

BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 13

Campinas, abril de 1954

N.º 7

GENÉTICA DE *COFFEA*

XVIII - VARIEGAÇÃO NO CAFEIEIRO (*)

A. CARVALHO e H. ANTUNES FILHO, *engenheiros agrônomos, Secção de Genética, Instituto Agronômico de Campinas*

RESUMO

A variegação das folhas do cafeeiro tanto em plantas novas como em plantas adultas tem sido freqüentemente observada. Plantas variegadas podem ocorrer espontaneamente nas progênies das diversas variedades de *Coffea arabica* L., motivo porque não devem constituir variedade distinta dessa espécie, como foi proposto por Cramer.

As plantas variegadas em estudo puderam ser agrupadas em duas categorias, isto é, aquelas em que a variegação não se acha associada com anomalias na forma e textura das folhas e aquelas nas quais a variegação é acompanhada dessas anomalias. No primeiro grupo o padrão de variegação não é uniforme para tôdas as folhas, enquanto no segundo grupo o padrão é semelhante para tôda a planta.

Usualmente apenas alguns ramos das plantas do primeiro grupo são variegados. Observou-se algumas vezes que as duas folhas do mesmo verticilo têm padrões semelhantes de variegação. Encontraram-se também folhas variegadas nas quais a metade da lâmina é variegada ou mesmo albina, enquanto a outra metade apresenta a côr verde normal.

Os dados genéticos obtidos, embora preliminares para a maioria das plantas variegadas em investigação, permitiram concluir que o padrão de variegação da planta 180, pertencente ao primeiro grupo, é herdado pelo citoplasma e não é transmitido pelo polen. O padrão de variegação da planta 253-21, pertencente ao segundo grupo, no entanto, parece ser transmitido pelo polen.

1 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento anormal da clorofila resultando em variegação das folhas, tem sido observado em numerosas espécies vegetais. Esse característico manifesta-se pelo aparecimento de áreas da folha com formas e dimensões variadas, as quais se apresentam com coloração desde verde-clara até esbranquiçada ou albina.

Na grande maioria dos casos estudados, tem-se determinado que os vários padrões de variegação das folhas estão sob contrôle direto de fatores

(*) Trabalho apresentado à IV Reunião Anual da Sociedade Botânica do Brasil, realizada em Recife, de 19 a 25 de janeiro de 1953.

Recebido para publicação em 8 de fevereiro de 1954.

genéticos. No milho, por exemplo, sabe-se que a formação e distribuição normal de clorofila estão sob o contróle de um grande número de gens, cujos alelos determinam formas diferentes de variegação (11).

Em vários outros exemplos, todavia, a ocorrência da variegação parece não depender de fatores genéticos localizados no núcleo, não se observando, na sua herança, segregações mendelianas normais. Incluem-se nesta categoria, as variegações descritas em milho (*Zea mays* L.) por Anderson (1) e Demerec (6), em *Mirabilis jalapa* por Correns (3), em cevada (*Hordeum vulgare* L.) por Robertson (12), em *Primula sinensis* por Gregory (8), em café (*Coffea arabica* L.) por Krug e Carvalho (9), etc. Essas variegações são transmitidas apenas pelo citoplasma da planta-mãe. Em outros tipos de variegação, nos quais também não se observam segregações mendelianas normais, o pólen, bem como o citoplasma da planta-mãe, são capazes de transmitir plastídios anormais, responsáveis pela variegação (15). Em um exemplo minuciosamente estudado por Rhoades (11), embora a variegação da fôlha do milho "iojap" seja devida a fatores genéticos, os plastídios, uma vez mutados, não mais ficam sob o contróle do gen "iojap"; continuam a dar plastídios anormais, resultando em fôlhas variegadas ou albinas, e passam a ser herdados pelo citoplasma. A variegação ainda pode resultar quando plastídios de uma planta são transferidos, pelo cruzamento, para o citoplasma de outra espécie (2).

Não há concordância de opiniões a respeito da origem dos plastídios anormais nas plantas onde não se encontrou um fator genético responsável pela variegação. Enquanto alguns autores são mais propensos a crer em um sistema de gens do citoplasma (plastogens ou plasmagens), responsáveis pela mutação independente dos plastídios (5, 11), outros julgam que uma anomalia pode ocorrer no próprio citoplasma que circunda o plastídio, afetando o seu desenvolvimento normal (3, 7). Segundo outros autores, parece não haver ainda provas concludentes de que também êsses plastídios anormais não tenham originalmente sido controlados por fatores genéticos localizados no núcleo, (6, 7, 11, 13, 15).

No decorrer dos estudos sôbre a genética e melhoramento do cafeeiro realizados no Instituto Agrônômico de Campinas, diversas plantas variegadas já foram encontradas. A descrição do tipo de variegação de alguns dêsses cafeeiros e a apresentação dos dados preliminares sôbre a herança da variegação que apresentam, constituem o principal objetivo do presente trabalho.

2 - TIPOS DE VARIEGAÇÃO EM CAFÉ.

Cramer (4) observou e descreveu a ocorrência de cafeeiros com fôlhas variegadas encontradas tanto em viveiro como em plantações. Nos cafeeiros desenvolvidos, observaram-se ramos com fôlhas variegadas, as quais foram tidas como resultantes de mutação somática. O tipo variegado em *C. arabica* foi descrito por êsse autor como variedade distinta, isto é, *Coffea arabica* L. var. *variegata* Cramer. Taschdjian (14), estudando também algumas variações nessa espécie, descreveu exemplos de desenvolvimento anormal de clo-

A forma da fôlha é levemente irregular. As flores são normais e a frutificação é muito reduzida.

Cafeeiro n.º 965 — Foi encontrado em 1950 por J. E. T. Mendes, H. Antunes Filho e A. Gentil Gomes no viveiro da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, em uma progênie de café Mundo Novo (var. *bourbon*). Acha-se êsse cafeeiro atualmente na coleção da Estação Experimental Central de Campinas. As fôlhas são extremamente irregulares e de um verde esbranquiçado, quase cinza. Com exceção de um único ramo, tôdas as fôlhas são variegadas, porém o padrão de variação não é uniforme. É freqüente a parte central da lâmina ser verde-cinza e os bordos irregulares, de um verde-brilhante, mais escuro (est. 1-B). Provavelmente, devido a desenvolvimento irregular nas várias camadas de células, as fôlhas se mostram, às vêzes, com forma bastante irregular. Na época de florescimento, ao invés de se formarem botões florais, desenvolvem-se muitas gemas vegetativas, resultando em intenso brotamento de fôlhas pequenas, quase albinas. Num pequeno ramo verde normal produzido por essa planta, observou-se frutificação normal, sem contrôle de fertilização.

Cafeeiro n.º 982 — Na fazenda Itaiquara, em Mococa, foi encontrado por C. A. Krug, em março de 1950, um cafeeiro mostrando novo tipo de variação das fôlhas. Foram feitos enxertos dessa planta, e vários dêles acham-se em estudo em Campinas. As fôlhas são semelhantes às da var. *typica*, mais alongadas e levemente irregulares. Tôdas mostram variação. A lâmina é pouco mais espessa e é verde-esbranquiçada, com estrias de um verde mais escuro. A forma, o tamanho e o número de estrias são variáveis nas diferentes fôlhas. Os enxertos floresceram em 1952, tendo-se realizado grande número de autofecundações artificiais.

Cafeeiro n.º 21-121-1-1 — No viveiro da Estação Experimental Central de Campinas, em uma progênie de café bourbon, foi encontrado em 1951, um exemplar mostrando variação muito semelhante à encontrada no cafeeiro n.º 965, tanto na côr das fôlhas como no tipo das irregularidades notadas na lâmina. A planta ainda é pequena, devendo ser estudada nêstes próximos anos.

Cafeeiro n.º 528 — Na espécie *Coffea congestica* foi encontrada no viveiro de Campinas, em julho de 1938, uma planta mostrando um tipo leve de variação. Atualmente, o cafeeiro mostra fôlhas mais alongadas que as do *congestica*, lâmina de côr verde bem mais clara, salpicada de áreas pouco mais escuras. As fôlhas são mais grossas que as do *congestica*. As flores são de forma normal, porém o cafeeiro é autoestéril, como aliás acontece com os outros cafeeiros dessa espécie.

3 - DADOS PRELIMINARES SÔBRE A HEREDITARIEDADE DA VARIEGAÇÃO

A fim de se coletarem dados relativos à hereditariedade da variação, foram realizadas numerosas autofecundações e cruzamentos artificiais, uti-

lizando-se vários dos cafeeiros descritos. O número de descendentes obtidos, no entanto, foi no geral bem reduzido e daí a natureza apenas preliminar dos dados aqui apresentados.

3.1 - AUTOFECUNDAÇÃO ARTIFICIAL

Vários cafeeiros variegados e com fôlhas normais foram autofecundados artificialmente, tendo-se obtido os resultados constantes do quadro 1. Do exame desse quadro verifica-se que de algumas plantas já foram analisadas progênies mais numerosas, ao passo que de outras há necessidade de informações mais detalhadas. O número observado de plantas variegadas é reduzido e variável de ano para ano ; os dados do quadro 1 representam o total de alguns anos de observações.

QUADRO 1. — Número de plantas normais e variegadas, obtidas pela autofecundação artificial de cafeeiros variegados, porém apresentando fôlhas de forma e textura normais

Número da planta	Mudas	
	verdes	variegadas
	n.º	n.º
(4 x 49)-1-1	6	3
180	343	24
233-21	567	17
921	12	0
921 { Ramos verdes	9	0
921 { Ramos variegados	3	0
922	25	0
923	140	0
924	96	0
925	89	0
926	15	0
927	10	0
928	11	0
928 { Ramos verdes	94	0
928 { Ramos variegados	18	14
929	112	0
Total	1551	58

Plantas variegadas não ocorreram nas progênies dos cafeeiros 921 a 927, provavelmente por apresentarem muitos ramos verdes normais e pelo fato de terem sido autofecundadas indistintamente as flores dos ramos verdes e dos variegados. A autopolinização artificial das flores produzidas em ramos variegados é muitas vezes dificultada por serem as fôlhas variegadas muito delicadas, não resistindo ao encerramento forçado, por alguns dias, nos sacos de papel usados para proteção dos ramos. Como no geral os ramos variegados já florescem menos do que os ramos normais, e como as fôlhas caem com mais facilidade, é provável que a frutificação nêstes ramos seja, assim, prejudicada.

Apenas nos cafeeiros 921 e 928 foram anotadas, separadamente, em um ano, as autofecundações realizadas em ramos com fôlhas verdes normais, e as que foram feitas em ramos variegados. Tal distinção deixou de ser efe-

tuada nos anos anteriores e para os demais cafeeiros. Na planta 928, que também se acha plantada no campo, os resultados foram bem diferentes quando se computaram as plantas obtidas a partir de ramos verdes, e de ramos variegados (quadro 1).

Ainda não se obtiveram resultados da autofecundação de plantas variegadas possuidoras de fôlhas de forma irregular, pelo fato de serem novas e produzirem número muito reduzido de flores e apresentarem baixa percentagem de frutificação.

3.2 - CRUZAMENTOS ARTIFICIAIS

Alguns cruzamentos foram realizados entre plantas variegadas e cafeeiros normais a fim de estudar o modo de transmissão da variegação. Este projeto se encontra ainda em andamento, de modo que novos dados serão obtidos futuramente. No quadro 2 estão reunidos alguns dos dados prelimi-

QUADRO 2. — Número de plantas obtidas pelo cruzamento de cafeeiros variegados com plantas normais e vice-versa, nos dois tipos de variegação ⁽¹⁾

Número das plantas cruzadas ⁽²⁾	M u d a s	
	verdes	variegadas
	n.º	n.º
<i>Variegadas com fôlhas de forma normal</i>		
<i>Variegada x normal</i>		
180 x 1	12	5
180 x 10	1	0
1048 x 1	1	2
921 x 1	2	1
928 x 1	2	0
Total	18	8
<i>Normal x variegada</i>		
1-9 x 1048	9	0
1-16 x 921	13	0
1-16 x 1048	69	0
1-16 x 1050	5	0
10 x 180	29	0
10-9 x 922	29	0
10-9 x 1048	18	0
11 x 180	53	0
12-13 x 928	8	0
Total	233	0
<i>Variegadas com fôlhas de forma irregular</i>		
<i>Normal x variegada</i>		
239 x 528	3	0
(12x37)-2 x 253-21	25	5
57 x 253-21	2	1
Total	30	6

(1) Êsses cruzamentos foram feitos unicamente com flôres oriundas da axila de fôlhas variegadas.

(2) Os números indicados em primeiro lugar correspondem às plantas receptoras do pólen, em cada cruzamento. Os cafeeiros n.º 1 e seus descendentes pertencem à var. *bourbon*; os cafeeiros 10, 11 e 12 e seus descendentes à var. *typica*; o cafeeiro 57, à var. *muria* e o cafeeiro (12x37)-2 é uma planta semelhante à *typica*, todos da espécie *C. arabica*. O cafeeiro 239 pertence à espécie *C. congensis*.

nares obtidos. Convém salientar que nesses cruzamentos foram usadas apenas flores que se desenvolveram na axila de folhas variegadas. Apesar de não serem numerosos, os dados do quadro 2, indicam que a herança da variegação nas plantas com folhas de forma normal ocorre através da planta-mãe e que a variegação não se transmite pelo pólen. A determinação do modo da herança da variegação associada com a forma irregular da folha se encontra ainda em investigação e aparentemente pode ser transmitida pelo pólen, a julgar pelos dados preliminares fornecidos pela planta 253-21.

Os resultados correspondentes a autofecundações de plantas F₁ mencionados no quadro 3 e resultantes do cruzamento entre cafeeiros verdes normais e o cafeeiro variegado n.º 180, tendo êste fornecido o pólen, parecem indicar que, nesta planta, a transmissão de plastídios anormais não ocorre através do pólen.

QUADRO 3. — Número de plantas verdes e variegadas obtidas pela autofecundação de plantas híbridas resultantes do cruzamento dos cafeeiros normais n.º 10 e 11 com a planta variegada n.º 180 (1)

Cruzamento	Número de plantas autofecundadas	Número total de mudas obtidas	
		verde	variegada
10 x 180 -----	24	n.º 1579	n.º 0
11 x 180 -----	22	1611	0
Total -----	46	3190	0

(1) O cafeeiro n.º 180 é variegado e, em ambos os cruzamentos, foi o fornecedor de pólen.

4 - TENTATIVAS DE TRANSMISSÃO DIRETA DA VARIEGAÇÃO

No cafeeiro (4x49)-1-1, sobre dois de seus ramos que mostravam intensa variegação, um deles sendo quase albino, enxertaram-se dois ramos verdes de um cafeeiro bourbon não relacionado com a planta em estudo. Os enxertos se desenvolveram bem e apenas deram ramos verdes sem o mínimo sinal de variegação.

Tentativa para transmitir a variegação da planta 180 para plantas verdes, por inoculação mecânica semelhante à usada para vírus, deu também resultados negativos. (*)

LEAF VARIEGATION IN COFFEE PLANTS

SUMMARY

Leaf variegation in coffee plants is a relatively common abnormality, and variegated seedlings have been found to occur spontaneously in progenies of most varieties of *Coffea arabica* L. For this reason it is thought that variegated types should not be described as distinct varieties, as it was done before by Cramer.

(*) Observação realizada por A. S. Costa, deste Instituto Agronômico.

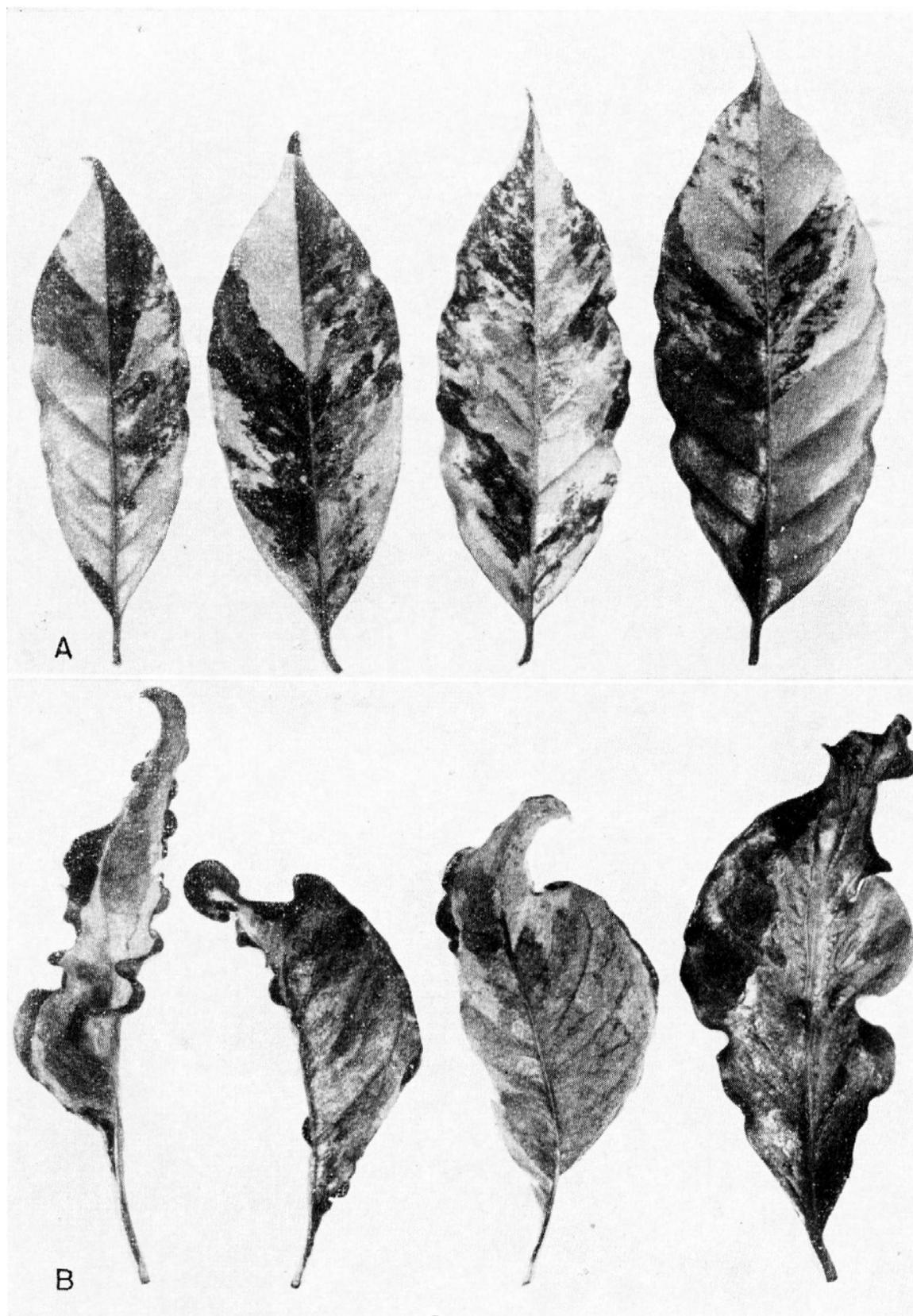
Variegated coffee plants can be grouped in two categories: first, those in which variegated leaves are normal in shape and texture, but do not show a uniform variegation pattern; and second, those in which malformation is present, but the variegation pattern is uniform throughout the entire plant.

Usually only a few branches of plants in the first group are variegated, and it has been observed that sometimes the two leaves from the same node may show similar patterns of variegation. Variegated leaves have also been found in which half the blade is variegated or even albino, whereas the other half presents normal green color.

Only preliminary genetical data are available for most of the variegated plants under investigation. It has been determined that the type of variegation of plant number 180, belonging to the first group, is inherited through the cytoplasm, but not through the pollen. The type of variegation of plant 253-21, of the second group, seems to be transmitted through the pollen.

LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, E. G. Maternal inheritance of chlorophyll in maize. *Bot. Gaz.* 76: 411-418. 1923.
2. GASPARI, E. Cytoplasmic inheritance. *Advanc. Genet.* 2:1-66. 1948.
3. CORRENS, C. Vererbungsversuche mit blass (gelb) grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis jalapa*, *Urtica pilulifera*, und *Lunaria annua*. *Z. indukt. Abstamm. -u. Vererb-Lehre.* 1:291-329. 1909
4. CRAMER, P. J. S. Gegevens over de variabiliteit van de in Nederlandsch Indië verbouwde-koffie-soorten. *Batavia, Kolff*, 1913. 696 p.
5. DARLINGTON, C. D. & MATHER, K. The elements of genetics. London, George Allen, 1950. 446 p.
6. DEMEREC, M. A second case of maternal inheritance of chlorophyll in maize. *Bot Gaz.* 84:139-155. 1927.
7. EAST, E. M. The nucleoplasm problem. II. *Amer. Nat.* 68:402-439. 1934.
8. GREGORY, R. P. On variegation in *Primula sinensis*. *J. Genet.* 4:305-321. 1915.
9. KRUG, C. A. & CARVALHO, A. The genetics of *Coffea*. *Advanc. Genet.* 4:127-158. 1951.
10. ———, MENDES, J. E. T. & CARVALHO, A. *Taxonomia de Coffea arabica* L. Campinas, Instituto Agronômico, 1938. 57 p. (Boletim técnico n.º 62)
11. RHOADES, M. M. Plastid mutations. *Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol.* 11:202-207. 1946.
12. ROBERTSON, D. W. Maternal inheritance in barley. *Genetics* 22:104-113-1937.
13. SONNEBORN, T. M. The role of the genes in cytoplasmic inheritance. *Genetics in the 20th Century.* New York, Macmillan, 1951. p. 291-311.
14. TASCHDJIAN, E. Beobachtung über Variabilität, Dominanz und Vizinismus bei *Coffea arabica*. *Z. Zücht. A* 17:341-354. 1932.
15. WEIR, T. E. & STOCKING, C. R. The chloroplast: structure, inheritance and enzymology. II *Bot. Rev.* 18:14-75. 1952.



Tipos de variegação em *C. arabica*. A — Folhas da planta 233-21, onde a variegação não é associada com a forma anormal da folha; B — Folhas da planta 965 que se apresentam variegadas e com forma irregular.