

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 18

Setembro de 1959

N.º 5

DESENVOLVIMENTO DOS FRUTOS NAS ESPÉCIES SELVAGENS DE AMENDOIM (*ARACHIS* spp.) (*)

CÂNDIDA H. T. MENDES CONAGIN

Engenheiro-agrônomo, Seção de Citologia, Instituto Agrônômico

RESUMO

As espécies selvagens de amendoim apresentam frutos completamente diferentes dos frutos do amendoim cultivado (*Arachis hypogaea* L.). Nesta espécie os frutos têm duas a cinco sementes justapostas dentro de uma única loja; externamente são observadas constrições na casca do fruto as quais em alguns casos se acentuam não chegando, entretanto, a produzir uma separação entre as sementes. Nas espécies selvagens os frutos apresentam duas sementes apenas, completamente separadas uma da outra por uma constrição muito profunda ou mesmo por um istmo de comprimento variável. Para essas frutos foi adotada a denominação de "frutos catenados" e o estudo de seu desenvolvimento foi feito nas espécies *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni e *A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk.

O ovário, unilocular, tem normalmente dois óvulos. A futura separação das duas sementes se origina num tecido intercalar que se forma em ovários ainda jovens e que separa em duas a cavidade inicial única. Este tecido tem a estrutura de um "peg" e, como ele, desidrata-se durante o processo de amadurecimento do fruto, tornando-se seco e quebradiço; por essa razão, ao colher os frutos, a maioria deles se apresenta unisseminado.

Em 50% dos casos os óvulos se desenvolvem igualmente, conduzindo à formação de frutos com duas sementes. Quando os dois óvulos não se desenvolvem ao mesmo tempo, é mais freqüente o colapso do óvulo apical, cujo crescimento é paralisado em diversos estados de desenvolvimento; isto conduz à formação de frutos com apenas uma semente ou com uma semente abortada.

Além dessas duas, as seguintes espécies apresentam frutos catenados: *Arachis Diogoii* Hoehne f. *typica* Hoehne, *A. glabrata* Benth., *A. pusilla* Benth., *A. marginata* Gardn. (segundo Burkart), *A. prostrata* Benth. (segundo Burkart), e mais três espécies ainda não identificadas, mas que constam da coleção da Seção de Citologia como V. 44, V. 82 e V. 85. A V. 44 deve ser a espécie *A. villosulicarpa* Hohene (segundo Krapovickas) ⁽¹⁾ e a V. 85 é, provavelmente o *A. Diogoii* Hoehne subespécie *major* Hoehne.

(*) Recebido para publicação em 4 de julho de 1958.

(1) KRAPOVICKAS, A. Informação sobre identificação de espécies de amendoim. 1958. [Comunicação escrita]

A ocorrência de dois óvulos por ovário e de frutos catenados em tôdas as espécies selvagens que foram examinadas torna possível concluir que o mesmo processo descrito para *Arachis monticola* e *A. villosa* var. *correntina* explica a formação dos frutos catenados nas espécies selvagens que os possuem.

1 — INTRODUÇÃO

No decurso de observações sôbre as espécies selvagens de amendoim (*Arachis* spp.), interessou-nos estudar em detalhe o desenvolvimento dos seus frutos e sementes, pois são completamente diferentes do *Arachis hypogaea* L. Neste os frutos são uniloculados e as suas sementes se encontram, tôdas, dentro da mesma loja sem qualquer separação. Nas espécies selvagens tem sido notada, com certa freqüência, a existência de frutos muito interessantes: as suas duas sementes são sempre separadas uma da outra por uma segmentação profunda, que não raro se transforma num istmo filiforme de comprimento variável; aparecem também frutos unisseminados.

Entretanto, examinando os ovários das espécies selvagens encontramos sempre dois óvulos, muito raramente três, dentro da mesma loja; em apenas uma espécie foram encontrados raros ovários com um óvulo, em número não suficiente para explicar a ocorrência freqüente de frutos com uma semente apenas.

Em 1939, descrevendo o gênero *Arachis*, Burkart (2) já se referia à ocorrência de um istmo filiforme separando os dois segmentos que existem nas espécies silvestres como êle encontrou em *A. pusilla* e em *A. villosa*; descrevendo o fruto de *A. villosa* em outro trabalho (3) o mesmo autor chama-os de "biarticulados".

Hoehne em 1940 (6), ao descrever também a espécie *Arachis villosa* Benth., usou a expressão "frutos catenados" para se referir aos frutos do tipo acima, que caracterizam esta espécie.

No relatório de 1946 da Experiment Station, State College, Raleigh, N.C. (U.S.A.) (1) os trabalhos sôbre hibridação inter-específica de amendoim são ilustrados com uma figura de *Arachis glabrata* Benth., mostrando os dois segmentos do fruto ligados por um istmo longo.

Pode ser acrescentado aqui que Gregory encontrou casos semelhantes em algumas linhagens de *Arachis hypogaea* L. (9).

O presente trabalho descreve o desenvolvimento dos "frutos catenados" nas espécies *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni (7) e *A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk. (2); as observações feitas foram as seguintes: a) anatomia do ovário; b) formação do tecido intercalar que vai constituir a constrição ou o istmo do fruto; c) fases do desenvolvimento do óvulo transfor-

mando-o em semente; fertilização; d) diferença no desenvolvimento dos óvulos apical e basal.

Para completar o trabalho serão acrescentadas também informações sobre o número de óvulos das espécies selvagens, e uma relação das espécies em que foram encontrados os "frutos catenados".

2 — MATERIAL E MÉTODO

As espécies utilizadas neste trabalho foram *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni (7), e *A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk. (2), recebidas em 1954 da Argentina, por gentileza do Dr. Victor Alberto Rigoni, às quais foram dados os números V.357 e V.359, respectivamente. Ambas são cultivadas na Estación Experimental de Manfredi, Província de Córdoba (Argentina); a primeira é proveniente da Província de Jujuy, Yala, Argentina, e a segunda, da Província de Corrientes, San Cosme, Argentina.

Para o estudo do desenvolvimento dos frutos e sementes foram colhidos ovários desde flôres recém-abertas até quatro dias de idade; daí em diante, dada a dificuldade de marcação dos ovários para colheitas subseqüentes, os "pegs" (4, 9) foram colhidos e classificados pelo tamanho, desde 0,4 cm até 12 cm de comprimento, o que, naturalmente, correspondia a idades mais avançadas; finalmente colheram-se os frutos em diversos graus de intumescimento. O material foi imediatamente fixado em Crafo, depois desidratado e incluído em parafina; os cortes ao micrótomo foram feitos à espessura de 14 micros nos ovários mais tenros (até 4 dias); a 16 micros nos "pegs" até 2 cm de comprimento; e a 18 micros no material restante. A coloração foi feita pela hematoxilina férrica de Heidenhain.

As medições foram feitas em microscópio Leitz Ortholux com objetiva 10x e oculares 7x ou 3,5x, com escala micrométrica; os resultados foram depois convertidos em milímetros. O ovário foi dividido arbitrariamente em quatro regiões, para conveniência de estudo: ápice (figura 1-AI), óvulo apical (figura 1-AII), óvulo basal (figura 1-AIII) e cavidade (figura 1-AIV).

A descrição que se segue, assim como as relações numéricas e as medições apresentadas em quadros no fim do trabalho se referem à espécie *A. monticola*. Entretanto, a marcha do processo é exatamente a mesma nas duas espécies.

3 — OBSERVAÇÕES

3.1 — ANATOMIA DO OVÁRIO

O pericarpo de um ovário jovem, colhido na mesma manhã da abertura da flor e examinado em cortes, ao microscópio, apresenta as seguintes regiões:

a) a epiderme externa, muito característica, de uma só camada de células (figura 1-Aa e 1-Ba);

b) o epicarpo, de quatro a seis camadas de células grandes, de citoplasma claro e núcleo pouco colorido; suas células diminuem de tamanho, da periferia para o interior (figuras 1-Ab e 1-Bb);

c) o tecido vascular, de células alongadas (figuras 1-Ac e 1-Bc);

d) o mesocarpo, formado de três a quatro camadas de células menores e mais regulares no seu tamanho e forma do que as células do epicarpo (figuras 1-Ad e 1-Bd);

e) a epiderme interna, formada de duas camadas de células pequenas, quadradas, de núcleos relativamente grandes, intensamente coloridos; entre as células quadradas aparecem, de espaço a espaço, uma ou duas células longas, cuja altura equivale às duas pequenas que lhes são vizinhas (figuras 1-Ae e 1-Be); esta epiderme interna, mais tarde, vai dar origem ao endocarpo do fruto.

A distribuição de células e de camadas acima descrita permanece desde esta idade até ovários com quatro dias, com apenas a diferença de, nestes últimos, começar a aparecer uma fina cutícula sobre a epiderme externa (figura 1-Bc').

Em ovários mais velhos, com 0,4 a 2,0 cm de comprimento, e, portanto, já se constituindo em "pegs" (4, 9), notam-se as seguintes modificações: na epiderme externa as células se apresentam mais altas, conservando a cutícula; o epicarpo sofre um aumento do número de camadas, que se tornam nove ou dez, sendo as duas mais externas de células mais regulares do que as outras; a epiderme interna começa a se multiplicar, dando origem ao endocarpo; essa multiplicação é mais intensa ao nível de separação dos dois óvulos (figuras 1-Af e 2-Aen).

À medida que o "peg" cresce, e dentro dele, os óvulos vão se desenvolvendo e aumentando de tamanho, o pericarpo também vai se espessando e se transformando. À volta dos óvulos as células do endocarpo multiplicam-se mais rapidamente; em "pegs" de 8,1 a 12,0 cm de comprimento são encontradas nove a dez camadas, das quais as últimas vão se tornando esclerenquimatosas, formando uma faixa escura, muito visível, entre o endocarpo e o mesocarpo (figura 2-Bf). O número de camadas do mesocarpo, do epicarpo e a espessura dos feixes vasculares, praticamente não muda; apresentam, entretanto, gradativamente, um aspecto de tecidos mais velhos. A epiderme externa se conserva muito regular, de células mais altas e a cutícula se apresenta rompida em diversos pontos. As transformações

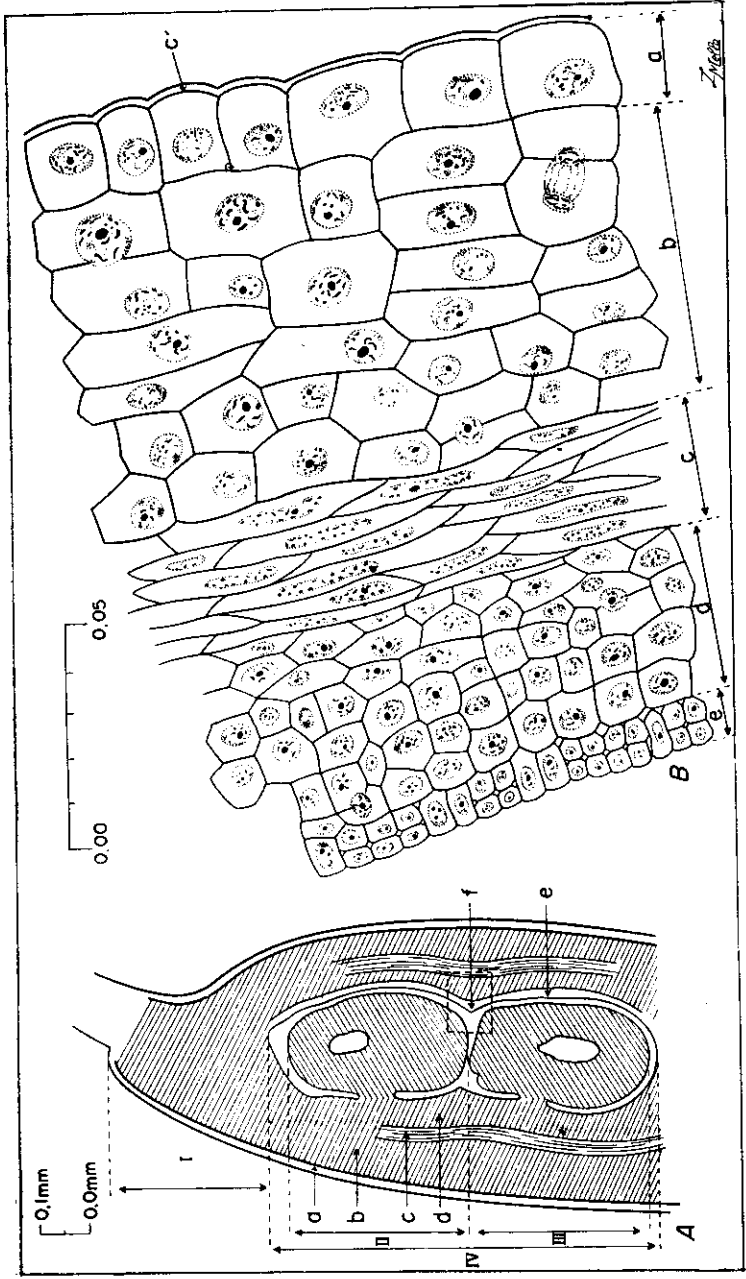


FIGURA 1. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni (V. 357), e *A. villosa* Benth. var. *corretina* Burk. (V. 359). A — Esquema de um ovário jovem. B — Seção da parede do ovário. a = epiderme externa, b = epicarpo; c = tecido vascular; e' = cuticula; d = mesocarpo; e = epiderme interna; f = seção apresentada em detalhe na figura 2A. I = ápice do ovário; II = óvulo apical; III = óvulo basal; IV = cavidade que contém os óvulos.

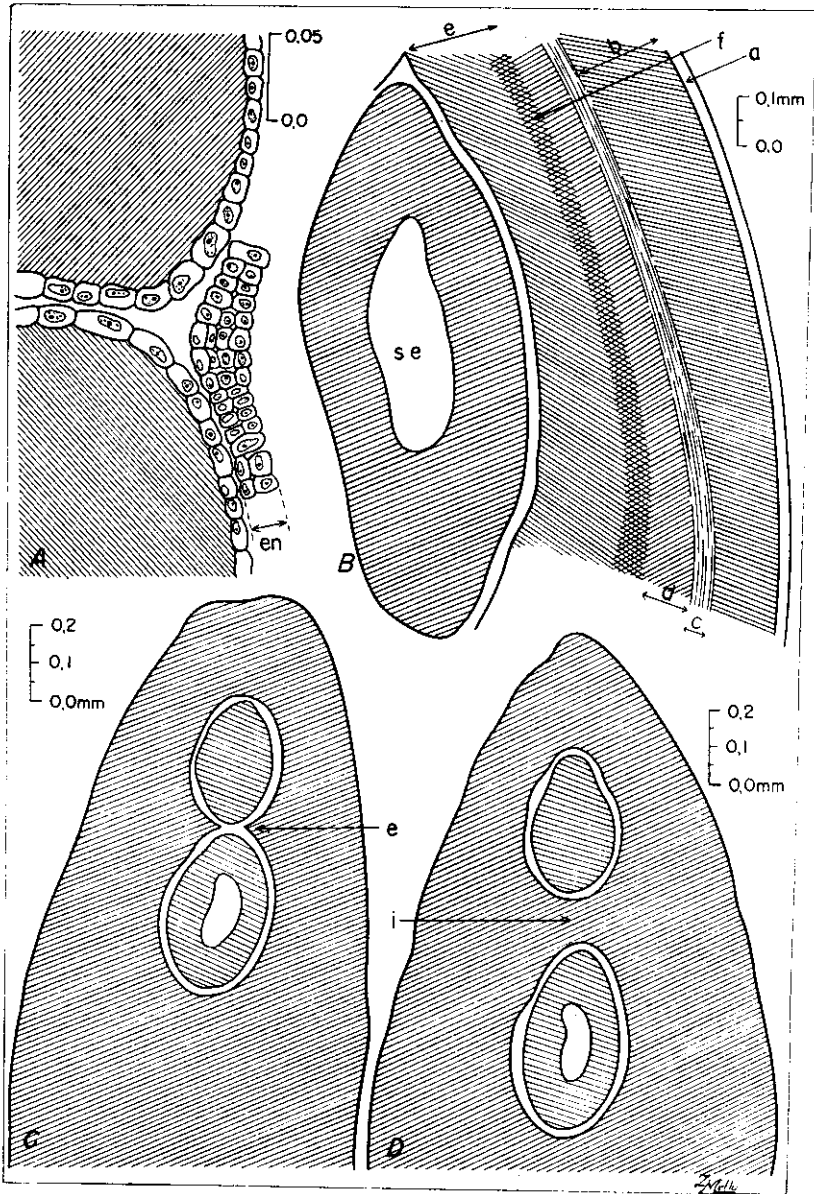


FIGURA 2. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni (V. 357) e *A. villosa* Benth. var *correntina* Burk (V. 359). A — Início da formação do endocarpo, pela multiplicação da epiderme ao nível de separação dos dois óvulos. B — Seção de um fruto mostrando a região esclerenquimatosa *f*. C — Cavidade unilocular do ovário, mostrando os dois óvulos e o início de penetração de endocarpo (*e*) entre eles. D — Ovário em crescimento, mostrando o tecido intercalar (*i*), já formado.

do pericarpo são mais acentuadas à volta do óvulo, que se desenvolve mais rapidamente e que, via de regra, é o óvulo basal.

Quando o óvulo atinge o seu máximo desenvolvimento, transformando-se em semente, temos o pericarpo constituindo a casca do fruto, composta das seguintes camadas (figura 2-B): a) uma epiderme externa, com cutícula; b) um epicarpo de células grandes; as duas camadas mais próximas à epiderme diferem das demais por serem mais regulares na forma e no tamanho, podendo-se dizer que é um periderma; c) os feixes vasculares; d) o mesocarpo, que desde o início conservou a mesma espessura; nele se encontram as ramificações da rede vascular; e) o endocarpo, que sofreu grande aumento do número de camadas de células; as últimas camadas do endocarpo, em contato com o mesocarpo, tornaram-se esclerenquimatosas.

3.2 - FORMAÇÃO DO TECIDO INTERCALAR

Os óvulos das espécies estudadas se localizam, inicialmente, na mesma loja, não havendo entre eles nenhuma separação (figura 1-A); observa-se, entretanto, que a epiderme interna, formada de duas camadas de células (figura 1-Be) apresenta três e quatro células ao nível de separação dos dois óvulos (figura 2-Aen); à medida que o ovário se desenvolve e que as células da epiderme se multiplicam transformando-a no endocarpo, essa região se espessa mais rapidamente e se introduz entre os óvulos como pode ser observado em "pegs" de 8,1 a 12,0 cm e esquematizado na figura 2-Ce; neste mesmo material foram encontrados "pegs" nos quais o endocarpo formou uma região intercalar entre os dois óvulos (figura 2-Di) separando-os cada vez mais; têm sido encontrados frutos em que as duas sementes estão separadas por um istmo de 10 cm.

A região intercalar que forma o istmo de separação das duas sementes apresenta a mesma estrutura de um "peg"; em ambos são encontrados um meristema cortical (figura 3-mc), os feixes vasculares (figura 3-c) e um meristema interfascicular no centro (figura 3-mf).

Por ocasião da colheita esta espécie apresenta diversos tipos de frutos, conseqüentes dos vários graus de desenvolvimento dos seus óvulos e do tecido intercalar. São, então, encontrados:

a) frutos nos quais os dois óvulos se desenvolveram igualmente e o istmo que os separa é apenas uma profunda constrição ou pouco mais (figura 4-A);

b) frutos nos quais os dois óvulos, igualmente desenvolvidos, são separados por um istmo longo, de alguns centímetros de comprimento (figura 4-C);

e) frutos nos quais apenas o óvulo basal se desenvolveu; nestes casos os frutos apresentam uma semente (figura 4-D), quando o colapso do óvulo apical se deu muito cedo; ou podem apresentar um apêndice, que nada mais é do que o istmo trazendo o outro óvulo abortado na sua extremidade apical (figuras 4-B d 3-E).

No processo do amadurecimento do fruto, o "peg" e o istmo intercalar sofrem uma desidratação, tornando-se secos e quebradiços; por essa razão, ao colhêr os frutos, a maioria deles se apresenta unisseminado ou com um pedaço do istmo apenas, dando uma idéia errônea desta característica tão interessante, que conseguimos agora descrever.

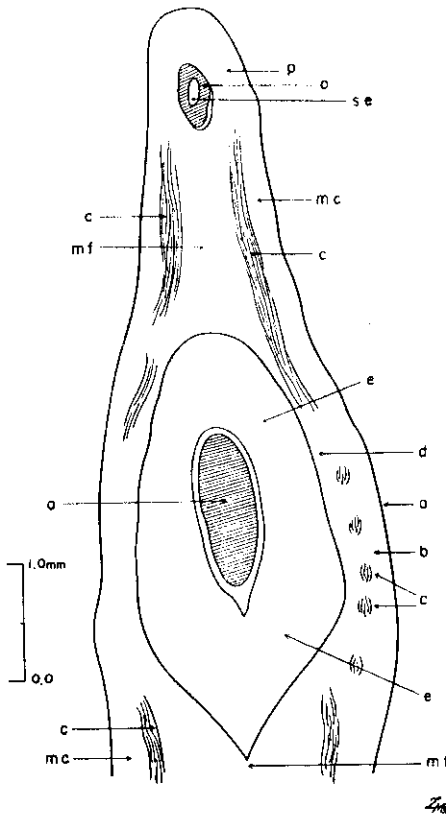


FIGURA 3. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni (V. 357) e *A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk. (V. 359). Extremidade apical de um "peg", no qual os dois óvulos (o) se desenvolveram desigualmente. Entre eles se formou o tecido intercalar cuja estrutura é idêntica a de um "peg", com um meristema cortical (mc) e feixes vasculares (c) e meristema interfascicular (mf). Outros detalhes são: a=epiderme externa; b=epicarpo; d=mesocarpo; e=endocarpo; p=pericarpo não diferenciado, se=saco embrionário no óvulo apical.

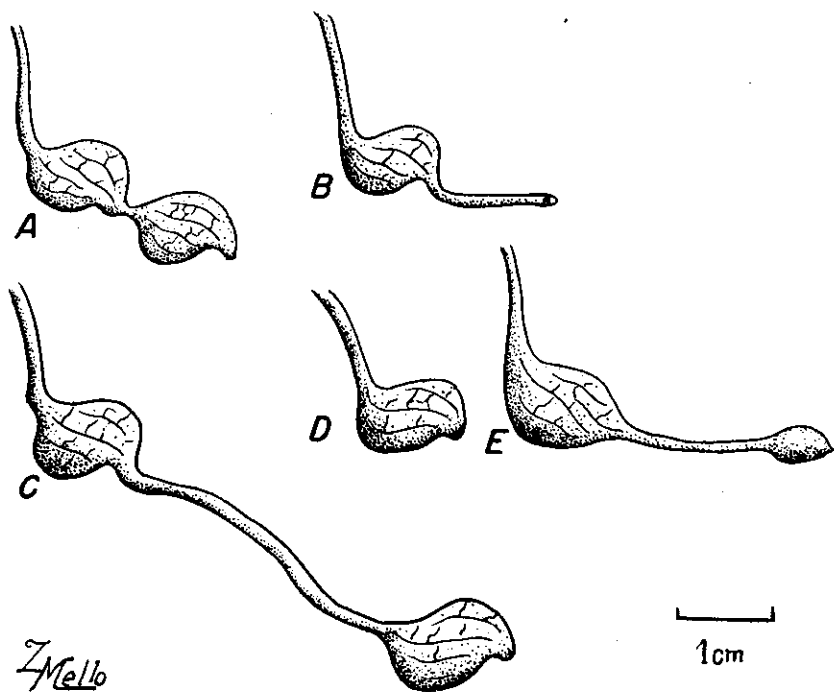


FIGURA 4. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni (V. 357) e *A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk. (V. 359). Diversos tipos de frutos, resultantes dos vários graus de desenvolvimento dos seus óvulos e do tecido intercalar.

3.3 — FERTILIZAÇÃO. DESENVOLVIMENTO DOS ÓVULOS E DO OVÁRIO

O óvulo é hemianátropo; o saco embrionário é normal; possui no seu interior uma oosfera e duas sinérgidas junto à micrópila, três antípodas na região calazal e os dois núcleos polares na célula central. É, portanto, semelhante ao óvulo de *A. hypogaea* L. (10).

Em óvulos de ovários colhidos na mesma manhã da abertura das flôres as antípodas já não existem mais e as sinérgidas apresentam indícios de degenerescência; apenas a oosfera e os núcleos polares são nítidos e bem constituídos (figura 5-A); um ou outro óvulo apresenta a oosfera fertilizada e os núcleos polares fundidos (figura 5-B).

O processo de fertilização também é normal; um dos gametas masculinos se une à oosfera para dar o embrião e o outro se une aos núcleos polares para dar o núcleo do endosperma.

A freqüência dos óvulos fertilizados vai aumentando em ovários mais velhos; a freqüência de fertilização é também maior nos óvulos basais do que nos óvulos apicais (quadro 1).

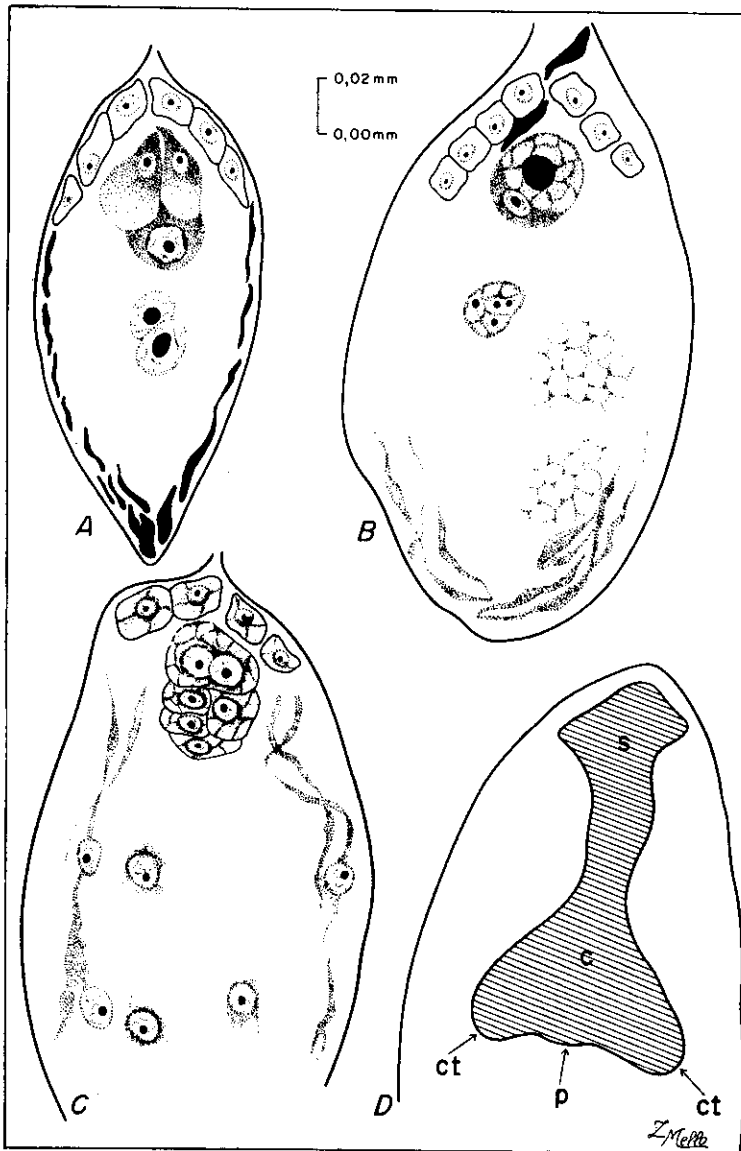


FIGURA 5. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni (V. 357) e *A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk. (V. 359). A — Saco embrionário ainda não fertilizado. B — Saco embrionário fertilizado, mostrando restos de tubo polínico na micrópila. C — Embrião multicelular e endosperma nuclear. D — Embrião diferenciado em suspensor (s), corpo (c), cotilédones (ct) e plúmula (p).

QUADRO 1. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni. V.357. Número de óvulos apicais e basais observados com relação à fertilização

Idade do ovário ou tamanho do "peg"	Estado de desenvolvimento dos dois óvulos	Posição do óvulo	
		Apical	Basal
		nº	nº
de fls. recém-abertas -----	não fertilizado	20	19
	fertilizado	1	2
2 a 4 dias -----	não fertilizado	6	7
	fertilizado	2	1
0,4 a 2,0 cm -----	não fertilizado	2	4
	fertilizado	8	6
2,1 a 4,0 cm -----	não fertilizado	2	0
	fertilizado	2	4
4,1 a 6,0 cm -----	não fertilizado	3	0
	fertilizado	2	5
6,1 a 8,0 cm -----	não fertilizado	2	1
	fertilizado	5	6
8,1 a 12,0 cm -----	não fertilizado	2	0
	fertilizado	4	6

O endosperma cresce mais rapidamente que o embrião; os seus núcleos se dividem ativamente e se dispõem à periferia do saco embrionário e do embrião; as divisões dos núcleos são livres durante muito tempo dando ao endosperma o tipo nuclear (figura 5-C). O embrião (figura 5-C) se localiza na região micropilar do óvulo e depois de atingir uma certa idade se diferencia em suspensor (figura 5-Ds) e corpo (figura 5-Dc) o qual mais tarde vai constituir os cotilédones e a plúmula (figura 5-Dct, Dp).

Estudando separadamente os óvulos, ficou evidente que o óvulo basal e o apical, quando fertilizados, têm o mesmo desenvolvimento até o ovário ou "peg" atingir 8,0 cm de comprimento; daqui para diante o óvulo basal se desenvolve muito mais rapidamente que o apical (quadro 2).

QUADRO 2. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni. V.357. Desenvolvimento dos óvulos em relação ao tamanho dos ovários que os contêm

Tamanho do ovário	ÓVULO APICAL		ÓVULO BASAL	
	núcleos no embrião	núcleos no endosperma	núcleos no embrião	núcleos no endosperma
cm	nº	nº	nº	nº
0,4 - 2,0 -----	4 - 11	12 - 18	6 - 11	10 - 19
2,1 - 4,0 -----	11 - 12	16 - 19	6 - 10	14 - 21
4,1 - 6,0 -----	13 - 26	13 - 18	7 - 19	15 - 30
6,1 - 8,0 -----	7 - 12	15 - 32	7 - 18	16 - 31
8,1 - 12,0 -----	8 - 13	10 - 25	15 - 123	35 - 495
diversos graus de intumescimento -----	21 - 28	55 - 133	308 (do menor embrião)	997 (do menor endosperma)

Estudando “pegs” mais longos do que 12 cm, foi observado que muitos deles apresentam na extremidade um espessamento cônico, causado pelo desenvolvimento mais lento do óvulo apical; cortes revelaram o estado de desenvolvimento dos dois óvulos nesses “pegs” e permitiram também fazer medições, relacionando desenvolvimento e tamanho em cada caso (quadro 3).

a) Óvulo apical — dos 7 “pegs” estudados, três apresentaram o óvulo apical apenas esboçado e um tinha a oosfera fertilizada; os outros três apresentaram o óvulo se desenvolvendo, com embrião e endosperma se multiplicando, mas muito mais atrasados do que o óvulo basal contido no mesmo “peg”.

QUADRO 3. — *A. monticola* Krapovickas et Rigoni. V.357. Comparação do tamanho e do número de núcleos no endosperma e no embrião de óvulos apicais e óvulos basais (“pegs” começando a intumescer)

ÓVULO	“Pegs”	ÓVULO		S.E. e ENDOSPERMA			EMBRIÃO	
		comp.	esp.	comp.	esp.	núcleos	comp.	núcleos
		mm	mm	mm	mm	nº	mm	nº
Apical(*)	1º	0,56	0,28	0,26	0,07	55	0,03	21
	4º							
	5º							
	9º							
	10º	0,71	0,32	0,42	0,12	133	0,09	28
	12º	0,67	0,30	0,34	0,12	64	0,08	26
	13º							
Basal	1º	1,80	0,57	1,12	0,36	997	0,20	308
	4º	1,84	0,63	1,00	0,31		0,21	
	5º	1,88	0,65	0,92	0,18		0,35	
	9º	2,04	1,00	1,28	0,61		0,33	
	10º	2,28	0,81	1,48			0,39	
	12º	2,52	0,81	1,76	0,45		0,40	
	13º	3,12	1,39	2,16	0,90		0,54	

(*) Nos 3º, 5º e 9º “pegs” os óvulos apicais eram muito pequenos, apenas esboçados; no 4º “peg” o óvulo apical tinha a oosfera fertilizada, ainda sem divisões.

b) Óvulo basal — o menor óvulo basal contido nestes “pegs” mediu 1,80 mm, isto é, 2,5 vezes mais que o maior óvulo apical (0,71 mm); nesse óvulo basal foi possível fazer uma contagem aproximada dos núcleos do endosperma e do embrião (997 e 308 núcleos respectivamente); em óvulos maiores (de 1,84 mm a 3,12 mm) não foi possível contar os núcleos e por isso o embrião e o endosperma foram medidos: foram encontrados embriões que mediram de 0,21 a 0,54 mm (o maior embrião encontrado nos óvulos apicais mediu 0,08 mm) e endospermas contidos em sacos embrionários que mediram 0,92 a 2,16 mm de comprimento (o maior saco embrionário dos óvulos apicais mediu 0,42 mm).

As observações relatadas neste trabalho foram feitas em 100 ovários e "pegs" classificados de acôrdo com a idade ou o tamanho e examinados ao microscópio. Entretanto, nem todos êles forneceram as mesmas observações; muitos tinham o saco embrionário cheio de manchas e não permitiram ver se havia ou não fertilização; outros foram cortados com uma inclinação tal que não puderam ser medidos; a perda de cortes em algumas lâminas também foi uma causa que impediu observações. Por essas razões apenas 77 ovários e "pegs" permitiram medir o comprimento dos dois óvulos e em 76 foi possível comparar o seu estado de desenvolvimento.

As medições feitas em 77 ovários vieram mostrar que, embora sejam do mesmo tamanho no início, o óvulo basal cresce mais do que o óvulo apical (quadro 4); o óvulo apical de flôres recém-abertas mede 0,34 mm em média e chega a alcançar 0,40 mm quando o "peg" tem 8,1 a 12 cm de comprimento; de todos os óvulos apicais medidos, o menor tinha 0,28 mm e o maior 0,48 mm; o óvulo basal, porém, mede no início 0,35 mm em média e 0,72 mm em "pegs" de 8,1 a 12 cm; sua variabilidade é também maior do que a dos óvulos apicais, isto é, encontram-se óvulos tão pequenos como 0,28 mm e tão grandes como 1,24 mm.

QUADRO 4. — *A. monticola* Krapovickas et Rigoni. V. 357. Medições mostrando a marcha de crescimento dos óvulos

Idade ou tamanho dos ovários e "pegs"	n	ÓVULO APICAL					ÓVULO BASAL				
		\bar{x}	s	s^2_x	x_n	x_i	\bar{x}	s	s^2_x	x_n	x_i
Flôres recém-abertas ---	29	0,34	0,03	0,0050	0,39	0,28	0,35	0,03	0,0055	0,43	0,28
2 a 4 dias --	12	0,33	0,02	0,0066	0,36	0,29	0,36	0,02	0,0056	0,39	0,32
0,4 a 2,0 cm	11	0,37	0,02	0,0075	0,40	0,32	0,39	0,02	0,0062	0,42	0,35
2,1 a 4,0 cm	6	0,36	0,04	0,0172	0,40	0,31	0,39	0,04	0,0169	0,46	0,34
4,1 a 6,0 cm	6	0,38	0,02	0,0093	0,40	0,35	0,40	0,03	0,0134	0,47	0,38
6,1 a 8,0 cm	7	0,38	0,02	0,0076	0,40	0,35	0,39	0,06	0,0234	0,47	0,29
8,1 a 12,0 cm	6	0,40	0,04	0,0176	0,48	0,35	0,72	0,36	0,1471	1,24	0,42
	77										

Para comparar o estado de desenvolvimento dos dois óvulos foram considerados os seguintes itens para cada classe de ovários:

- saco embrionário fertilizado, perfeito ou degenerado;
- saco embrionário não fertilizado, perfeito ou já degenerado;
- ausência de saco embrionário;
- o óvulo todo degenerado.

Quando os dois óvulos apresentavam-se dentro do mesmo ítem, consideramos estarem no mesmo estado de desenvolvimento; quando um estava fertilizado e o outro não, consideramos o primeiro mais desenvolvido; quando um não estava fertilizado e o outro estava degenerando, consideramos o primeiro mais desenvolvido, e assim por diante.

Dessa maneira foram encontrados: 46 ovários nos quais os dois óvulos estavam igualmente desenvolvidos, 22 ovários com o óvulo basal mais desenvolvido e apenas oito em que o óvulo apical era o mais desenvolvido, dando respectivamente 61,3%, 28% e 10,7% para cada caso (quadro 5).

Além dessas comparações foram medidos também o ápice do ovário (figura 1-AI) e a cavidade dos óvulos (figura 1-AIV) do mesmo material. Foi então observado que, à medida que o ovário e os óvulos crescem, a ca-

QUADRO 5. — *A. monticola* Krapovickas et Rigoni. V.357. Comparação do estado de desenvolvimento dos dois óvulos

IDADE OU TAMANHO DOS OVÁRIOS E "PEGS"	Ovários e "pegs" nos quais os dois óvulos têm o mes- mo desenvolv.	Ovários e "pegs" nos quais o óvulo basal é mais de- senvolvido	Ovários e "pegs" nos quais o óvulo apical é mais de- senvolvido
	nº	nº	nº
Flor recém-aberta.....	21	4	1
2 a 4 dias.....	6	3	2
0,4 a 2,0 cm.....	6	3	4
2,1 a 4,0 cm.....	3	3	0
4,1 a 6,0 cm.....	3	3	0
6,1 a 8,0 cm.....	4	2	1
8,1 a 12,0 cm.....	3	4	0
	46	22	8
	61,3%	28%	10,7%

vidade também cresce até se formar o tecido intercalar que a reparte em duas, cada uma alojando um óvulo; o aumento de comprimento da cavidade única na espécie *A. monticola* foi de 0,69 mm nos ovários de flôres recém-abertas a 0,83 mm nos "pegs" de 8,0 a 12 cm de comprimento (quadro 6).

QUADRO 6. — *Arachis monticola* Krapovickas et Rigoni. V. 357. Medições mostrando a marcha de crescimento da cavidade e da ponta do ovário

Idade ou tamanho dos ovários e "pegs"	CAVIDADE						PONTA					
	n	\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$	x_n	x_i	n	\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$	x_n	x_i
Flôres recém-abertas	29	0,69	0,05	0,0093	0,82	0,56	28	0,26	0,04	0,0076	0,32	0,20
2 a 4 dias -----	12	0,69	0,03	0,0095	0,75	0,63	12	0,24	0,05	0,0144	0,32	0,17
0,4 a 2,0 cm --	11	0,76	0,04	0,0121	0,81	0,69	11	0,31	0,06	0,0181	0,40	0,19
2,1 a 4,0 cm --	6	0,76	0,07	0,0304	0,84	0,65	6	0,30	0,05	0,0204	0,35	0,23
4,1 a 6,0 cm --	6	0,78	0,05	0,0204	0,87	0,73	6	0,32	0,02	0,0082	0,34	0,28
6,1 a 8,0 cm --	7	0,76	0,07	0,0265	0,87	0,64	7	0,30	0,04	0,0152	0,34	0,24
8,1 a 12,0 cm --	6	0,83	0,04	0,0231	0,87	0,80	6	0,31	0,04	0,0163	0,36	0,27
	77						76					

A ponta do ovário, isto é, a região que vai da extremidade superior da cavidade à base de implantação do estilo, praticamente não varia de comprimento (quadro 6). Por essa razão o óvulo apical se localiza sempre na mesma posição durante o crescimento do "peg"; é o óvulo basal que se afasta dêle pelo crescimento do tecido intercalar.

O estudo do desenvolvimento dos óvulos e do tecido intercalar esclarece a formação dos "frutos catenados" desta espécie, explicando a possibilidade de serem encontrados os tipos de frutos já mencionados em capítulo anterior e apresentados na figura 4.

3.4 — OCORRÊNCIA DE FRUTOS CATENADOS E NÚMERO DE ÓVULOS NAS ESPÉCIES SELVAGENS

De acôrdo com o que pôde ser observado na coleção de espécies formada pela Seção de Citologia, a ocorrência de frutos "catenados" é normal nas espécies selvagens de amendoim. Em tôdas elas foram encontrados frutos com diferentes graus de separação entre uma semente e outra.

Completando estas informações, foi feito ao microscópio e à lupa um exame de grande número de ovários dessas espécies tôdas, revelando que possuem sempre dois óvulos. Em algumas espécies foram encontrados ovários com três óvulos.

a) na V. 82 (*Arachis* sp.) foi encontrado um ovário com três óvulos, entre os 10 examinados;

- b) na V.355 (*A. glabrata* Benth.) foi encontrado um ovário com três óvulos, entre os 82 ovários examinados;
- c) na V.359 (*A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk.) foi encontrado um ovário com três óvulos entre os 79 ovários examinados;
- d) na V.354 (*A. prostrata* Benth.) foram encontrados quatro ovários com um óvulo entre os 94 ovários examinados.

Estas observações se acham reunidas no quadro 7.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As espécies selvagens de amendoim (*Arachis* spp.) apresentam uma interessante característica que é a de produzir frutos catenados, isto é, frutos em que as suas sementes são separadas uma da outra por uma constrição muito profunda ou mesmo um istmo de comprimento variável.

Foram Burkart (2, 3) e Hoehne (6) os primeiros que se referiram a este tipo de frutos, ao estudarem as espécies *Arachis villosa* Benth. e *A. pusilla* Benth. Verificou-se mais tarde a sua ocorrência em *A. glabrata* Benth. e mesmo em algumas linhagens de *A. hypogaea* L. (1, 9). Todas as espécies selvagens que formam a coleção da Seção de Citologia possuem frutos catenados.

Para o nosso estudo foram escolhidas as espécies *A. monticola* Krapovickas et Rigoni (7) e *A. villosa* Benth. var. *correntina* Burk. (2), por fornecerem abundante material para as pesquisas.

Os óvulos são normais e idênticos aos da espécie *A. hypogaea* L.; são sempre dois, localizados em uma única loja. O processo de fertilização é normal, formando um embrião celular e um endosperma do tipo nuclear que forra as paredes internas do saco embrionário e recobre a superfície externa do embrião; também, como em *A. hypogaea* L., o embrião se diferencia em suspensor, cotilédone e plúmula. A única diferença observada é a presença de nucelo em ovários bem desenvolvidos, cujo embrião já tem suas partes bem definidas; em *A. hypogaea* L., entretanto, desde muito cedo êle desaparece, não sendo encontrado nem mesmo em sacos embrionários cujo embrião tem no máximo umas 10 células e o endosperma não tem mais do que 50 núcleos (5).

O fruto maduro e sêco não foi objeto dêste trabalho; porém, as estruturas encontradas e a semelhança de desenvolvimento do presente material com *A. hypogaea* L. (7) levam a crer que, como nêle, a casca sêca do fruto

QUADRO 7. — Relação das espécies selvagens de *Arachis* da coleção da Seção de Citologia. Dados sobre a ocorrência de frutos "catenados" e de número de óvulos por ovário

ESPÉCIE	N.º	PROCEDÊNCIA	Características	
			frutos	óvulos por ovário
<i>A. Diopii</i> Hoehne forma <i>typica</i> Hoehne	V. 128	Estação de Agrociologia, Ministério da Agricultura	catenados	2
<i>A. glabrata</i> Benth.	V. 355	Estação de Agrociologia, Ministério da Agricultura	catenados	2
<i>A. monstrosa</i> Krapovickas et Rigoni	V. 357	Província de Jujuy, Yala, Argentina	catenados	2
<i>A. villosa</i> Benth. var. <i>Correntina</i> Burk.	V. 359	Província de Corrientes, San Cosme, Argentina	catenados	2
<i>A. marginata</i> Gardn. (segundo Burkart)	V. 360	Parcela 20; Argentina	catenados	2
<i>A. prostrata</i> Benth. (segundo Burkart)	V. 361	Parcela 14; Argentina	catenados	2
<i>A. prostrata</i> Benth. (segundo Burkart)	V. 362	Parcela 40; Argentina	catenados	2
<i>A. prostrata</i> Benth.	V. 305	Estação Experimental Monte Alegre do Sul	catenados	2
<i>A. prostrata</i> Benth.	V. 354	Estação de Agrociologia do Ministério da Agricultura	catenados	2
<i>A. pusilla</i> Krapovickas et Rigoni	V. 356	Província de Salta, Campo Durán, Argentina	catenados	2
<i>Arachis</i> sp. (provavelmente <i>A. Diopii</i>)				
Hoehne subsp. <i>major</i> (Hoehne)	V. 85	Instituto de Botânica, São Paulo	catenados	2
<i>Arachis</i> sp. (ainda não classificada)	V. 82	Instituto de Botânica, São Paulo	catenados	2
<i>Arachis</i> sp. (ainda não classificada) (*)	V. 44	Vilheina, Mato Grosso	catenados	2

maduro seja constituída principalmente de mesocarpo, atravessado por diversas ramificações de feixes vasculares; a epiderme e as camadas mais externas do epicarpo vão se destacando quando ainda o fruto está dentro da terra e o endocarpo, que era espesso e esponjoso, perde o conteúdo de suas células e se reduz à fina película clara que se encontra colada à superfície interna da casca.

Em mais de metade dos casos o desenvolvimento dos dois óvulos é paralelo, conduzindo à provável formação de frutos com duas sementes igualmente desenvolvidas. Quando os dois óvulos não se desenvolvem paralelamente, é mais freqüente o colapso do óvulo apical, cujo crescimento é paralizado em diversos estados do seu desenvolvimento; nestes casos os frutos apresentam apenas uma semente (que provém do óvulo basal) trazendo um apêndice curto ou longo e em cuja extremidade se encontra a outra semente abortada. Os frutos resultantes do desenvolvimento do óvulo apical não podem ser identificados, pois, além de serem muito raros, devem se confundir com os frutos resultantes do óvulo basal quando o colapso do óvulo apical se deu muito cedo e o tecido intercalar também não se desenvolveu.

Burkart (3) ilustra com desenhos os diversos casos de desenvolvimento dos frutos catenados, admitindo que quando se forma só uma semente ela é proveniente do desenvolvimento do óvulo apical. Pelo que foi observado e ficou acima exposto, é difícil dizer-se qual o óvulo que se desenvolveu; entretanto, há mais probabilidade de ser proveniente de um óvulo basal. O ponto de vista aqui defendido e exposto é fortalecido pelo mesmo fenômeno encontrado em *A. hypogaea* L. por Smith (2); êste autor encontrou nesta espécie maior número de coosferas não fertilizadas nos óvulos apicais, apesar dêste ser o óvulo melhor localizado para receber os tubos polínicos; e encontrou também maior freqüência de óvulos basais que atingem a maturidade supondo, para tanto, que o óvulo basal é colocado numa posição mais favorável para receber o material nutritivo, principalmente durante a fase aérea do crescimento do "peg".

Relacionando o número de óvulos encontrados nas espécies selvagens que constituem a coleção da Seção de Citologia com a ocorrência de frutos catenados, é permitido supor que o processo da sua formação siga, em linhas gerais, a formação dos frutos catenados nas espécies *Arachis monticola* e *A. villosa* var. *correntina*, apresentada com detalhes neste trabalho.

(*) SMITH, B. W. *Arachis hypogaea* L. Macrosporogenesis, embryo-sac syngamy and, early embryogeny. 1951. [Comunicação verbal]

FRUIT DEVELOPMENT IN WILD SPECIES OF PEANUT

SUMMARY

Observations made on the fruit development of wild species of peanut, *Arachis monticola* and *A. villosa* var. *correntina*, received from Argentina, are described in this paper.

The ovary is uniloculated and has two ovules. Fertilization is normal, the embryo and endosperm developing in the same way as in the cultivated peanut, *Arachis hypogaea* L. In more than 50% of cases both ovules develop normally, nevertheless abortion of the apical ovule is frequent and may occur in any phase of its development. In the first case the fruits have two normal seeds; in the second, they have only one, the other being small and shrivelled.

Fruits of the two species possess the two seeds separated by a sharp constriction or isthmus; this isthmus is anatomically a peg; it is dry in the ripe fruit and may be easily broken when the fruits are picked at harvest, giving then the erroneous impression that these are one-seeded.

Burkart (2,3) and Hoehne (6) described a similar type of fruit for the species *Arachis villosa* Benth. and *A. pusilla* Benth.; fruits of the same type were also found by Gregory (1,8) in *A. glabrata* Benth. and *A. hypogaea* L. In addition to *A. monticola* and *A. villosa* var. *correntina* the writer found catenate fruits on specimens from a collection of wild species, as follows; *A. Diogeni* Hoehne f. *typica* Hoehne, *A. glabrata* Benth., *A. pusilla* Benth., *A. marginata* Gardn. (according to Burkart), *A. prostrata* Benth. (according to Burkart), *A. villosulicarpa* (according to Krapovickas), *Arachis* sp. (probably *Arachis Diogeni* Hoehne sub-species *major* Hoehne), and *Arachis* sp. (one unclassified species).

Based on the facts that all these species have one uniloculated ovary with two ovules and the same type of catenate fruit, it seems reasonable to assume that fruit development in these wild peanuts is similar to that of *Arachis monticola* and *A. villosa* var. *correntina* as described in this paper.

LITERATURA CITADA

1. BAVER, L. D. Sixth-ninth annual report. Res. & Fmg N.C. 5:42-44. 1956.
2. BURKART, A. Estudios sobre las Leguminosas-Hedisareas de la Republica Argentina y regiones adyacentes. Darwiniana, B. Aires 3:[117]-302. 1939.
3. ———— Los frutos de las especies silvestris de *Arachis*. Proc. Eighth. Amer. Scient. Congress 3:175-178. 1940.
4. CONAGIN, CÂNDIDA H. T. M. Morfologia da flor e formação do fruto no amendoim cultivado (*Arachis hypogaea* L.). Bragantia 14:[259]-266. 1955.
5. ———— Desenvolvimento da semente do amendoim cultivado, *Arachis hypogaea* L. Bragantia 16:[15]-33. 1957.
6. HOEHNE, F. C. Leguminosas-Papilionadas: gênero *Arachis*. Flora Brasílica 25:1-20. 1940.

7. KRAPOVICKAS, A. & RIGONI, V. A. Nuevas especies de *Arachis* vinculadas al problema del origen del mani. Darwiniana, B. Aires 11:[431]-455. 1957.
8. RUSSELL, M. W. Étude organogénique du fruit de l'Arachide. Rev. Bot. appl. 11:885-890. 1931.
9. SMITH, B. W. *Arachis hypogaea*. Aerial flower and subterranean fruit. Amer. J. Bot. 37:802-815. 1950.
10. ———— *Arachis hypogaea* L. Normal megasporogenesis and syngamy with occasional single fertilization. Amer. J. Bot. 43:81-89. 1956.