

Methodos de Melhoramento e Conhecimen- tos actuaes da Genetica do Milho (*)

CARLOS ARNALDO KRUG
Chefe da Secção de Genetica do Instituto
Agronomico do Estado

I. Introducção

- a) Phylogenia do milho
- b) Principios geraes envolvidos no melhoramento do milho
 - 1) Reproducção
 - 2) Efeitos da autofecundação
 - 3) Heterose
 - 4) Hereditariedade da productibilidade e de alguns outros caracteres economicos

II. Methodos antigos de selecção

- 1) Selecção em massa
- 2) Methodo "Ear-to-row"

III. Methodos modernos de melhoramento

- 1) Generalidades. Origens destes methodos. Technica de autofecundar e cruzar
- 2) Cruzamento entre variedades

(*) These apresentada ao Departamento de Plant Breeding da Cornell University em Junho de 1932, constituindo unia das exigencias para obtenção do grau de "Master of Science".

- 3) Cruzamentos simples, duplos, triplos e variedades syntheticas
- 4) "Top crosses"
- 5) Methodo da Reconstituição
- 6) Melhoramento convergente de linhagens autofecundadas
- 7) Companhias productoras de sementes hybridas
- 8) Melhoramento com fins especiaes:
 - a) para produzir resistencia ás molestia
 - b) " " " resistencia aos insectos nocivos
 - c) " " " resistencia ao frio
 - d) " " " uniformidade na maturação
 - e) " " " resistencia ao acamamento
 - f) " " ; milho para silagem

IV. Resumo sobre os conhecimentos actuaes da Genetica e da Cytologia do milho e a importancia dos resultados de alguns destes estudos com relação ao melhoramento deste cereal.

V. Bibliographia

1) Phylogenia do milho

Nos ultimos annos muitos problemas biologicos importantes foram estudados por meio de uma das mais interessantes e caracteristicas plantas da nossa agricultura: *Zea mays* L. No presente provavelmente nenhuma outra planta tem sido estudada com tanto afincio do ponto de vista da Genetica, contribuindo com resultados valiosos para o progresso desta nova sciencia biologica, e nenhuma outra planta cultural tem se prestado melhor para a applicação pratica de principios geneticos em seu melhoramento, do que este importante cereal do hemispherio occidental; e cousa curiosa, o seu desenvolvimento phylogenetico ainda continua motivo para muita discussão; quaes os seus antecedentes, quando deu-se a sua domesticação, qual foi a influencia do homem neste desenvolvimento... representam algumas das questões que ainda não foram definitivamente resolvidas.

Revedo-se a literatura sobre este assumpto, a primeira impressão que se obtem é a de confusão. Varias theorias e hypotheses têm sido propostas para explicar a Phylogenia do milho, algumas baseadas em principios simples de evolução, outras em estudos morphologicos detalhados do genero *Zea* e dos seus parentes mais proximos; outros em trabalhos recentes de Genetica e Cytologia, e ainda outros em resultados de experiencias um tanto duvidosas ou de raciocinios sem logica.

Evidencia historica e dados archeologicos nos fazem crêr que a sua domesticação deve ter ocorrido num periodo muito remoto (13-72-59), pois que constantemente encontram-se espigas perfeitas de milho nas excavações de tumulos e habitações de indios primitivos tanto na America do Sul como na do Norte. Devido a esta larga distribuição até hoje não foi possível determinar-se definitivamente o logar de sua origem, sendo que o Perú ou a America Central, parecem ser os pontos mais indicados. Segundo a theoria de Vavilov (13) com relação ao logar de origem de qualquer especie vegetal cultivada, deve-se considerar a região onde se encontra no presente o maior numero de typos parentes como sendo o seu logar natal. Applicando-se este criterio ao milho, a parte noroeste da America do Sul é a mais provavel para ser a sua região de origem, do que o Mexico. Provas geologicas parecem estabelecer o facto de que o milho já se achava aqui em forma bastante especializada antes do apparecimento do homem nesta parte do mundo. Qual foi o effeito da selecção natural e qual a influencia do homem no seu desenvolvimento phylogenetico, são problemas que provavelmente nunca serão desvendados. Quando se chega ao ponto em que os dados historicos deixam de contribuir para o esclarecimento de um tal problema, evidencias de ordem botanica e estudos sobre o parentesco genetico e cytologico com os generos mais proximos da planta em questão (applicando-se estes resultados á base dos principios modernos da evolução) devem nos fornecer mais indicações sobre a sua Phylogenia.

Nas paginas seguintes damos um resumo das hypotheses antigas e modernas que têm sido propostas para dar uma explicação logica a este problema:

1) A "antiga escola botânica" acredita num desenvolvimento gradual dos seus antecessores por meio de di-ninutas modificações sob a influencia da selecção natural, tendo sido auxiliado pelo homem durante as ultimas etapas; não se faz referencia quanto á apparencia provavel dos seus antecessores.

2) A hypothese desta "antiga escola botânica" tem sido consideravelmente modificada por **Weatherwax** (99-100). Por intermedio de seus excellentes estudos morphologicos no genero *Zea* e outros generos proximos, (*Euchlena* e *Tripsacum*,) elle concluiu que estes 3 generos americanos "descendem directamente e independentemente de um antecessor commum, actualmente extincto." Estudando o seu plano estructural elle achou que para cada orgão significante de cada um destes generos, encontra-se um orgão homologo, plenamente desenvolvido, ou rudimentar, ou simplesmente indicado em cada um dos outros generos. Elle nos afigura então um quadro theorico deste "antecessor commum". A descripção deste, longe de ser puramente hypothetica, é baseada nos resultudos dos seus estudos morphologicos minuciosos nestes 3 generos e portanto digna de ser aceita. **Weatherwax** não concorda com a classificaçáo de **Sturtevant** dividindo o genero *Zea* em varias especies (*Z. tunicata*, *Z. indurata*, *Z. indentata*, etc) e pensa que uma terminologia estructural e physiologia seria mais aconselhavel para ser applicada ás variações e variedades agricolas, do que estes binomios linneanos. Elle considera *Zea* "como sendo um genero complexo cujas subdivisões primarias têm sido completamente extinctas pela hybridisação." Os demais pontos de vista serão discutidos com detalhe no capitulo seguinte.

3) Numa outra hypothese que tende a explicar o desenvolvimento evolutivo do milho e que **Weatherwax** classificou como "confusa", é baseada na idéa de uma origem *hybrida*. Os adeptos desta hypothese indicam os seguintes factos como provas para o seu ponto de vista:

a) o apparecimento em gerações autofecundadas de muitas anomalias e casos de "reversão" que ás vezes são muito semelhantes aos representantes de generos proximos.

b) Os resultados obtidos nos cruzamentos de *Zea mays* e *Euchlena mexicana*, sendo que os hybridos muitas vezes revelam uma serie gradual de caracteres intermediarios principal-

mente no que diz respeito á conformação das espigas. **Harschberger (35)** acreditava que o milho tinha se originado por meio de um cruzamento entre uma mutação de *Euchlena* e o *Teosinte* normal.

Collins (10) era de opinião em 1912 que o milho se originou por um cruzamento entre *Teosinte* (*Euchlena mexicana*) e uma gramínea desconhecida (da tribo das *Andropogoneae*). Esta hypothese foi supportada pelos estudos de **Kuwada (1920)** que classificou os chromosomios do milho em 2 typos distintos: 5 pares longos e 5 curtos; verificou se que o *Teosinte* (*Euchlena mexicana*) possui 10 (haploide) chromosomios longos e *Andropogon* o mesmo numero de chromosomios curtos. Estudos recentes porem, sobre a morphologia dos chromosomios (**65**) não confirmaram os resultados de **Kuwada**. **Collins (13-1930)** actualmente parece ter-se tornado partidario da idéa de um antecessor commum para os 3 generos em questão (*Zea*, *Euchlena* e *Tripsacum*).

Weatherwax (99) afirma que o *Teosinte* é muito especializado demais para que pudesse ser considerado como sendo um dos antecessores do milho.

4) Um outro grupo de botanicos acredita que o milho tenha se originado por meio de uma mutação de *Euchlena*. Esta hypothese deve ser rejeitada devido ao apparecimento de tantas formas intermediarias em progenies de cruzamento entre milho e *Euchlena*. Si se tratasse de uma mutação, esperar-se-ia uma segregação normal, quando a forma mutante é cruzada com a linhagem original. **Collins (13)** afirma com relação a esta hypothese de mutação:

“semelhanças quanto ao numero de chromosomios (*Zea* e *Euchlena mexicana*) e a fertilidade do hybridio inter-generico indicam que elles são separados unicamente por meio de diferenças quali e quantitativas dos gens... a multiplicidade, porém, destas diferenças geneticas entre *Zea* e *Euchlena* parece ser uma seria objecção á theoria da mutação.”

5) **Blaringhem (4-1907)** provavetmente estabeleceu o ponto de vista menos razoavel com relação a este problema; elle acredita que o genero *Zea* representa uma “forma monstruosa” de *Euchlena*, originada e propagada pelo homem (!). Por meio

de mutilações elle affirma que conseguiu reconstruir o desenvolvimento phylogenetico do milho. Esta hypothese é severamente criticada por **Weatherwax**, que culpa o autor por não possuir sufficientes conhecimentos da morphologia do milho! Aliás, nenhuma outra experiencia até hoje confirmou a idéa de **Blaringhem**.

* *
*

Nos ultimos 20 annos, o milho tem sido submettido a innumerados trabalhos e estudos de selecção, e de facto conseguiu-se melhora-lo muito em continuação aos processos de selecção que elle soffreu por meio da selecção natural e do trabalho instinctivo de melhoramento feito pelos Indios. Surge agora a pergunta si este melhooramento por meio de methodos modernos de selecção, e si os estudos sobre a sua constituição genetica e cytologica contribuíram ou não para elucidar o problema do seu desenvolvimento phylogenetico. Por meio dos methodos de selecção elle tem sido especializado cada vez mais numa planta de importancia economica; órgãos supérfluos têm sido eliminados, augmentando-se a producção, seu vigor e sua resistencia até certo ponto. O *breeder* porem, sempre inicia o seu projecto de melhoramento do milho com as formas mais bem adaptadas e especializadas que elle pode encontrar para o seu trabalho e ninguem logicamente escolherá um dos suppostos parentes do milho para com este tentar a obtenção de uma linhagem altamente productiva! Portanto, a applicação dos methodos modernos de selecção nada contribuiu para elucidar esta questão.

Recentes estudos geneticos e cytologicos, porem, esclareceram de forma muito precisa as divergencias morphologicas que separam o milho dos outros generos mais proximos. Alguns dos resultados tambem cooperam na critica scientifica de algumas das theorias sobre a sua origem. A forma mais intimamente ligada ao milho parece ser, sem duvida, a *Euchlena mexicana* (13). Ha muito tempo que se sabe que ella cruza-se facilmente com o milho, produzindo hybridos fertéis. (11) Em segundo lugar cumpre classificar a *Florida Euchlena* mencionada por **Collins**, e finalmente a *Euchlena perennis*. **Emerson** e

Beadle (23-1930) conseguiram obter um híbrido tetraploide fértil de *Euchlena perennis* e *Zea mays*. Dentro de certo limite, os parentes mais remotos do milho são os representantes do gênero *Tripsacum*. Até pouco tempo acreditava-se que *Zea* e *Tripsacum* não podiam ser cruzados um com o outro. Um recente trabalho, porém, de **Mangelsdorf e Reeves (69-1931)** relata os primeiros cruzamentos bem sucedidos entre estes dois gêneros: os híbridos são completamente estereis e semelhantes ao *Tripsacum*; estes híbridos foram obtidos numa experiência que tinha por fim induzir parthenogenese por hibridação com *Tripsacum*. Para repetir a ocorrência de plantas "matroclinas" e "patroclinas" obtidas por **Collins e Kempton (11)**.

Estes estudos genéticos nos dão, portanto, alguns esclarecimentos a respeito das relações entre os representantes dos 3 gêneros acima citados. O problema da Phylogenia do milho, porém, continua a permanecer sem solução definitiva. Recentes trabalhos cytologicos no gênero *Zea* e nos seus parentes proximos tambem pouco contribuem para esta questão. **Longley (65)** pensa que os numeros de cromosomios dos representantes typicos destes 3 gêneros fazem crer, que os mais primitivos e menos especializados destes têm um numero maior de cromosomios, do que os typos mais recentes e altamente especializados. O milho e a *Euchlena mexicana* possuem 10 (haploide) cromosomios; *Euchlena perennis* tem 20 (haploide) (**Longley e Randolph citados por Emerson (23)**) e *Tripsacum* 36 (haploide). Estudos, porém, em outros gêneros polymorphos, como *Rosa*, *Datura*, *Oenothera*, *Triticum*, etc., parecem revelar o contrario, isto é, que as formas mais primitivas têm em geral um numero menor de cromosomios. Não podemos portanto chegar a uma conclusão definitiva baseados na afirmação de **Longley**. **Collins** opina que alguns casos de cromosomios super-numerarios occorridos em algumas linhagens de milho (independentes uma das outras) e na variedade "Black Mexican Sweet Corn" não têm significação phylogenetica.

**

Como afirmamos no inicio deste capitulo a historia da

evolução phylogenética deste importante cereal permanece obscura; é possível no entanto, que futuras pesquisas contribuirão para elucidar melhor este problema.

b) Princípios gerais envolvidos no melhoramento do milho

Antes de entrarmos a discutir detalhadamente os métodos de melhoramento antigos e modernos do milho, convém resumidamente os princípios gerais — botânicos e genéticos — envolvidos nestes processos.

1) REPRODUÇÃO:

Como em outras plantas, o modo de reproduzir-se é de capital importância e representa um factor que mais ou menos determina a escolha do método de selecção a ser empregado. Nem temos no milho uma espécie de propagação vegetativa como encontramos na batatinha, onde se pode assim propagar sem segregação uma linhagem a mais heterozygota que for, e nem é possível obter-se no milho uma linha pura por meio de uma só selecção individual como no trigo, que é normalmente autogamo. O milho é um exemplo típico de planta de fecundação cruzada, que muitas vezes requer para o seu melhoramento outros métodos diferentes daquelles empregados em plantas autogamas ou propagadas assexualmente.

Os órgãos reproductores do milho têm sido matéria de muitos e minuciosos estudos, geralmente com o fim de achar novos dados sobre o seu desenvolvimento phygenético. Na sua forma actual especializada a planta do milho é tipicamente monoica: a panicula estaminada, a flexa, varia na sua estrutura com as variedades de milho, e o seu eixo central é uma continuação do colmo principal da planta. As diferentes formas de flexas encontradas em trabalhos genéticos e de melhoramento serão discutidas no capítulo em que trataremos do efeito da autofecundação.

A origem da espiga, este órgão especializado, que é característico para o género *Zea*, tem sido matéria de muita discussão. Presentemente acredita-se que ella deriva-se de uma

panicula com flores femininas, semelhante quanto á estrutura á flexa masculina actual.

A perda de ramos lateraes desta panicula foi provavelmente seguida por um encurtamento gradual dos *internódios* do ramo fructifero, as folhas deste perderam aos poucos as laminas e ligulas, e as bainhas vieram então constituir a "palha" da espiga; a folha mais externa da palha da espiga vem a ser o *prophyllum* e é considerada como sendo o homologo floral da palea. O facto de sempre encontrarmos um numero *par* de linhas de grãos nas espigas é motivada pelo facto das espiguetas sempre nascerem em linhas duplas; cada espigueta possui 2 flôres, das quaes uma é esteril; a palhinha fina que apparece ao debulhar-se uma espiga madura é constituída pelas glumas vasias, lemma e palea de cada flôr. Os estylos compridos (barbas) representam uma especialisação característica deste genero. Encontram-se muitas variações nas inflorescencias femininas; muitas vezes formam-se pequenas espigas secundarias aos lados da principal, sendo que estas se desenvolvem de gemmas localisadas nas axillas das bainhas das folhas que constituem a palha; muitas vezes tambem a propria espiga acha-se ramificada na base.

Muitas outras anomatias têm sido observadas em ambas as inflorescencias, taes como esterilidade feminina ou do pollen devido a factores geneticos (D. F. Jones: milho dioico!), sementes na flexa, plantas andromonoicas, etc. etc.

O plano estructural com relação á distribuição dos orgãos reproductores faz do milho uma planta typica de polinisação cruzada, sendo o vento e a gravidade os agentes principaes dessa polinisação.

Quasi todas as variedades de milho são *protandras*, dando se o inicio da libertação do pollen geralmente alguns dias antes do apparecimento das barbas; o pollen que é produzido em enormes proporções (+ 10.000 grãos para cada pistillo de uma planta normal), é constituído por um finissimo pó amarello, facilmente carregado pelo vento. A superficie estigmatica é coberta por cabellos viscosos com funcção especial para agarrar o pollen. O periodo de libertação do pollen varia de 3 dias até 2 semanas em flexas bem desenvolvidas sob condições

externas favoráveis. Esta duração é motivada pelo amadurecimento gradual das espiguetas, sendo que as collocadas perto do centro do ramo principal da flexa abrem em primeiro lugar e em ultimo aquellas localizadas na base das ramificações lateraes. Geralmente ambos os loculos da anthera se abrem ao mesmo tempo, mas nem todo o pollen é libertado de uma só vez devido á pequenez do póro. As flôres masculinas abrem-se bem cedo, de manhã, sob condições meteorologicas normaes; a quêda do pollen continúa até mais ou menos ao meio dia. E' evidente que estas considerações são importantes para quem se dedicar ao melhoramento do milho por um dos processos modernos.

Quanto á inflorescencia feminina, as flôres mais velhas estão localizadas na base da espiga e as mais novas na extremidade superior. Portanto, as primeiras barbas que apparecem são provenientes da base da espiga. Em 2 ou 3 dias, contando do apparecimento dos primeiros fios de barba, praticamente todas as flôres emittiram os seus estylos. As barbas são receptivas desde o seu apparecimento fóra da espiga; si não forem pollinizadas, ellas continuam a crescer, attingindo um comprimento consideravel; pollinizadas, ellas logo seccam.

A *Protandria* no milho não é completa, pois que quasi sempre os periodos de maturação das inflorescencias, masculina e feminina se encontram sufficientemente, tornando possível a autofecundação natural; uma pequena porcentagem portanto, de grãos, sempre é proveniente de autofecundação. A intensidade desta é muito variavel dependendo da duração do periodo durante o qual as duas inflorescencias permanecem amadurecendo, da intensidade do vento etc. etc. A velha concepção de que a pollinização cruzada é necessaria para a obtenção de espigas bem granadas está hoje completamente desaprovada, pois que espigas normaes são facilmente obtidas pela autopollinização artificial.

Num campo de milho a porcentagem de autopollinização natural de uma planta não depende sómente do numero total de grãos do proprio pollen cahindo sobre a sua barba, mas tambem torna se necessario que o pollen proprio venha em contacto com os estylos antes do pollen extranho. Acredita-se

que num campo de milho cerca de 5 a 10 % dos grãos sejam provenientes de autofecundação. **D. F. Jones** fez a interessante descoberta de que a planta de milho, apesar de favorecer a pollinisação cruzada (um factor que é necessario para manter o seu vigor) prefere o seu proprio pollen, pois que os tubos pollinicos deste crescem mais rapidamente do que os de pollen extranho.

O processo da fertilisação é muito importante principalmente com relação á formação do endosperma. Quando o tubo pollinico alcança o sacco embryonario, um nucleo germinativo funde-se com o nucleo do ovulo para dar formação ao embrião e o outro nucleo germinativo une-se com os dois nucleos polares dando origem ao tecido do endosperma (**Guignard Navashin**). Aqui temos portanto a explicação para a occorancia de *Xenia* no grão de milho produzido por um effeito immediato do pollen extranho. Xenias podem occorrer cruzando-se duas variedades que differem unicamente num dos caracteristicos do endosperma.

2) Efeitos da autofecundação

Como dissemos no capitulo anterior, o milho é normalmente uma planta de fecundação cruzada. Como podemos explicar o desenvolvimento phylogenetico de sua conhecida intolerancia á autofecundação?

Dados historicos parecem fornecer-nos algumas suggestões para responder a esta pergunta. Sabe-se que os indios das duas Americas têm cultivado o milho ha muitos seculos em covas, sendo 10 á 12 plantas por cóva. Não pode haver duvida que este agrupamento de plantas favorece consideravelmente a pollinação cruzada. Presume-se que houve assim uma especie de effeito selectivo durante muitas centenas de annos de cultivo, fazendo do milho uma planta typica, de fecundação cruzada. Como consequencia desta condição de fecundação cruzada, uma variedade commum de milho geralmente é extremamente heterozygota. Baseados neste facto, nós podemos facilmente explicar — á base da segregação e da recombinação de factores — o apparecimento de numerosas anomalias

quando autofecundamos artificialmente esta planta. Estas anomalias são geralmente devidas aos gens recessivos, acobertados nos indivíduos heterozygotos pelos respectivos dominantes, e aparecendo em condição recessiva dupla (homozygote) em consequência da autofecundação. Damos em seguida alguns exemplos destes característicos recessivos:

a) ANOMALIA DAS INFLORESCENCIA MASCULINA

1) Modificação na extractura morphologica da flexa, taes como: redução dos ramos lateraes, ás vezes chegando ao extremo de só permanecer o ramo principal.

2) A posição da flexa pode variar de erecta (normal) até completamente inclinada.

3) A presença de flôres femininas na flexa, produzindo sementes normaes.

4) Esterilidade completa ou parcial do pollen.

b) ANOMALIAS DA INFLORESCENCIA FEMININA

1) Modificação na sua morphologia, taes como espigas ramificadas de varios formatos.

2) Variação no comprimento do pedunculo da espiga.

3) As "barbas" podem desaparecer completamente (gen "sk").

4) A presença de flores masculinas na espiga: estas podem estar presentes sómente na extremidade superior da espiga, ou todas as flores da espigas são completas (plantas andromonoicas).

5) Sementes defeituosas de diversas naturezas.

6) Esterilidade completa ou parcial das flores femininas.

7) As folhas que constituem a "palha" possuem ás vezes ligulas e laminas, dando á planta um aspecto característico (Fig. 1).

Esta anomalia por ultimo citada, como tambem diversas outras devem ser consideradas como sendo «Reversões» aos typos primitivos.

c) ANOMALIAS QUANTO A' EXISTENCIA E DISTRIBUIÇÃO DA CHLOROPHILLA (98)

- 1) Casos de albinismos, que são lehaes devido á completa falta de chlorophilla.
- 2) Diversas formas de listras nas folhas como em "pele green", "japonica", "Yellow striped" etc. etc:
- 3) "Polkadot", um gen que tambem produz uma determinada anomalia na distribuição da chlorophilla nas folhas.

d) ANOMALIAS MORPHOLOGICAS NO CAULE E FOLHAS :

- 1) Aparecimento de diversos typos de "anão" (dwarf)
- 2) Colmo "Zig-zag" (25)
- 3) "Rolled leaves" as folhas superiores são firmemente enrolladas. Até o presente foram estudadas duas formas distinctas desta anomalia ; uma chamada "adherent" descripta por **Kempton (58)** e uma outra "rolled" estudada por **Carver**. (Fig. 2).
- 4) "Liguleless" (sem ligulas) : as folhas devido a ausencia das ligulas são erectas e muito chegadas ao caule : (Fig. 3)
- 5) Occorrença de folhas muito estreitas.
- 6) Folhas "ragged" descriptas por **Brink (7)**; as folhas apparecem como si fossem carcomidas por insectos.

As vezes muitas destas anomalias são tão extremas, que as plantas não estão em condições de se propagar normalmente.

e) REDUCÇÃO NO VIGOR DAS PLANTAS

Uma das consequencias mais interessantes da autofecundação artificial é sem duvida a redução accentuada e continua do vigor geral da planta, seu tamanho e productibilidade durante gerações consecutivas até que a linhagem atinja o estado de homozygose. Algumas excepções porem foram encontradas para esta regra geral, e na photographia seguinte mostramos uma planta da linhagem B de Holbert (Illinois U. S. A.) autofecundada por 15 gerações. (Fig. 4).

As plantas, como se vê, são ainda viçosas, produzindo

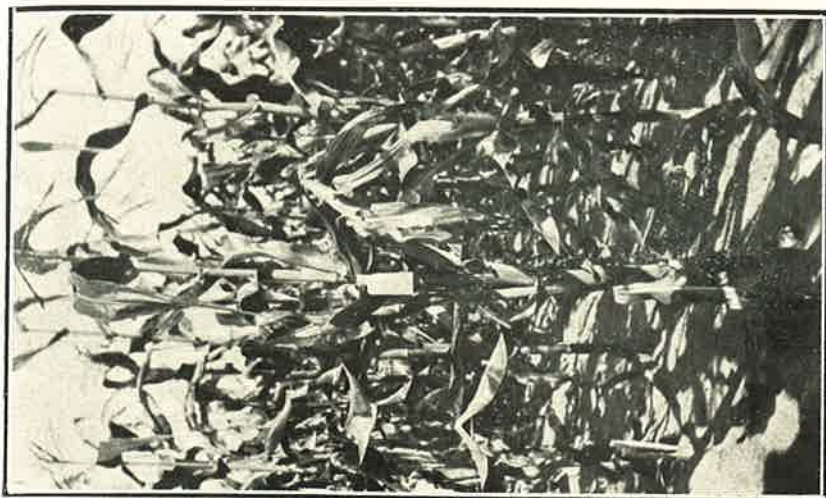


Fig. 1

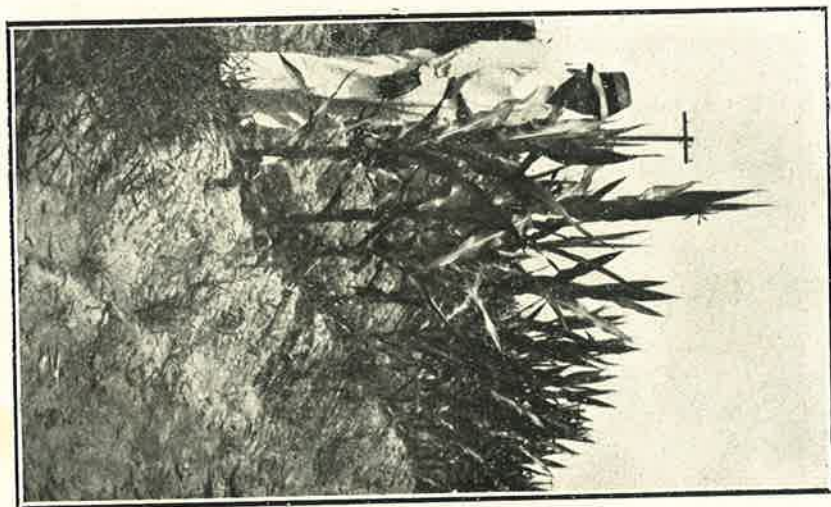


Fig. 2

Fig. 3



Fig. 4



pouco menos do que as de uma variedade commercial. Também **Eyster** tem em estudos uma linhagem de plantas "gigantes". O grão portanto da redução com relação a caracteres quantitativos é bastante variavel.

3) Heterosis :

É este um dos capítulos mais interessantes da genética do milho. Observa-se o "vigor híbrido" ou "Heterosis" cruzando-se duas ou mais linhagens autofecundadas e praticamente homozigotas: o híbrido possui extraordinária pujança readquirindo e muitas vezes excedendo o vigor da variedade ou das variedades da qual elle provem. O principio da Heterosis forma a base para os processos modernos de melhoramento do milho.

O vigor híbrido já tinha sido observado por seleccionadores antigos, taes como **Kölreuter** (1766), **Gärtner** (1849), **Darwin** (1877) e **Focke** (1881) em experiencias com diversas outras plantas.

4) Hereditariedade da productibilidade e de alguns outros caracteres

economicos

Caracteres quantitativos, taes como altura, produção etc. etc. são expressões da eficiencia da planta para desenvolver-se, para produzir, e sem duvida pôde-se admitir que qualquer factor hereditario que affecte qualquer parte da planta pôde indirectamente affectar a expressão destes caracteres quantitativos. Considerando-se as muitas e variadas funções physiologicas das quaes depende o desenvolvimento geral da planta, não podemos negar que muitos factores geneticos devem estar presentes para governar estas funções vitais.

D. F. Jones forneceu-nos, em 1917 (49) a hypothese mais logica para explicar não sómente a redução do vigor no milho devido a autofecundação, mas também para a Heretose que apparece nos híbridos. A sua explicação é baseada na hypothese dos *factores multiplos* proposta por **Nilsson-Ehle**. Diversos casos têm sido estudados que provam que o mesmo

efeito às vezes pôde ser produzido por factores *differentes*. Isto foi observado por Nilsson-Ehle em *Avena*, por Shull em *Bursa pastoris* e por East e outros em diversas plantas. Jones assume que um grande numero de factores dominantes, que affectam o desenvolvimento geral da planta e sua capacidade productora, é distribuido com relativa uniformidade pelo complexo chromosomico. No milho provavelmente a maioria destes factores acham-se em forma heterozygota; pela autofecundação muitos dos recessivos são segregados, e os factores dominantes que affectam o crescimento e a produção são distribuidos entre as linhagens resultantes, de maneira que estas possuirão um numero muito mais reduzido de taes factores dominantes, do que a variedade original. Esta é considerada a causa da redução no vigor e na capacidade productora. A heterose na primeira geração filial (F_1) de um cruzamento entre duas ou mais destas linhagens é produzida pela acção complementar de factores dominantes diferentes no hybridio, cada linhagem contribuindo com certo numero destes. O F_2 de um tal cruzamento evidencia de novo uma certa redução no vigor, surgindo geralmente uma variabilidade entre os individuos; este facto parece constituir uma nova prova para a hypothese dos «factores multiplos».

Devido ao "linkage" destes factores dominantes que determinam o vigor torna-se praticamente impossivel recombinar num só individuo de uma das futuras gerações um numero maior de factores em condição homozygota do que o presente em uma ou outra das linhagens originarias. Theoricamente isto deveria ser possivel, mas um numero quasi indefinido de "crossing-overs" precisaria, neste caso, occorrer.

Presentemente F. D. Richey (86-90) está trabalhando em um esquema especial de "melhoramento convergente de linhagens autofecundadas", que discutiremos, detalhadamente, num dos capitulos seguintes.

Shull (1910) foi o primeiro á observar a redução do vigor no milho em consequencia da autofecundação, seguido por East e Hayes em 1912 (18). O caracteristico principal destas linhagens autofecundadas é a grande uniformidade, quando attingem a homozygose, fazendo-se cruzamentos entre individuos da mesma linhagem, (sib-crossing) estabelece-se a prova

para esta condição genética: a progenie não deve mostrar nenhum acrescimento de vigor sobre as plantas de linhagem e deve ser perfeitamente identica a estas.

Como fôra observado, a intensidade da heterose em híbridos de duas linhagens é inversamente proporcional ao grão de parentesco entre estes; cruzamentos reciprocos nem sempre têm dado os mesmos resultados.

Em seguida damos mais alguns esclarecimentos sobre a hereditariedade de caracteres quantitativos do milho. A literatura mais completa sobre este assumpto achamos em um trabalho de Emerson e East de 1913 (20); os seguintes caracteres foram extensivamente estudados:

numero de linhas por espiga
comprimento da espiga
diametro da espiga
altura da planta
numero de nós por colmo
comprimento dos inter-nós
numero de colmos por planta
duração do periodo de crescimento.

Com algumas excepções, os individuos de F_1 eram intermediarios quanto á expressão destes caracteres; F_2 mostrava uma maior variabilidade destes, e em muitos casos torna-se possivel separar na geração F_3 plantas do typo dos paes originarios ou então muito semelhantes a estes. Os resultados destes estudos justificam bem a hypothese dos factores multiplos que determinam a expressão destes caracteres, e que são transmittidos normalmente segundo a concepção mendeliana. Acharam os autores uma excepção quanto á natureza da primeira geração (F_1) sómente no caso da "altura" da planta: em 3 cruzamentos os individuos F_1 eram quasi tão altos como o maior dos paes, e no quarto cruzamento o tamanho médio dos individuos F_1 excedia a média dos tamanhos dos paes. A explicação do occorrido deve-se procurar na heterose, e o estudo da hereditariedade do numero e do comprimento dos inter-nós nos fornece a chave para o completo esclarecimento do caso. Considerando-se o numero dos nós, os individuos de

F₁ eram intermediarios, mas o comprimento dos internós era bastante maior devido á heterose.

Outros caracteres economicos, taes como : resistencia ás molestias e insectos nocivos, precocidade, etc. et., parecem ser herdados de modo semelhante, dependendo da acção de varios factores geneticos; apezar disso, porem, alguns casos têm sido encontrados em que o factor *resistencia ás molestias*, aos *insectos*, etc. etc., parece em determinados cruzamentos seguir uma simples segregação mono ou dihybrida.

Continúa

Campinas, Abril de 1933

CARLOS A. KRUG

REFINAZIL

FARELLO PROTEINOSO

Misturado com outros componentes no preparo de rações balanceadas, é o alimento ideal para vaccas leiteiras, porcos de engorda e gallinhas poedeiras



A analyse do Refinazil é a seguinte:

| | | |
|---------------|----|-----|
| Proteina | 27 | 0/0 |
| Carbohydratos | 53 | 0/0 |
| Gordura | 3 | 0/0 |

Peça-nos informações e formulas balanceadas

REFINAÇÕES DE MILHO, BRAZIL S/A

Caixa 2972

São Paulo — Brazil