.—Hoja entera a 3 cm. de distancia del ápice. (Aumento 8 veces.)



d.—Hoja entera a 1,5 cm. de distancia del ápice. (Aumento 8 veces.)

Así resulta una estructura — como nos muestra el examen anatómico — que, a partir de la mitad del limbo, aumenta cada vez más la tendencia de enrollamiento hacia abajo, tratándose de pérdida de agua. Los resultados se ven muy bien en las Figs. 1 y 2. El mecanismo es debido a la pérdida de agua, hecho que también podemos mostrar en hojas cortadas. Paralelamente con el aumento de la pérdida de agua por transpiración, aumenta el enrollamiento de la hoja y,

consecuentemente aumenta, con el aumento de contenido de agua, su desenrollamiento, es decir, que una hoja enrollada puesta en agua se estira hasta quedar casi recta por la absorción de la misma. Ambos movimientos, enrollamiento y desenrollamiento, se dan con gran fuerza a tal extremo que un peso de 500 grs. colocado sobre las hojas no pudo, en nuestras experiencias, impedirlos.

También en una planta viva una hoja enrollada alrededor de un soporte, puede soltarlo, lo que ocurre cuando, después de una lluvia, recupera de nuevo su turgescencia. Pero las hojas turgescientes quedan con la punta siempre un poco curvada en forma de gancho, de manera que con ellos se mantienen adherida. La fijación permanente se debe sólo a las hojas y, en especial, a sus puntas muertas las cuales no pueden desenrollarse, ya que el mecanismo se basa en oscilaciones de la turgescencia la cual está ligada a la vida de la planta.

Resumiendo podemos decir que existe un mecanismo muy propicio de la fijación polipoidia por el enrollamiento de las partes apicales de la hoja, la que se inclina primero por su propio peso en una especie de articulación y enrollándose en seguida por un mecanismo de cohesión alrededor del soporte alcanzado.

ALIMENTACION O NUTRICION

Por los análisis de sustancias minerales de la *Tillandsia usneoides*, realizados por Lieske (1915), sabemos que las *Tillandsias* aéreas contienen cantidades respetables de sustancias minerales, las cuales provienen, probablemente, del polvo atmosférico. También nuestra *Tillandsia* es capaz, o parece capaz, de aprovechar el polvo del aire. Conforme con nuestra opinión y de acuerdo con la estructura especial de las escamas, éstas no sólo intervienen en la absorción rápida del agua — del rocío o de la lluvia — sino que también sirven para la retención de partículas de polvo atmosférico.

Pantó la posición inclinada de las asas, como la inclinación opuesta en el lado superior e inferior de la hoja, nos parecen favorables para la captación y retención de partículas de polvo

del aire. Es fácilmente comprensible que las escamas levantadas capten polvo y conduzcan el aire para el ángulo de la base de manera que las partículas queden retenidas. En la hoja nueva, erecta, el lado superior queda en posición favorable, pero en la hoja inclinada para abajo, es el lado inferior el que alcanza la posición adecuada.

Aparentemente es la inclinación opuesta de las asas en los dos lados de la hoja una adaptación favorable para la captación de partículas de polvo porque ella coloca, por causa de su tendencia al enrollamiento, ambos lados alternadamente en posición favorable. Por lo demás se puede verificar con facilidad que las escamas de las hojas más viejas retienen siempre mucho polvo. Y fuera de esto existe, para las Bromeliáceas epifíticas otro factor de alimentación mineral, es decir, la excreción cuticular, fenómeno descubierto por Arens (Arens, 1934, Lausberg, 1935). Se llama excreción cuticular al hecho de que las hojas excretan sustancias minerales en el agua de rocío o de la lluvia que en ellas se deposita y así esta agua enriquecida en sustancias minerales cae sobre la vegetación epifítica de las copas de los árboles.

CONCLUSIONES

En resumen, establécese un nuevo tipo bioecológico de las Tillandsias extremadamente aerofíticas como Tillandsias pólipas y descríbese Tillandsia streptocarpa Bak. como representante característico de este tipo.

Los resultados principales son los siguientes:

1.º La retención capilar del revestimiento escamoso de la hoja es más o menos un 22% del peso foliar.

2.º El agua se absorbe con rapidez extraordinaria por capilaridad en las hojas recorriendo hasta 5 centímetros en 20 segundos.

3.º El paso del agua por las escamas de absorción de la hoja llega a un 100% del peso de la hoja y respectivamente la pérdida de agua por transpiración alcanza hasta más del 50%.

4.º El mecanismo de la fijación polipoidia de la hoja es causado por dos fenómenos: a) o desdoblamiento de la hoja en su base debido a su propio peso; y b) o por un mecanismo de cohesión de acuerdo con la estructura mecánica de la hoja lo que produce el enrollamiento de la extremidad de la hoja.

5.º El papel de las escamas en la captación de partículas de polvo atmosférico queda aún sin solución hasta que nuevas investigaciones vengan a aclararlo.

Río de Janeiro, 27-X-1944.