

UTILIZACIÓN DE CÁMARAS DE NEGATIVO PEQUEÑO PARA LA OBTENCIÓN DE FOTOGRAFÍAS DE OBJETOS CERCANOS Y FOTOMICROGRAFÍAS

Por NORBERTO J. PALLERONI¹

INTRODUCCIÓN

El dispositivo que describimos permite la obtención de fotografías de preparados microscópicos y de objetos de los cuales interese tomar detalles tales que obliguen a aproximar la cámara a una distancia menor a la mínima admitida por el sistema de enfoque. Puede ser confeccionado utilizando cámaras de objetivo desmontable elegidas, de preferencia, entre aquellas que exigen el uso de película de 35 mm. En este artículo se describe la adaptación de las cámaras de las conocidas marcas Contax y Leica, pero su interpretación hace extensiva la posibilidad a otras (Kine-Exakta, Foca, etc.), y, en general, a todas las cámaras en las cuales el objetivo pueda ser quitado mediante una sencilla operación.

BREVES CONSIDERACIONES GENERALES

El objetivo fotográfico, sea cual fuere su complejidad, funciona de manera equivalente a una lente convergente, capaz de dar imágenes reales, invertidas y menores, iguales o mayores que el objeto, según sea la posición de éste en relación al foco externo del sistema. Cuando el objeto se halla en el infinito (prácticamente, a una distancia igual o mayor de 30 m), la imagen se forma en el plano focal posterior de la lente. La distancia entre el centro óptico del sistema y el plano focal, se denomina « distancia focal ». Para una cámara fotográfica, cualquiera, se considera « distancia focal normal » a aquella que resulta aproximadamente igual a la diagonal de la superficie negativa que utiliza dicha cámara.

A medida que el objeto se acerca desde el infinito hacia la lente, la imagen se va alejando de ésta en el espacio opuesto. Para « enfocar » correctamente la imagen sobre el plano de la película, la solución más sencilla desde el punto de vista constructivo es la de hacer alejar el objetivo de ese plano. El enfoque se realiza en forma automática en las cámaras que poseen un visor telemétrico acoplado al movimiento del objetivo.

¹ Profesor Extraordinario de Microbiología Agrícola e Industrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.

Hay, como es lógico suponer, un límite en el movimiento de alejamiento del objetivo, de modo que sólo se puede enfocar correctamente un objeto cuando está ubicado entre el infinito y una distancia mínima de valores que oscilan alrededor de un metro. Ese es el acercamiento máximo del objeto, compensable por el alejamiento máximo del objetivo, con relación al plano de la película. Para acercar más la cámara al objeto a fin de tomar con más detalles la fotografía, puede procederse a adosar al objetivo una lente convergente suplementaria que aumenta la convergencia del sistema óptico, o bien a seguir alejando el objetivo del plano de la película. Este último procedimiento (que en algunas máquinas de fuelle se logra con una amplitud grande de movimiento del mismo) posee la ventaja de que el sistema óptico, excelentemente equilibrado, de las buenas cámaras, no modifica su calidad en lo más mínimo, porque, aún en el caso de que las lentes de aproximación hayan sido calculadas para el objetivo con el cual se usan, implican, por lo menos, el agregado de dos nuevas superficies de cristal en contacto con aire, capaces de ocasionar pérdidas de luz y de nitidez.

Entre los accesorios de algunas cámaras figuran también tubos de distinta longitud que pueden ser interpuestos entre la cámara y el objetivo. Esos tubos permiten un acercamiento mayor al objeto cuanto mayor longitud tienen, y, por lo tanto, un mayor tamaño de la imagen en el negativo. La longitud de esos tubos no puede ser modificada con el objeto de obtener todos los tamaños de imágenes que se desea. Con el dispositivo que describiremos, es posible hacer variar en forma continua el tamaño de las imágenes sobre la superficie del negativo.

Cuanto mayor es el acercamiento del objeto a fotografiar, tanto mayor será la imagen que se forma sobre el negativo; pero llega un momento en que el objeto, por su proximidad al frente del objetivo, no puede ser iluminado convenientemente. A partir de ese límite, puede ya reemplazarse el objetivo de la cámara por el microscopio, y se entra al campo de la fotomicrografía, que exige el dominio de una técnica especializada.

Las enormes posibilidades que, para el investigador, ofrece la fotografía pasando los límites de la aproximación máxima de una cámara normal, hasta la fotomicrografía, pueden lograrse con el dispositivo cuya construcción es el objeto del artículo presente. El campo de sus posibilidades comprende la confección de microfilms, con los cuales el hombre de ciencia puede enriquecer en forma ilimitada su material bibliográfico.

IMPLEMENTOS NECESARIOS

a) *Cámaras.* — Las mejores cámaras que sirven de base para la construcción del sencillo dispositivo que describimos más adelante, son las de las marcas Contax y Leica, o las similares, siempre que sea posible separar fácilmente el objetivo de la cámara. Preferimos las que utilizan película de 35 mm, por cuanto el negativo pequeño resulta de fácil manejo, de costo reducido y, además, por cuanto el grado de ampliación que, en general, se requiere, cuando se ha ubicado correctamente la imagen que interesa recoger, de modo de aprovechar al máximo la superficie negativa, escapa a los inconvenientes de la aparición del « grano », contribuyendo a ello la utilización de película apropiada, como indicaremos oportunamente.

De los objetivos de las cámaras mencionadas, se preferirán los « normales », vale decir, los que tienen 50 mm de distancia focal, y entre ellos, los de las conocidas fórmulas Tessar (Tessar 1:3,5 o 1:2,8, que llevan las cámaras Contax y Kine-Exakta) o Elmar (de Leica).

b) *Accesorios.* — Además de la cámara se necesita, como accesorio principal, una cámara de fuelle de placas o de rollos de medida grande, con la parte posterior desmontable, de dimensiones tales que permita adosar la cámara fotográfica a utilizar a una plancha intermedia para evitar las filtraciones de luz del exterior. Las mejores para este fin son las cámaras para fotomicrografías, de fuelle, verticales, con pie y con cremallera; no es difícil encontrar este tipo en muchos laboratorios dedicados desde hace algún tiempo a las disciplinas biológicas; por otra parte, es fácil conseguir una apropiada por poco dinero en las casas que se dedican a la venta de cámaras fotográficas de ocasión. A falta de este implemento también sirven, como dijimos más arriba, las cámaras de fuelle para rollos de medida grande, siempre que sea posible desmontar el objetivo y que el orificio anterior que queda permita el paso del objetivo de la cámara de negativo pequeño que se va a utilizar.

Algunas casas del ramo se encargan de la construcción de fueles de diversas medidas, resultando, en ese caso, muy sencillo su fijación a un soporte vertical, y el ajuste de la cámara de negativo pequeño y su objetivo, o el microscopio, según indicaremos más adelante.

El resto de los accesorios para la construcción del dispositivo, se reduce a algunos trozos de madera común, de terciado de tres y cinco chapas, una sierrita de calar y un trozo de cristal esmerilado.

c) *Material fotográfico.* — La película que se recomienda para las fotos que sirvan para la ilustración de los trabajos científicos,

para la confección de « microfilms », etc., es la denominada « positiva », ya que posee un gran contraste y un grano muy fino.

CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO

a) *Ajuste de la cámara de negativo pequeño y del objetivo a la cámara de fuelle.* — Se estudia cuidadosamente el formato de la cara anterior de la cámara, despojada del objetivo, con el propósito de proyectar el trazado del adaptador que permitirá adosar aquélla a la cara posterior del fuelle. El mismo estudio se hace extensivo al objetivo, que será fijado a la cara anterior del fuelle. Se puede,

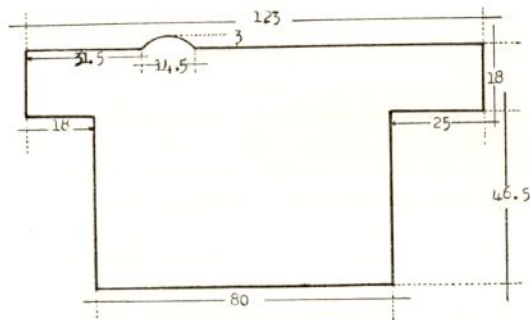


FIG. 1. — Las medidas están dadas en mm.

entonces, calar en madera (de preferencia terciado de 5 chapas, que da un resultado excelente) un dibujo tal que permita asegurar el frente de la cámara aprovechando las características de éste con el objeto de impedir todo movimiento de desplazamiento. El dibujo calado se ha de proyectar de modo que el centro del orificio que queda en la cámara cuando se ha quitado el objetivo de la misma, quede en el eje de la cámara de fuelle y en el del objetivo que se ha de colocar en el otro extremo, o en el eje óptico del microscopio, en el caso de la fotomicrografía.

La chapa de adaptación, por otra parte, debe ajustar en la cámara de fuelle del mismo modo que los chasis portaplacas. A modo de ejemplo, reproducimos dos diseños, uno de los cuales corresponde a un calado para cámara Contax modelo II, y el otro a una cámara Leica III-a (figuras 1 y 2).

En cuanto se refiere a la construcción del soporte del objetivo, que irá ajustado al extremo inferior del fuelle, aún cuando el diseño es más sencillo, se ha de tener presente lo siguiente: si se usa el dispositivo para fotografiar objetos a menos de la distancia mínima admitida por la cámara (siendo ésta, p. ej., de 1 metro), el campo de aplicación comprende desde la fotografía a 1 m hasta distancias

mucho menores, siendo la mínima la que resulta aún compatible con una iluminación correcta del objeto a fotografiar. Si la cámara se usa para fotografiar objetos a 95 cm, p. ej., el objetivo correctamente enfocado deberá quedar algo introducido todavía en la caja de la cámara. El soporte de la cámara y del objetivo han de permitir, por lo tanto, ese acercamiento de ambas partes. Si el fuelle de la cámara usada como accesorio se pliega completamente,

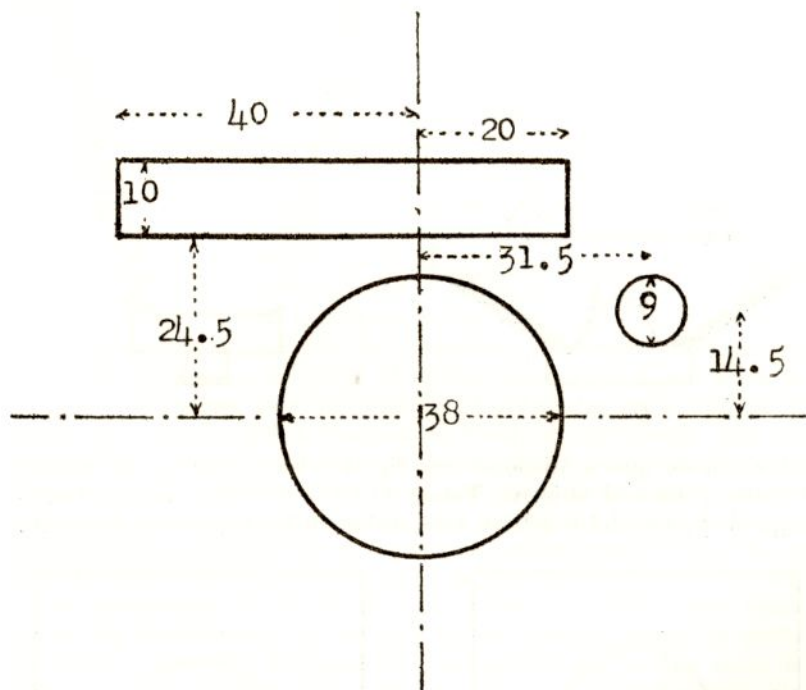


FIG. 2. — Las medidas están dadas en mm.

puede que aún resulten demasiado separadas su cara inferior y superior. De tal manera, se deberá estudiar la construcción de un primer soporte del objetivo que permita ese acercamiento entre cámara y objetivo, una vez plegado al máximo el fuelle (ver fig. 3).

Por otra parte, cuando se quiere fotografiar desde muy cerca un objeto pequeño o un detalle de un objeto mayor, cámara y objetivo quedan separados entre sí. Si utilizáramos el mismo soporte del objetivo para este caso, tropezaríamos con la dificultad de que no podemos disponer al máximo el acercamiento del frente del objetivo, ya que éste, por las razones que exponíamos en el primer caso, queda introducido en el fuelle. Es menester, entonces, proyectar un segundo soporte que, tomando al objetivo desde su

región posterior, permita sobresalir el frente del mismo y acercarlo al objeto a fotografiar tanto como lo permita el sistema de ilu-

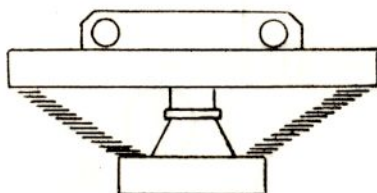


FIG. 3.

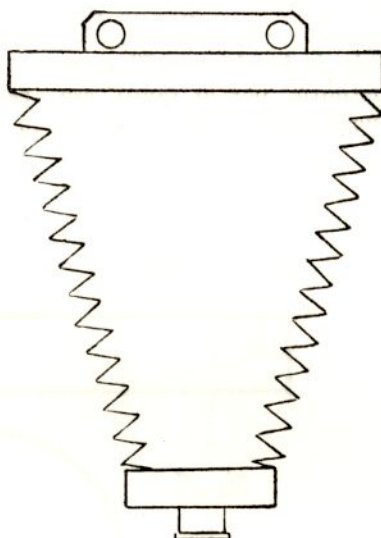


FIG. 4.

minación de que se dispone (ver fig. 4). En el caso de la cámara Contax y para el objetivo Tessar 1:3,5 (o 1:2,8) se da un diseño para el soporte del objetivo, aprovechando las bayonetas de ajuste

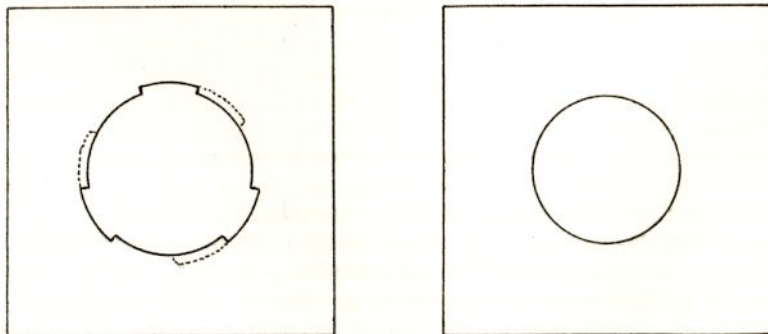


FIG. 5. — A la izquierda, la chapa inferior (vista por su cara inferior). La zona delimitada por puntos, representa una excavación en la chapa posterior del terciado, de espesor tal que permita el deslizamiento de las bayonetas. A la derecha, la chapa superior. Va fijada a la inferior por la cara de ésta que lleva las tres excavaciones punteadas.

del tubo empotrable (ver fig. 5). En el caso de otros objetivos, el soporte puede ser una variante del mismo principio.

Hemos omitido, en las descripciones, el detalle del ajuste de los soportes de la cámara y del objetivo a la cámara de fuelle, porque, naturalmente, resultará variable con el diseño de ésta. En cada caso, la solución resulta por lo general muy sencilla. Además, hemos supuesto que el fuelle se coloca verticalmente, aún cuando la cámara y el objetivo pueden ser sujetados en forma apropiada si se desea dirigir el fuelle hacia otras direcciones que no sean la vertical.

b) *Construcción de los soportes para el cristal despulido.* — El enfoque de la imagen que da el objetivo o el microscopio se realiza con toda precisión sobre un cristal despulido apoyado sobre dos soportes fijados a la chapa a ambos lados del lugar que va a ocupar la cámara (ver figs. 6 y 7). La operación del enfoque se realiza de la siguiente manera: colocado el objetivo en el adaptador que lo fija al extremo inferior del fuelle, o colocado el microscopio correctamente, en el caso de que se quiera realizar fotomicrografías, se apoya el cristal esmerilado en la tabla adaptadora de la cámara y se trata de ubicar la imagen sobre el mismo. Para ello, el cristal despulido ha de llevar, trazado sobre su cara rugosa, el rectángulo correspondiente al tamaño del negativo. Una vez enfocada con precisión la imagen, se quita el cristal esmerilado y se coloca la cámara; ya no hay más que apretar el obturador para obtener la fotografía. Por lo que acabamos de decir, se comprende que los soportes del cristal despulido sobre la chapa adaptadora de la cámara, en las cabeceras del lugar que va a ocupar ésta, han de estar contruidos de modo que la cara rugosa del cristal despulido esté ubicada exactamente a la misma altura que la cara de la película que lleva la emulsión, en el interior de la cámara. Los ensayos destinados al cálculo de esa altura se realizan más fácilmente en las cámaras en las que resulta posible quitar la parte posterior y dejar al descubierto la superficie por la que corre la película (como sucede en las cámaras Contax y Kine-Exakta). Sin embargo, en las cámaras en las que resulta imposible tal operación (como en la Leica), puede medirse la distancia entre el plano anterior del aro que lleva la rosca para el objetivo y el plano de la película (para la Leica, esa distancia es de 29 mm).

En las cámaras del tipo Contax, con la parte posterior desmontable, es posible un ajuste perfecto de la altura del esmerilado, siguiendo el método que indicamos a continuación: se realiza primeramente un ajuste aproximado quitando la parte posterior de la cámara, apoyándola sobre la tabla adaptadora que lleva el calado, colocando un portaobjetos sobre las correderas que guían la película, en dirección transversal a las mismas, y midiendo lo más exactamente posible (por ejemplo, con la ayuda de un compás de puntas secas movibles) la distancia entre la superficie inferior del portaobjetos y la superficie superior de la tabla sobre la cua

se habrá colocado previamente un trocito de película negativa (ver esquema de la fig. 8). Esa es la altura que se debe dar al soporte del cristal despulido, y su exactitud es suficiente cuando se toma con todo cuidado, pero el ajuste realmente exacto se puede efectuar según indicamos a continuación. Abierta la cámara y el obturador de la misma, se apoya en las correderas metálicas interiores donde asienta la película cuando corre desde un carrete a otro, un cristal plano de la medida del ancho de la película. Un portaobjetos resulta demasiado angosto, pero puede apoyarse en forma ligeramente oblicua sobre las correderas mencionadas. Se aplica con la yema del dedo un poquito de vaselina líquida sobre la cara inferior de ese cristal y se hace coincidir esa zona aproximadamente con el centro de la abertura del obturador. Entonces,

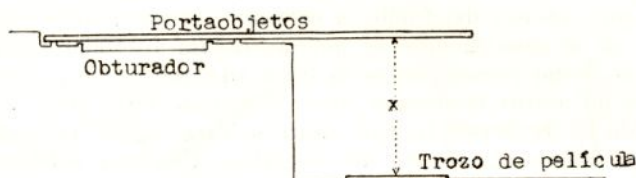


FIG. 8. — Esquema que muestra la forma de tomar la medida aproximada de la altura que deben tener los soportes del cristal despulido de enfoque.

trabajando con el fuelle sin el objetivo, se introduce por debajo el tubo de un microscopio (de igual manera que si se fuera a hacer una fotomicrografía), al que se ha reemplazado el ocular por un tapón de goma horadado, atravesado por una varilla de vidrio de punta redondeada a la llama. Se sube con el tornillo macrométrico y luego con el micrométrico, pudiéndose apreciar el momento exacto en que la punta de la varilla toca la zona vaselinada. Se reemplaza ahora la cámara con el porta por el cristal despulido, apoyado en los soportes cuya altura se ha calculado en forma aproximada, según indicamos anteriormente, y, pasando igualmente vaselina por su cara inferior, se controla si la varilla toca el cristal esmerilado, en la posición en que se dejó el microscopio. Si no es así, se reforma la altura de los soportes, y así, por sucesivos retoques, puede realizarse un ajuste tan fino que sólo difieran película y esmerilado de algunos micrones solamente. Esa exactitud es más que suficiente a los fines que se persiguen. El procedimiento, como fácilmente se ve, tiene la ventaja de que, si bien la cámara, por pesar siempre más que el cristal despulido, hace ceder algo el soporte que la sustenta cuando se la coloca en lugar de aquél para sacar la fotografía, esa modificación de la altura no tiene importancia, por cuanto el ajuste exacto ha sido realizado en las mismas condiciones.

Una vez ajustado el cristal esmerilado, se traza sobre la cara despulida del mismo el rectángulo de 24×36 mm correspondiente al negativo de las cámaras de 25 mm, operación de la que no damos detalles por resultar sumamente sencilla tomando con cuidado las distancias que interesan.

A continuación transcribimos dos fórmulas cuya aplicación resulta de utilidad para el cálculo exacto del aumento de exposición para la corrección de la lectura del fotómetro cuando se toman fotografías de objetos cercanos, y para el cálculo de la profundidad focal, de interés cuando se fotografían objetos con relieves pronunciado. Ellas han sido tomadas de *The Leica Manual*, pp. 233-234, 11ª edición, 1947.

Factor de exposición:

$$\text{el aumento de exposición } T = \frac{D^2}{F^2}$$

donde D es la distancia del objetivo al plano de la película y F es la distancia focal del objetivo.

Profundidad de foco:

$$\text{Punto más cercano en foco } A = \frac{L \times B \times F}{(L \times F) + C (B - F)}$$

$$\text{Punto más lejano en foco } Z = \frac{L \times B \times F}{(L \times F) - C (B - F)}$$

en las cuales L es el diámetro del objetivo (se calcula dividiendo la distancia focal por la abertura del diafragma), B es la distancia del objeto al objetivo, F la distancia focal del objetivo, y C el « círculo de confusión », en general, de 0,03 mm.

RESUMEN

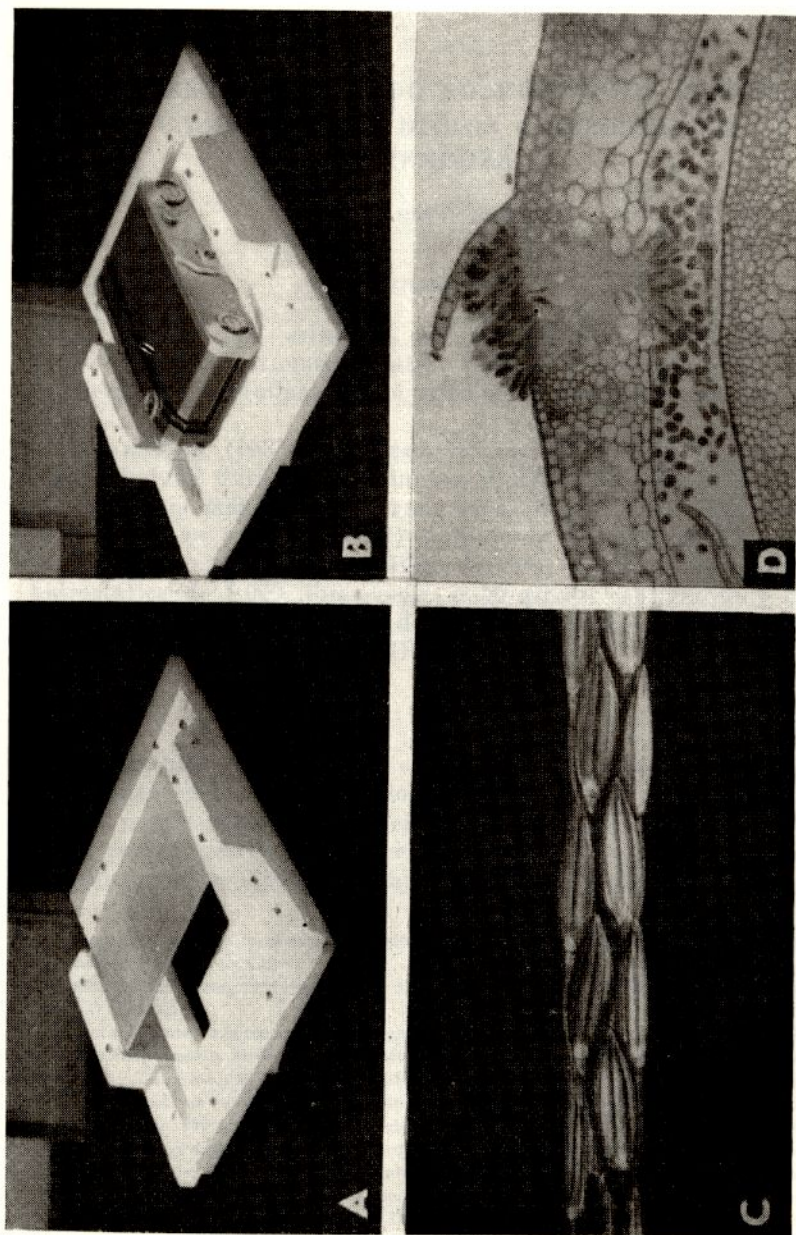
Se describe la construcción de un dispositivo que permite utilizar las cámaras de negativo pequeño, con objetivo desmontable, para la obtención de fotografías a distancias menores a las mínimas admitidas por los respectivos sistemas de enfoque, sin el acoplamiento de lentes de aproximación. También es posible la realización de fotomicrografías, con lo cual quedan cubiertas, en forma continua, todas las proporciones posibles entre el tamaño del objeto y el de la imagen, con un límite máximo de ampliación que depende del aumento dado por el sistema óptico del microscopio.

El dispositivo puede resultar de utilidad indiscutible para el investigador en la obtención de « microfílm » y en la confección de las ilustraciones de los trabajos de investigación.

SUMMARY

The author describes the construction of a dispositive wich enables the utilization of miniature cameras, with movable objective. It permits to obtain photos at smaller distances than the minimum admitted by the respective systems of focus, without the addition of approaching lenses. It is possible also to obtain photomicrographies with which are covered in a continuous way, all the possible proportions between the size of the object and that of the image, with a maximum limit of enlargement which depends of the magnification of the optical system of the microscope.

The dispositive can be of an inquestionable utility for the research worker in the obtention of microfilms and the illustrations if his papers.



A, figura 6; B, figura 7; C, fotografía de espiguillas de *Digitaria sanguinalis*, tomadas con objetivo Tessar 1:3.5 (10 X);
D, fotomicrografía de *Puccinia graminis* (42 X).