

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	45
II. MATERIALES Y MÉTODOS	46
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
IV. CONCLUSIONES	53
V. AGRADECIMIENTOS	54
VI. RESUMEN Y SUMMARY	54
VII. BIBLIOGRAFÍA	54

ANORMALIDADES MORFOLOGICAS EN LA BULBIFICACION DE AJO (*ALLIUM SATIVUM* L.)¹

J. L. BURBA², J. ALEMANY², M. V. CID², R. A. B. de AZEVEDO³

I. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El ajo (*Allium sativum* L.) es una especie ampliamente cultivada en Argentina y Brasil, con una producción en el año 1980 de 95.000 t y 48.000 t respectivamente, desconociéndose las pérdidas porcentuales por anomalías morfológicas severas.

La descripción del bulbo de ajo está basada en parámetros promedio; se trata de las descripciones de bulbos típicos y no revelan la variabilidad en formas y disposiciones frecuentemente encontradas (Mann, 1952).

Se ha establecido para esta especie la existencia de marcadas diferencias entre cultivares (variabilidad interclonal) y también desviaciones del producto final típico dentro de un mismo cultivar (variabilidad intraclonal); Jones y Mann (1963), Biotti y Krarup (1978), Mann y Minges (1958), Popova (1975), Bravo y Duimovic (1978), Ztritzke y Peters (1972), Shah y Kothari (1973), Mann (1952).

Varias de las anomalías más comunes citadas para el ajo, carecen de antecedentes bibliográficos completos a nivel descriptivo. En el presente trabajo se estudian anomalías morfológicas de 13 cultivares de ajo y se las clasifica en función del órgano afectado. La descripción de éstas pretende servir de base para futuras investigaciones sobre la fisiología de ocurrencia de tales anomalías.

¹ Trabajo presentado en el XXII Congresso Brasileiro de Olericultura. Vitoria, 1982.

² Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nac. de Córdoba. Argentina.

³ Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa. Brasil.

Recibido: 20 de Diciembre de 1983 - Aceptado: 29 de Mayo de 1984.

II. MATERIALES Y METODOS

Se analizaron durante 1981 las siguientes cultivares del Banco de Germoplasma de Hortalizas de la Universidad Federal de Viçosa (Brasil): Amarante, B.G.H. 0492, B.G.H. 4832, Caçador, Cateto roxo, Chinês 1, Chinês 3, Chonan, Gigante de Lavinia, Gigante de Ouro Fino, Gigante roxão y Jureia.

El estudio se efectuó entre los 30 y 60 días posteriores a la cosecha, y se consideró una muestra de 250 bulbos de cada cultivar que presentaban anormalidades.

El análisis morfológico de las diferentes anomalías se realizó mediante cortes, longitudinales y transversales, de bulbos y bulbillos (dientes) frescos y por disección de los mismos realizada con el auxilio de una lupa binocular. Los esquemas presentados son originales.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

En las cultivares analizadas se encontraron las siguientes anomalías:

Bulbillo o "diente" desnudo: en la figura 1 A se representa el corte transversal por un bulbo normal, del cultivar Caçador, que posee 2 hojas fértiles con 5 bulbillos cada una. En la misma cultivar se han encontrado bulbillos desnudos, llamados así por carecer de hoja de protección. Cada bulbillo está formado sólo por una hoja de reserva y una germinativa o de brotación, tal como se observa en la figura 1 B. No hemos encontrado antecedentes bibliográficos referidos a esta anomalía.

Bulbillo o "diente" extra: en bulbos normales que presentan hojas fértiles con un número variable de bulbillos cada una, suele encontrarse, en la Cultivar Gigante de Lavinia, una hoja fértil extra, en cuya axila se forma un bulbillo (Fig. 1 F). Se lo considera bulbillo extra por manifestarse, generalmente, adicionado con forma, tamaño y estado de dormición diferente a los demás. Afecta la presentación y modifica la uniformidad de emergencia cuando es utilizado como "diente semilla".

Bulbo simple: esta anomalía observada en las cultivares Caçador y Chonan, consiste en un bulbo de tamaño variable (de 1-3 cm. de diámetro) que puede poseer varias hojas germinativas o de brotación, algunas de ellas con 2 o más primordios de hojas verdaderas (Fig. 1 C). Presenta una sola hoja de reserva, una de protección, una fértil y algunas hojas estériles, todas concéntricas.

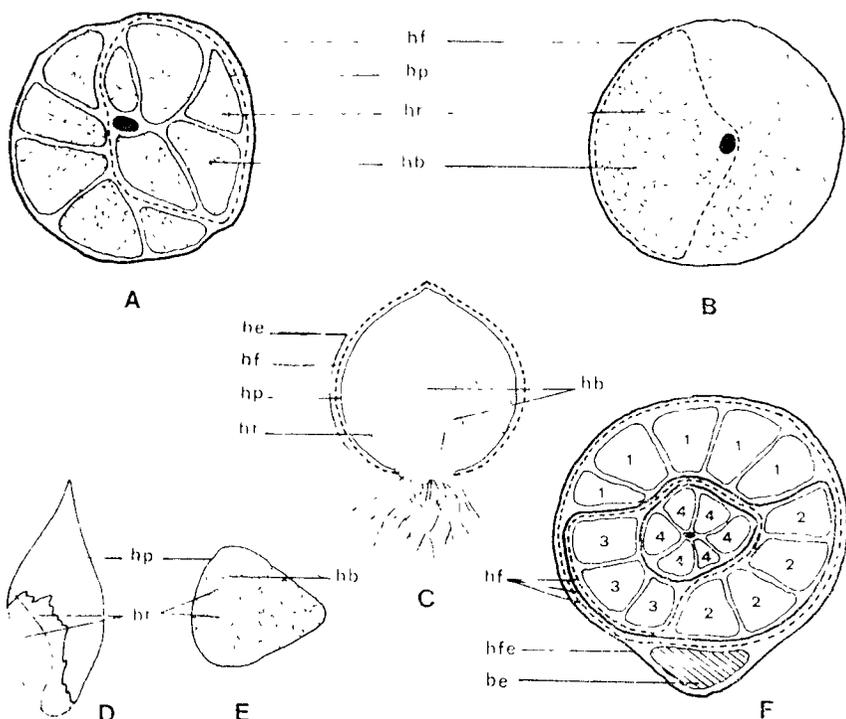


FIG. 1. — *Allium sativum* L. A: corte transversal por un bulbo normal; B: transcorte por un bulbo mostrando bulbillos desnudos; C: bulbo simple; D, E: bulbillo doble en vista externa y en corte respectivamente; F: corte transversal por un bulbo con bulbillo extra. Abreviaturas: be: bulbillo extra; hb: hoja de brotación o germinativa; he: hoja estéril; hf: hoja fértil; hfe: hoja fértil extra; hp: hoja protectora; hr: hoja reservante.

Esta anomalía conocida en Brasil con los nombres vulgares de “coquinho”, “piorra” o “moranguinho” compromete la tasa de multiplicación (Soares, *et al*, 1978).

Coincidimos con la descripción dada por Mascarenhas (1978) quien al hacer referencia a “coquinhos”, “piorras” o “moranguinhos”, establece que las plantas cosechadas provenientes de bulbillos aéreos, “palitos” o “cuñas” pueden dar origen a un único “bulbillo redondo” o a una pequeña cabeza con pocos dientes.

También Jones y Mann (1963) mencionan para *Allium ampeloprasum* L. la presencia frecuente de un diente único, grande y simétrico al que denominan “round”.

Bulbillo o “diente” doble: la figura 1 D muestra una vista externa de un bulbillo doble, que posee una única hoja de protección periférica

rodeando a ambas hojas reservantes. En el corte transversal del mismo, se observa la ausencia de la hoja protectora entre ambos dientes (Fig. 1 E). Estos bulbillos al ser utilizados como "diente semilla" dan lugar a "plantas dobles" que resultan con anomalías morfológicas a cosecha.

Mann (1952), describe un diente doble que contiene 2 hojas reservantes y puntos de crecimiento dentro de una única hoja protectora.

Anomalías en la conformación del bulbillito han sido citadas también por Biotti y Krarup (1978) al establecer, para la cultivar Valenciano Rosado, la presencia de 2 tipos de dientes dobles: uno con 2 hojas de reserva y otro con una sola hoja reservante pero con 2 ápices de crecimiento. Nosotros hemos detectado el primero de los tipos citados en la cultivar Gigante roxão.

Pseudobulbo: se propone este término cuando aparecen en el bulbo hojas envolventes extras que rodean bulbillos individuales o grupos de bulbillos. Estas hojas pueden emerger a la superficie junto con la hoja protectora, creciendo a través del cuello de la planta, aumentando el diámetro del pseudotallo y comprometiendo la calidad comercial y la producción total.

De acuerdo a la disposición y número de hojas envolventes extras presentes en el pseudobulbo diferenciamos:

– *Pseudobulbo simple*: grupo de bulbillos rodeados en conjunto por una hoja envolvente extra. Pueden presentarse hojas envolventes extras individuales para cada bulbillito.

– *Pseudobulbo múltiple*: uno o varios pseudobulbos simples rodeados por una o más hojas envolventes extras.

En la figura 2 A se representa un *pseudobulbo simple* de la cultivar Gigante roxão, formado por 2 bulbillos que comparten una única hoja envolvente extra. Por dentro de ella, cada bulbillito tiene una hoja protectora, que en la zona de contacto entre ambos se presenta vestigial (Fig. 2 B). En la misma cultivar, se ha observado una variante formada por 3 bulbillos, que presentan cada uno, una hoja protectora normal. Los 3 están rodeados por una hoja envolvente extra periférica, que emerge lateralmente entre las vainas más externas del pseudotallo (Fig. 2 E, F). También se encontraron pseudobulbos simples en las cultivares Caçador y Chcnan. Allí se observaron grupos de alrededor de 5 bulbillos, cada uno de los cuales posee una hoja envolvente extra individual (Fig. 2 G, I). En la figura 2 I se muestra el corte transversal por un bulbo que tiene 5 hojas fértiles, en la primera de las cuales se forma un pseudobulbo simple con 5 bulbillos (1₁, 1₂, 1₃, 1₄, 1₅). Las hojas fértiles 2, 3, 4 y 5 son normales y presentan de 2 a 5 bulbillos cada una.

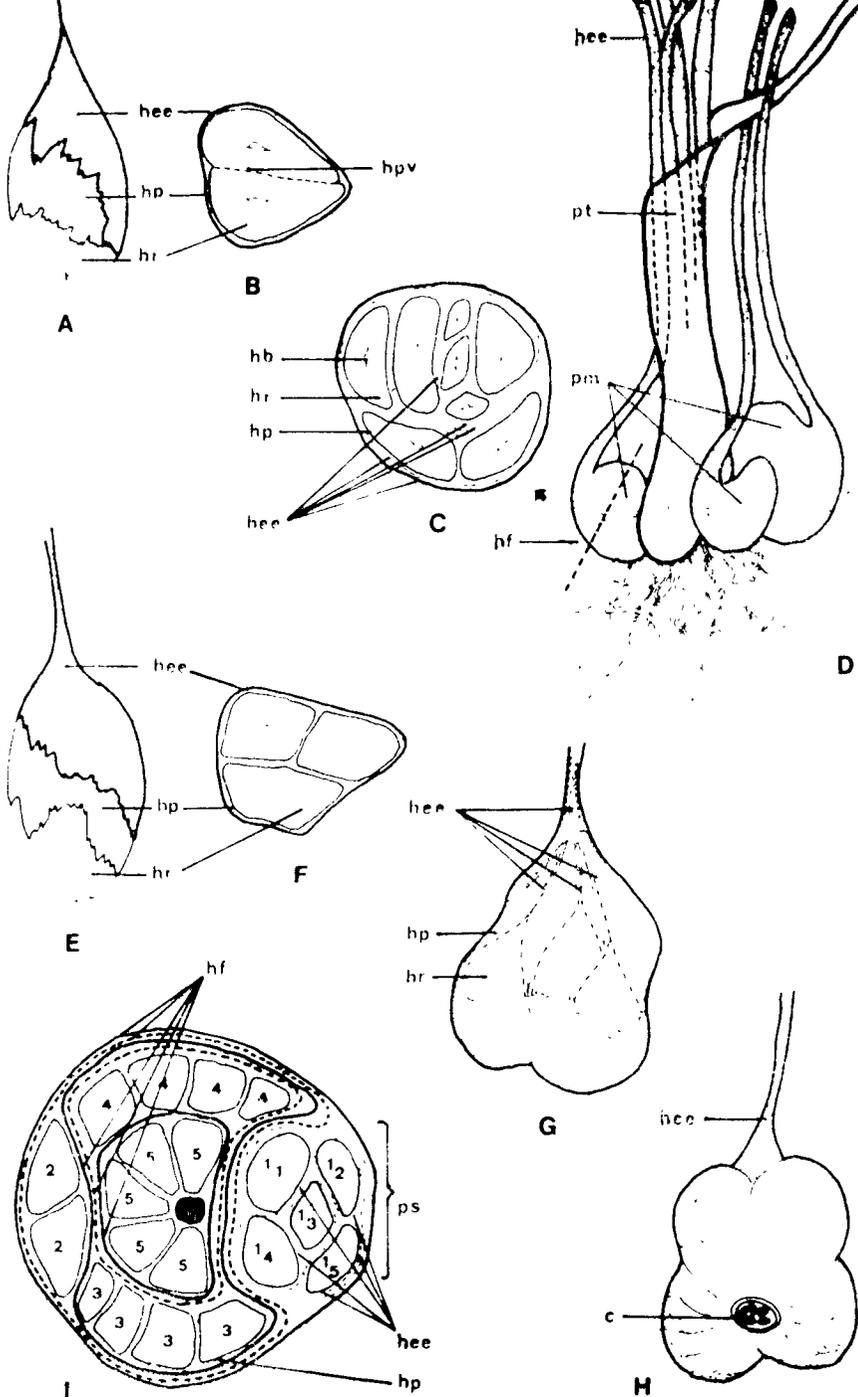


FIG. 2. — *Allium sativum* L. A, B: pseudobulbo simple en vista externa y en transcurso respectivamente; C: corte transversal por el pseudobulbo múltiple indicado en D; D: pseudobulbificación mostrando la emergencia de las hojas envolventes extras; E, F: pseudobulbo simple con 3 dientes en vista externa y en transcurso respectivamente; G-I: pseudobulbo simple con 5 dientes; G: vista lateral; H: vista ventral; I: corte transversal por una cabeza mostrando la ubicación de un pseudobulbo simple. Abreviaturas: c: cicatrices de apoyo de bulbillos sobre el disco; hv: hoja de brotación o germinativa; hes: hoja envolvente extra; hf: hoja fértil; hp: hoja protectora; hpv: hoja protectora vestigial; hr: hoja reservante; pm: pseudobulbo múltiple; ps: pseudobulbo simple; pt: pseudotallo.

En la figura 2 H representamos una vista externa ventral del pseudobulbo anterior, mostrando las cicatrices de apoyo de los 5 bulbillos sobre el disco y la hoja envolvente extra compartida, que se prolonga externamente.

En la figura 2 G se indica en cada bulbillo, la hoja protectora normal y la hoja envolvente extra individual. También se señala la hoja envolvente extra que rodea al conjunto.

Detallamos, en la figura 2 C, el corte transversal por un *pseudobulbo múltiple* que posee 4 hojas envolventes extras, que limitan grupos de bulbillos (pseudobulbos simples) y una hoja envolvente extra periférica que rodea todo el conjunto.

La figura 2 D, corresponde a una planta con pseudobulbos múltiples como el descrito en el párrafo precedente. Se observan hojas envolventes extras, que rodean a cada pseudobulbo, y su emergencia entre las hojas externas del pseudotallo. Esta anomalía, común a varios ecotipos se analizó en la cultivar Chonan.

De la revisión bibliográfica surge una serie de términos que, en definitiva, se utilizan para describir la misma anomalía y muchas veces no concretan del todo su alcance. Jones y Mann (1963) y Mann y Minges (1958) hacen referencia al proceso de "proliferación" en plantas de ajo provenientes de bulbillos con exposición excesiva a bajas temperaturas. Según estos autores la inducción a "proliferación" (branching) tiene relación con el almacenaje en frío del diente semilla. Sin embargo, Ledesma *et al* (1980) que trabajaron con bajas temperaturas en bulbillos de la cultivar Rosado Paraguayo, no mencionan específicamente la aparición de este fenómeno, aunque señalan modificaciones en el tipo de bulbo obtenido y en su calidad comercial.

Bravo (1978) cita el fenómeno de "ramaleo", como el resultado del crecimiento de algunas hojas que constituyen el bulbo de ajo, sin precisar claramente cuáles son las hojas afectadas.

Biotti y Krarup (1978) al hablar de "brotación prematura" mencionan la prologación de hojas protectoras de cada bulbillo; sin embargo, podemos agregar, que el follaje lateral del pseudotallo resulta de la emergencia no sólo de la hoja protectora sino también de hojas envolventes extras.

Mascarenhas (1978) hace referencia a la brotación anticipada de bulbillos, denominando a este disturbio "superbrotamento". Menezes Sobrinho (1983) define "perfilhamento" o "superbrotamento" como la brotación lateral resultante del crecimiento de hojas protectoras de los bulbillos. Nosotros entendemos que estos términos son incorrectos, ya que en ningún caso está desarrollada la hoja germinativa o de brotación, dando aspecto de ruptura anticipada de dormición.

Teniendo en cuenta todas estas denominaciones vulgarizadas que se emplean, haciendo referencia al mismo tipo de disturbio y que pueden inducir a errores de interpretación, proponemos el empleo del término "pseudobulbificación" para referirse a la presencia en el bulbo de hojas envoltentes extras que rodean grupos de dientes (pseudobulbos) y pueden llegar a emerger.

Bulbillos o "dientes" laterales del escapo floral: el escapo puede presentar bulbillos laterales recubiertos por hojas envoltentes extras (Fig. 3 A-C). En la figura 3 A se muestra su localización relativa, en el ámbito del bulbo y fuera del mismo. Según esto, denominamos *bulbillos laterales tipo I* a aquellos que se encuentran en el ámbito de la "cabeza" o bulbo, y *bulbillos laterales tipo II* a los que se ubican en un nivel superior .

Pueden aparecer los 2 tipos juntos en la misma planta (Fig. 3 A) o sólo uno de ellos (Fig. 3 B). Las estructuras citadas fueron encontradas en las siguientes cultivares: Amarante, B.G.H. 0492, B.G.H. 4832, Cateto roxo, Chinês 1, Chinês 3 y Jureia.

A veces ocurre, que cada tipo de bulbillos laterales, presenta su propia hoja envoltente extra; en tal caso, hablamos de *ajo de 2 pisos* (Fig. 3 C). Esta anomalía se observó en las cultivares Amarante y Gigante de Lavinia y se conoce vulgarmente en Brasil como "ajo de 2 andares".

Resulta interesante la propuesta de Regina (1979) referente a la utilización de bulbillos aéreos para la producción de ajo "semilla". Esto permite una considerable economía en las inversiones que realiza el productor para la adquisición de "semillas" comerciales, ya que según Popova (1975) se lograrían mayores rendimientos de plantas obtenidas de bulbillos aéreos que con las producidas convencionalmente por dientes simples.

Kothari y Shah (1974) y Jones y Mann (1963) mencionan el reemplazo de las flores de la inflorescencia por lo que denominan "bulbils".

Ztritzke y Peters (1972) refieren que en la porción terminal del escapo floral de *Allium vineale* L. se forman bulbillos aéreos (aerial bulblets).

Muñoz de Con siguiendo a Font Quer (1965) reserva el término "bulbilo" para los dientes que se forman en la parte aérea, distinguiéndolo del término "bulbillo", que aplica a los formados de un bulbo bajo tierra.

Nosotros proponemos restringir el uso del término "bulbillos aéreos" para aquellos que se ubican en el extremo del escapo floral emergido,

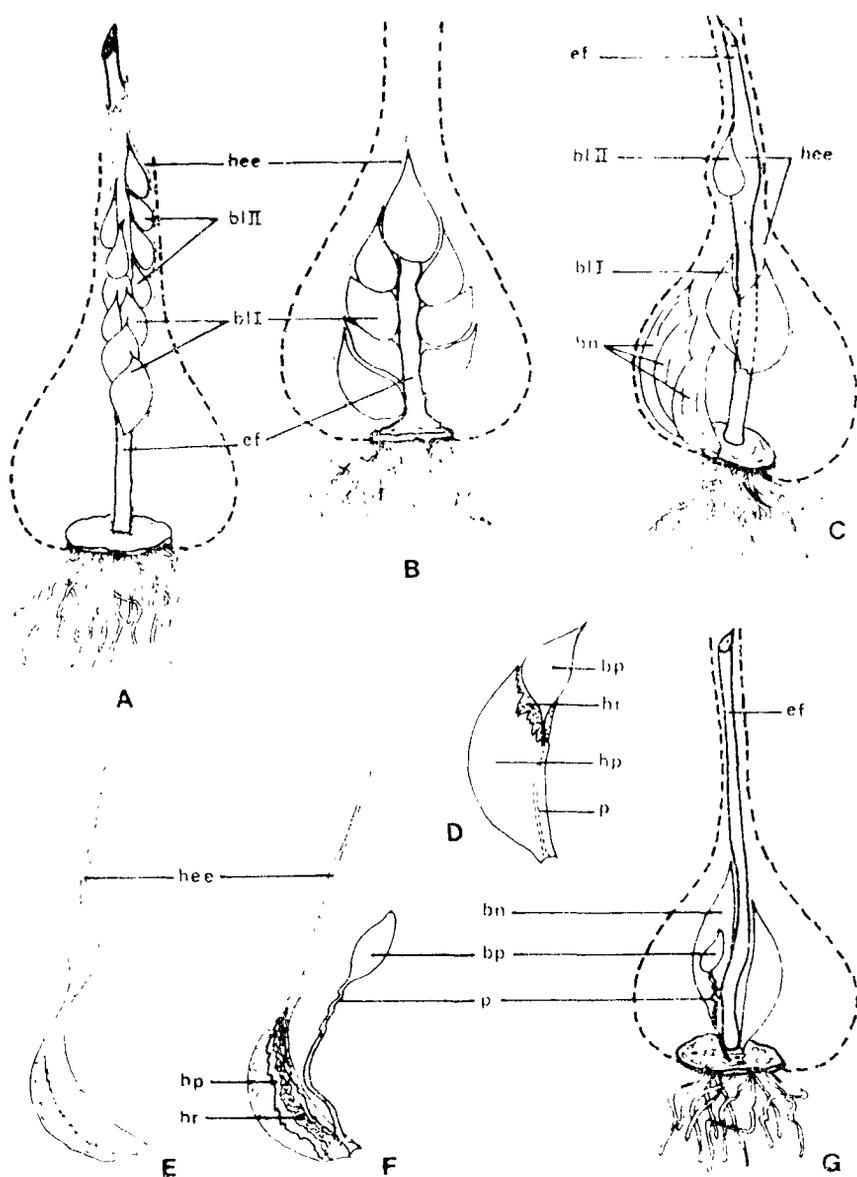


FIG. 3. — *Allium sativum* L. A-C: bulbillos laterales del escapo floral; A: distribución espacial de bulbillos laterales tipo I y II; B: escapo floral con bulbillos laterales tipo I; C: ajo de 2 pisos; D-G: bulbillos pedunculados; D: bulbillo pedunculado ubicado por dentro de la hoja protectora de un diente normal; E, F: bulbillo pedunculado envuelto por la hoja protectora de un diente normal y por una hoja envolvente extra. Abreviaturas: *Bl I*: bulbillos laterales tipo I; *Bl II*: bulbillos laterales tipo II; *bn*: bulbillo normal; *bp*: bulbillo pedunculado; *ef*: escapo floral; *hee*: hoja envolvente extra; *hp*: hoja protectora; *hr*: hoja reservante; *p*: pedúnculo.

reemplazando algunas de las flores de la inflorescencia, y hablar de “bulbillos laterales” al referirse a los que se forman lateralmente sobre el escapo.

Bulbillo o “diente” pedunculado: en las cultivares Amarante, B.G.H. 4832, Cateto roxo, Chinês 1, Chinês 3, Gigante de Ouro Fino, Gigante roxão y Jureia se observó que, conjuntamente con los bulbillos normales, se desarrollan dientes o bulbillos que están unidos al disco por un pie o pedúnculo (Fig. 3 D-C).

En la figura 3 D del bulbillo pedunculado se localiza por dentro de la hoja protectora de un diente normal. En otros casos, está rodeado por la hoja de protección del diente normal y una hoja envolvente extra-externa (Fig. 3 E, F). Con referencia a esta anomalía no hemos encontrado antecedentes bibliográficos.

IV. CONCLUSIONES

Considerando las distintas anomalías morfológicas en las cultivares estudiadas, su relación con el órgano afectado, y haciendo referencia a su ubicación espacial en la planta, proponemos términos concluyentes que sirvan de referencia a trabajos descriptivos.

Entre las anomalías que pueden afectar al bulbo o “cabeza” definimos:

- *Bulbo simple*: bulbo de tamaño variable formado de adentro hacia afuera por una o varias hojas germinativas, una hoja de reserva, una de protección, una fértil y varias estériles concéntricamente dispuestas.
- *Bulbillo extra*: diente originado en la axila de una hoja fértil extra de posición periférica.
- *Pseudobulbo*: grupo de bulbillos rodeados por una hoja envolvente extra que puede emerger.

Dentro de las que pueden citarse en relación a los bulbillos o “dientes” definimos:

- *Bulbillo doble*: formado por 2 hojas de reserva rodeadas por una única hoja de protección.
 - *Bulbillo desnudo*: bulbillo o “diente” que carece de hoja de protección.
 - *Bulbillo pedunculado*: “diente” unido al disco por un pie o pedúnculo.
- Como anomalías que afectan al escapo floral determinamos:

- *Bulbillos laterales*: se presentan a lo largo del escapo floral y están recubiertos por hojas envolventes extras. Diferenciamos bulbillos laterales tipo I y II de acuerdo a su localización espacial.
- *Ajo de 2 pisos*: presencia conjunta en una planta de bulbillos laterales tipo I y II, teniendo cada uno su propia hoja envolvente extra.

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan constancia de su agradecimiento a la Dra. Aristeo A. de Ferreira por las valiosas sugerencias efectuadas.

VI. RESUMEN

Se describen y esquematizan por primera vez anomalías morfológicas encontradas en bulbos y bulbillos (dientes) de 13 cultivares de ajo (*Allium sativum* L.). Además, tratando de unificar la terminología empleada por diferentes autores, se analizan en detalle algunas ya citadas en la bibliografía. Se propone una clasificación de las anomalías estudiadas en función del órgano afectado.

SUMMARY

In this paper morphological abnormalities of bulbs and bulbils (cloves) found in 13 garlic cultivars of *Allium sativum* L. are described and illustrated; some of them for the first time.

Futhermore, a specific clasification based on the modified organ is proposed here.

VII. BIBLIOGRAFIA

- BIOTTI, C. G. y C. H. KRARUP. 1978. Morfogénesis de la floración y ciertas anomalías en el desarrollo de ajo (*Allium sativum* L.) cv. Valenciano Rosado. *Invest. Agríc. (Chile)* 4 (1): 1-6.
- BRAVO, M. A. y M. A. DUIMOVIC. 1978. Condiciones de cultivo que inciden en el ramaleo del ajo blanco (*Allium sativum* L.). *Ciencia e Investigación Agraria* 5 (4): 225-229.
- FONT QUER, P. 1977. *Diccionario de Botánica*. T-XXXII, 1-1244. Labor S. A., Barcelona.
- JONES, H. A. and L. K. MANN. 1963. *Onion and their allies*. I-XVVV, 1-286, f. 1-11, pl. 1-58, t. 1-30. Leonard Hill, London.
- KOTHARI, I. L. and J. J. SHAH. 1974. Histogenesis of seed stalk and inflorescence in garlic. *Phytomorphology* 24 (1-2): 42-48.
- LEDESMA, A. et al. 1980. Efecto de bajas temperaturas y períodos de almacenaje de preplantación sobre diversas manifestaciones del crecimiento en ajo (*Allium sativum* L.) tipo clonal Rosado Paraguayo. *Phyton* 39: 37-48.
- MANN, L. K. 1952. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. *Hilgardia* 21 (8): 195-251.
- and P. A. MINGES. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks, day, length, and planting date. *Hilgardia* 27 (15): 285-419.

- MASCARENHAS, M. H. T. 1978. Clima, cult'vares, épocas de plantio e alho-planta. *Inf. Agrop.*, Belo Horizonte, 4 (48): 15-24.
- MENEZES SOBRINHO, J. A. 1983. Cultivo do alho (*Allium sativum* L.). *Instruções Técnicas do CNPHortaliças* 2, 16 pág.
- MUÑOZ de CON, L. Aumento de la productividad en el ajo. *Instituto de Investigaciones Tropicales de la Academia de Ciencias de Cuba*.
- POPOVA, L. D. 1975. Utilization of garlic aerial bulbils as planting material. *Nauchnye Trudy NII Ovoshch. Kh.-va* N° 3: 98-103 (Ru). From *Referativnyi Zhurnal* (1976). In *Horticultural Abstract*, 1977, 47 (2). (Abstract 1380).
- REGINA, S. M. 1979. A obtenção econômica do alho-semente. *Agroquímica CIBA-GEIGY*, São Paulo 11: 4-13.
- SHAH, J. J. and I. L. KOTHARI. 1973. Histogenesis of garlic clove. *Phytomorphology* 23: 162-170.
- SOARES, S. F. *et al.* 1981. Índice de multiplicação, taxa de conversão dos bulbos de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) *Proj. Olericultura; relat. 77/78*, Belo Horizonte: 69-74.
- ZTRITZKE, J. F. and E. J. PETERS. 1972. Anatomy of wild garlic bulbs during and subsequent to after-ripening. *Weed Science* 20: 233-237.