

PROBLEMAS DE MELHORAMENTO DO MILHO

F. G. BRIEGER

Escola Superior de Agricultura

"Luiz de Queiroz"

Universidade de S. Paulo

A origem do milho é ainda desconhecida, se bem que muitos investigadores tenham experimentado, com grandes dificuldades, resolver o problema. As plantas selvagens mexicanas, *Tripsacum* e *Euchlaena* são relacionadas ao milho e cruzamentos entre este e *Euchlaena* foram estudados com detalhe pelos geneticistas americanos. Porém, nós não podemos dizer quaes foram os antepassados selvagens do milho cultivado e por que methods e durante quanto annos, ou melhor, seculos, os Indios Americanos produziram os typos que foram encontrados pelos conquistadores brancos do continente americano. Comparativamente, muito pouco foi feito para o melhoramento dos typos existentes nos ultimos tempos, até o começo deste seculo. O inicio do trabalho moderno da genetica do milho foi feito por CORRENS (1899-1901) na Allemanha, que resolveu o aspecto genético do importante problema da xenia. Depois do anno de 1900, uma grande e auspiciosa escola de geneticistas de milho foi estabelecida nos Estados Unidos pelos famosos scientists EAST e EMERSON. Praticamente, todos os geneticistas que trabalham com milho são directa ou indirectamente estudantes desses eminentes scientists e o autor deste artigo está bastante satisfeito de ter sido um dos alumnos do Dr. East, na Universidade de Harvard. Este grupo bastante eficiente de geneticistas norte-americanos não somente fez

do milho a planta melhor analysada sob o ponto de vista da genetica scientifica, como tambem melhorou a producção e a qualidade do mesmo, sob o ponto de vista commercial.

Existe naturalmente uma literatura extremamente grande da genetica, da cytologia e do melhoramento do milho, quasi todos os trabalhos publicados em inglez. A literatura publicada em portuguez é bem pequena. KRUG (1933), examinou alguns dos aspectos que são de interesse para o criador. Elle publicou tambem um resumo, em portuguez, dos methodos de polinisação controlada (1936). A rapida discussão apresentada aqui é o resultado do meu conhecimento da literatura e de minhas proprias experiencias. Uma grande parte da technica foi desenvolvida nestes ultimos 30 annos nos Estados Unidos e deve ser de conhecimento geral, de tal maneira que não necessita de referencias especiaes quanto ás respectivas publicações.

Uma condição de primeira ordem para uma colheita satisfactoria é uma sufficiente *homogeneidade* das linhagens commerciaes ; uma outra, não menos importante é a quantidade e a qualidade da colheita, bem como a resistencia contra as molestias. Existem somente muito poucos dados á mão com referencia á situação das linhagens de milho brasileiro. O trabalho de KRUG (1935) com Crystal, Amarello e Amparo, de GRANER (1938) com Santa Rosa e as minhas proprias observações do Santa Rosa, Crystal e Catteto, mostram que as linhagens estudadas são, não somente desuniformes, como tambem possuidoras de um numero consideravel de caracteres hereditarios desfavoraveis, taes como deficiencia do crescimento, deficiencia da chlorophylla e reducção da fertilidade.

Baseados nos estudos scientificos de EAST e seus colaboradores, os geneticistas norte-americanos desenvolveram um methodo de purificação das linhagens de milho, sem perda do vigor e da productividade. Elle consiste de dois processos oppostos: em primeiro lugar, autofecundação continuada e depois cruzamentos, processos estes que serão resumidamente explicados aqui. Com a autofecundação, reduzimos a producção, porem ella é o unico meio para augmentar a homogeneidade.

O milho é uma planta monoica, tendo geralmente flores que contem unicamente estames, na inflorescencia situada na

parte final do caule, a chamada "flecha", enquanto que os ramos axilares produzem inflorescencias somente com flores femininas. O primordium para o gyneceo existe, porem não se desenvolve nas flores masculinas. De outro lado, os estames permanecem rudimentares nas flores femininas. O pollen produzido na flecha é transportado pelo ar para o estigma das flores femininas, a barba. Não ha naturalmente uma acção selectiva nessas correntes de ar e porisso nós devemos esperar que as espigas são pollinizadas por uma mistura produzida ao acaso, de grãos de pollen pre-entes no ar. Observações nos Estados Unidos mostraram que o milho é naturalmente de polinisação cruzada (cerca de 90 %) (cf. HAYES and GARBER 1921). Isto não é entretanto o que acontece sempre. Experiencias de BRIEGER (1935) indicaram que ha processos selectivos agindo durante o desenvolvimento do tubo pollinico, favorecendo a auto-fertilisação, ou pelo menos, a fertilisação entre linhas mais estreitamente relacionadas. Porem esta tendencia natural de autofecundação ou cruzamento entre parentes, é contrabalançada por uma selecção natural em favor das plantas mais vigorosas. A selecção pelo plantador tenderá para a mesma direcção. Porem, o vigor é geralmente correlacionado com o estado heterozygote. Assim, seleccionando as plantas mais vigorosas, selecciona-se plantas com o maximo das condições heterozygotas e heterogeneas. Podemos dizer que a maior parte das linhagens de milho que não foram ainda sujeitas a metodos especiaes de melhoramento consistirão em grande parte de plantas de sementes cruzadas e estas plantas tenderão a ser tão heterozygotas quanto possivel.

E' interessante comparar as linhas de milho brasileiro cultivado em 1937 com descrições de annos anteriores. Parece que a selecção para a manutenção dos typos foi principalmente feita conforme o typo da espiga. As variedades "Santa Rosa", "Catteto" e "Crystal", estudadas nos annos de 1936 e 1937, de sementes offerecidas gentilmente pela Fazenda Modelo da Escola "Luiz de Queiroz", são bem semelhantes com relação a todos caracteres morphologicos das plantas (altura, ramificação, etc.) e tambem physiologicos (tempo de florescimento e amadurecimento). Ellas só se distinguem pelas espigas. As descri-

ções dadas por CARLOS MENDES (1930) incluem porem diferenças nos caracteres das plantas, que, pelo cruzamento e selecção automatica foram todos misturados.

Recebemos, por intermedio do Dr. Raul Drumond Gonçalves, do Instituto Biologico, algumas espigas de milho cultivado em Matto Grosso e que possivelmente está bem mais proximo do typo cultivado pelos indios que os typos de milho mencionados acima. No milho recebido de Matto Grosso a relação entre o peso da espiga e o peso da planta parece muito mais razoavel. As plantas são praticamente iguaes ás plantas dos milhos cultivados no Estado de S. Paulo, mas as espigas são muito mais compridas, com sementes grandes. Este milho naturalmente tambem não é homogeneo, dando alem de boas espigas, outras muito compridas e finas, com sabugo muito flexivel. Parece-me muito razoavel admittir que em tempos passados, talvez antes mesmo do melhoramento scientifico, tenha havido cruzamento de milho indigena, semelhante ao typo Matto Grosso mencionado, com outros typos de milho importado. O resultado da selecção feita pelos fazendeiros é o mesmo daquele encontrado em nossos dias, na selecção do Catteto, por exemplo, onde a espiga corresponde ao typo importado mas todos os caracteres da planta foram alterados na direcção dos typos aqui cultivados.

Temos assim que começar nossas experiencias com um material muito heterogeneo. Applicaremos, em primeiro lugar os methodos mais vigorosos de "imbreeding" isto é, autopollinisação controlada, technica muito facil de ser applicada e produzindo optimas espigas. A selecção em massa dos typos melhores, não só nunca estabelecerá linhagens uniformes, como conservará tambem a heterogeneidade. O methodo "ear to row" é um pouco melhor, porque aqui nós nos limitamos ás progenies de determinadas plantas femininas, facilitando-se assim o cruzamento entre plantas derivadas da mesma planta mãe. Este methodo pode ser applicado em fazendas onde falta pessoal e tempo para a realisação de methodos mais scientificos de melhoramento. As instituições do governo, que podem planejar experiencias para serem realisadas em alguns annos, sem necessitar de resultados financeiros immediatos, deverão applicar

unicamente os métodos das polinizações controladas, onde plantas femininas e masculinas são selecionadas e controladas.

A técnica de autopollinização controlada é bastante simples (cf. BRIEGER 1930, KRUG 1936). Um sacco de papel é aplicado á extremidade do ramo femea, antes das primeiras barbas apparecerem, cuja extremidade pode ser cortada. Depois do apparecimento da barba, a extremidade do ramo, inclusive as extremidades das barbas, são cortadas com um canivete bem amolado e o sacco de papel é de novo collocado para protecção. Ao mesmo tempo um sacco de papel, grande, é posto sobre a inflorescencia masculina escolhida. Depois de 24 horas, as barbas teem crescido um pouco, formando um tufo uniforme de cerca de 2 centimetros mais ou menos. O sacco de papel posto sobre a inflorescencia masculina contem então uma grande quantidade de pollen, que deverá ser despejado sobre a barba. Esta é coberta novamente com um sacco de papel, o qual permanecerá ahi até a colheita. Sua presença é necessaria durante os primeiros dias após a pollinização, para evitar que outro pollen possa cair na barba, trazido pelo vento. Ao mesmo tempo, esse sacco de papel fornece a necessaria protecção contra o ataque dos passaros e limita tambem a entrada de insectos.

O numero de plantas que devem ser selecionadas no inicio da purificação por autofecundação, depende grandemente do tempo e do pessoal disponivel. Algumas das linhagens obtidas da primeira geração autofecundada devem ser immediatamente eliminadas, porque ellas não correspondem ao typo "standard" estabelecido. Das outras, um certo numero de plantas serão novamente autofecundadas e o processo repetido por algumas gerações. Como regra, a homogeneidade deve ser esperada depois da sexta autofecundação. Uma boa prova da homogeneidade consiste no cruzamento de plantas irmãs da linhagem autofecundada. Se os hybridos assim obtidos não differirem muito da linhagem de onde partiram, nós podemos dizer que a autofecundação resultou no estabelecimento de uma linhagem homogenea. Pode-se pollinizar, nesta occasião, algumas plantas com uma mistura de pollen de algumas outras plantas da mesma linhagem.

O "standard" da selecção usado durante a autofecundação não pode ser considerado como quantitativo. A productividade é, durante esta phase, um factor secundario E' muito mais importante eliminar todos os caracteres indesejaveis e controlar a forma da espiga, comprimento do ramo femeo, tempo do florescimento, numero de espigas por planta, etc. Durante este tempo, o vigor da planta e a producção diminuirão consideravelmente, ficando as linhagens muito pobres neste sentido, no final do processo de purificação. Um fazendeiro, não preparado scientificamente, certamente desprezará estas linhagens immediatamente, como imprestaveis. O cientista conhece, porem, que elle deu somente o primeiro passo do seu trabalho de melhoramento; a purificação e eliminação de caracteres indesejaveis, sem consideração quanto á productividade.

O proximo passo consti-te agora no *restabelecimento da productividade ou ainda no augmento dessa productividade*, além do limite inicial. Para este fim, muitos cruzamentos entre as linhagens autofecundadas devem ser realizados. Uma grande percentagem destes hybridos mostrarão pronunciado augmento de vigor, se bem que alguns hybridos não sigam o mesmo caminho. Agora, todos os caracteres devem ser considerados: os qualitativos e os quantitativos, a productividade e a resistencia ás molestias. Um estudo detalhado e cuidadoso revelará então as melhores combinações. Este exame deverá ser repetido durante alguns annos para ver o effeito das condições climatericas e a resposta das linhagens cruzadas ás condições favoraveis e desfavoraveis do meio. Em todas estas provas, somente a primeira geração dos cruzamentos deverá ser utilizada.

Estas primeiras gerações destes cruzamentos devem ser bastante uniformes, porque ellas resultam do cruzamento de duas linhagens autofecundadas e homogeneas. O vigor e a productividade podem ser tão grandemente augmentados que ellas passam a representar uma linhagem ideal sob o ponto de vista economico. Contudo, isto se verifica unicamente nos hybridos desta primeira geração. As proximas gerações, obtidas depois de novas autofecundações controladas ou cruzamentos naturaes, serão extremamente heterogeneas, porque agora uma

segregação mendeliana para todas as diferenças entre as duas linhagens usadas no início como linhagens puras, se verifica. Pode-se dizer, de um modo geral, que a segregação e, conseqüentemente, a heterogeneidade das gerações posteriores, será tanto maior quanto mais vigorosas forem as plantas da primeira geração, quando comparadas ás linhagens puras que serviram como paes.

Algumas vezes a uniformidade da primeira geração do cruzamento de linhagens autofecundadas é desvantajosa, porque estas plantas respondem muito uniformemente ás molestias e ás condições climatericas adversas. Em taes casos, pode ser recommendavel fazer-se cruzamentos duplos, isto é, cruzar 2 hybridos F_1 um com o outro, ou então cruzar um destes com uma terceira linhagem, ainda pura. As linhagens puras que servem como paes deverão ser diferentes para que as linhagens duplamente cruzadas sejam o resultado da combinação de tres ou quatro linhagens puras. Estes duplos hybridos não serão tão uniformes como no caso dos cruzamentos simples e mostrarão mais plasticidade quanto á resposta ás condições do meio. Elles serão, porem, ainda rasoavelmente uniformes e productivos, quando utilizados somente na primeira geração dos duplos cruzamentos. Depois, com a autofecundação ou pollinisação natural, a segregação mendeliana se verificará, resultando então uma heterogeneidade e apparecimento possivel de caracteres desfavoraveis.

Com o estabelecimento destas linhagens puras, as quaes darão as melhores linhagens para simples ou duplos cruzamentos, o trabalho do criador está mais ou menos terminado. Elle tem agora que *conservar essas linhagens puras* e produzir grandes quantidades de sementes hybridas para distribuição aos fazendeiros. Havendo porem sempre perigo da perda das linhagens puras, elle terá então que seleccionar novas linhagens de tempos em tempos. Pode ser aconselhavel iniciar uma serie de autofecundação novamente, com o cruzamento simples ou duplo da linhagens puras. Elles conterão, provavelmente, muito menos caracteres desfavoraveis que nós encontramos no início, em nossas linhagens autofecundadas. Poderemos assim obter linhagens com um minimo de autofecundação e que serão mais

faceis de serem conservadas. Pode ser útil não começar imediatamente com autopollinisação, mas sim com "*backcross*" do híbrido por algumas gerações, com uma das linhagens puras, applicando-se ao mesmo tempo uma rigorosa selecção para todos os caracteres, incluindo a producção. A productividade irá naturalmente se eliminando em virtude do "*backcross*" porem não tão rapidamente como no caso das autofecundações continuadas. Pode-se assim isolar, por este methodo, linhagens possuindo tempo minimo para purificação. Depois de dois, tres ou mais "*backcross*", a autofecundação deverá ser iniciada como de costume, e continuada até um gráo de uniformidade satisfactorio ser obtido. Como prova de homogeneidade, o cruzamento entre plantas irmãs da mesma linhagem deve ser usado, o qual não deverá dar então um augmento consideravel na producção.

A selecção e a autofecundação continuada requer somente poucas espigas de cada typo, pois cada uma conterà um grande numero de sementes. Porem, para o estado final — *a producção de sementes cruzadas para distribuição*, um grande numero de linhagens puras é necessario e um grande numero de sementes cruzadas devem ser produzidas. Para este fim, a pollinisação manual não deverá mais ser usada, pois esta technica fará com que as sementes fiquem muito caras. Um methodo mais simples deverá então ser applicado.

Em primeiro lugar, um lote deve ser selecionado, que fique sufficientemente separado de todos os outros lotes de milho. Algumas centenas de metros é muitas vezes bastante. Será melhor porem se o lote puder ficar circundado por uma cerca viva de um ou dois metros mais alta que as plantas de milho. Esta cerca deve ser formada por plantas bastante cobertas de folhas, se possivel folhas com pellos, de modo que os grãos de pollen não possam passar. Com taes cercas, lotes de milho que são localizados apenas com alguns metros de distancia, mostram menos de 1 % de contaminação.

Nestes lotes, as duas linhagens puras a serem utilizadas são plantadas em linhas alternadas. Logo antes da cahida dos grãos de pollen, as inflorescencias masculinas (flechas) de uma

das duas linhagens são cuidadosamente removidas. Se as plantas tendem a produzir ramificações na base, este processo tem de ser repetido. Em consequencia, unicamente pollen de uma das duas linhas será fornecido em cada lote. Todas as plantas da linha que não tiver a flecha removida, serão intercruzadas e assim produzirão um numero sufficiente de sementes da linhagem, pois cruzamentos entre plantas irmãs de uma linhagem autofecundada não alterarão a constituição da mesma. As linhagens que tiverem suas flechas removidas, ficarão cruzadas e fornecerão sementes para a distribuição aos fazendeiros. Os dois typos podem ser facilmente distinguidos na colheita. Plantas que tem ainda suas flechas, produzem sementes puras dessa linhagem e plantas sem flechas, terão unicamente sementes cruzadas.

Se cruzamentos duplos forem feitos, o mesmo systema pode ser utilizado. As duas linhagens já cruzadas serão plantadas em linhas alternadas e uma emasculinizada, pela remoção da flecha. A outra conterà então somente sementes duplamente cruzadas, enquanto que as sementes da linhagem da qual foram removidas as flechas, não serão utilizadas nem para o trabalho scientifico ulterior e nem para distribuição. Pode-se plantar um numero igual de linhas de cada typo ou pode-se tambem plantar duas linhas do typo que deve ser emasculinizado para uma linha do outro typo.

A technica toda é assim simples, porem não se deve esquecer que ella produz resultados unicamente se for continuada em grande escala. Ademais, as experiencias não deverão ser feitas só em uma localidade. A organização será feita por um departamento central, porem as experiencias serão replicadas nas estações experimentaes em differentes partes do Estado. Deve-se lembrar que o desenvolvimento da planta é o producto da interação entre a constituição genetica e o meio. Linhagens de milho com um maximo de producção e de typos favoraveis em um districto, podem falhar completamente em outros. Isto deverá ser bastante pronunciado no Estado de S. Paulo, com seus climas e solos muito differentes.

Mas a muitos agronomos este methodo de autofecundação e cruzamento pode parecer bastante difficil e caro, porem

elle tem sido adoptado por um numero de fazendas de melhora-mento nos Estados Unidos e tambem desde alguns annos pela Secção de Genetica do Instituto Agronomico. Um grande numero de modificações tem sido proposto e não pode haver duvida que o criador tem que adoptar seu methodo, conforme suas necessidades e os fundos ao seu dispor.

Pode então em certas condições ser aconselhavel procurar uma meia solução, iniciando uma selecção por autofecundação, durante poucas gerações, empregando-se ao mesmo tempo um methodo bem rigoroso de selecção. Assim, pode-se eliminar as peores deficiencias sem demais perda da productividade. Depois disto, pode-se deixar a linhagem desprotegida e limitar o trabalho a uma selecção em massa ou "ear to row", esperando ter estabelecido uma linhagem um pouco melhor que a linhagem original. Tal methodo será comparativamente barato e pode augmentar tambem a producção mas não levará a um augmento de producção e uniformidade tão certo como o methodo anteriormente descripto.

Em conclusão, o melhoramento do milho sem a autofecundação controlada pelo menos em duas ou tres gerações, dará certamente muito pouco resultado quanto ao augmento da producção. A selecção em massa ou a selecção "ear to row" melhoram só linhagens extremamente ruins, que nunca foram sujeitas aos methodos rigorosos e scientificos de melhoramento, e portanto heterogeneas em extremo.

* * *

A parte mais importante praticamente em todos os methodos de selecção e melhoramento, é a *colheita dos dados necessarios para estabelecer o "standard" da selecção* na geração critica, por exemplo, nos cruzamentos simples ou duplos. A analyse em uma localidade será feita de tal maneira a eliminar o effeito do solo e outras causas semelhantes da variação. Será muito vantajoso se ensaios de adubação puderem ser realizados ao mesmo tempo. Porem, onde isto não possa ser feito, será melhor cultivar todas as plantas em uma condição media e uniforme, tanto quanto possivel, para que os resultados possam ser,

sem perigo, generalizados para o districto correspondente. Os lotes experimentaes deverão ser distribuidos de tal modo a permittirem uma analyse das origens da variação. Para isto, simples calculos das medias e erros "standard" não são sufficientes, necessitando-se a analyse do erro de FISHER tanto quanto possivel. Este methodo, com o qual cada criador scientifico deve ser familiarizado, não pode ser discutido aqui em detalhe e o leitor deverá se inteirar do mesmo nas publicações de FISHER, TIPPETT ou BRIEGER.

Ademais, o criador tem que decidir quaes caracteres serão considerados como positivos e quaes como negativos. Aqui, devemos dizer que muitas crenças de fazendeiros não teem fundamentos. Plantas extremamen'te grandes e com uma posição da espiga muito alta devem ser vantajosas onde o milho é cultivado sem muito cuidado, praticamente junto com o matto. Porem, ellas serão de pouco valor onde o milho é cultivado para a producção de sementes ou outro aspecto economico qualquer. *Producção de ramos na base* é muitas vezes considerado desvantajoso e será certamente, se for ligado ao desenvolvimento de ramos femeos extremamente longos (cf. GRANER 1938). Porem, minhas proprias experiencias e os dados publicados por JONES (1935), e outros, indicam que ramificação na base pode augmentar a producção. Não conheço ainda nenhuma evidencia que a producção de raizes adventicias, muito acima do solo, esteja correlacionado com o bom desenvolvimento do systema radicular subterraneo.

O criador tem em primeiro lugar a decidir para que fim o milho será utilizado, seja toda a planta para a alimentação dos animaes, seja para a producção de sementes. Nestes dois casos, uma espiga regular e bem granada é necessaria, preferivelmente com milho doce para milho verde e com milho duro amylaceo para a producção de sementes. As plantas mesmas não necessitam ser muito grandes uma vez que produzam boas e numerosas espigas. Quando o milho é usado exclusivamente como forragem, os caracteres da espiga não são tão importantes. Nenhuma regra geral pode ser dada aqui, pois não estão ainda bem esclarecidas as necessidades mais importantes do Estado de S. Paulo.

Um caracter que é de grande importancia é a precocidade. A producção de um milho bem precoce é de importancia especial em paizes mais proximos aos polos, onde a estação vegetativa favoravel para o desenvolvimento do milho é comparavelmente curta. Estive estudando a hereditariedade da precocidade do milho desde alguns annos, especialmente com referencia á questão de melhorar linhagens bem adaptadas ás estações mais curtas do Norte da Europa. Trouxe o meu material para o Brasil e durante o verão de 1936/37 e 1937/38 foi o mesmo plantado em nosso campo experimental, em Piracicaba. Uma analyse mais detalhada dessas experiencias será dada em outras publicações, BRIEGER & GRANER (1938) e BRIEGER (1938). Posso porem dizer já que essas linhagens necessitam muito menos tempo que as variedades cultivadas em S. Paulo, como Santa Rosa, Catteto ou Crystal. O mesmo tempo de cerca de 80 dias, necessarios para estas ultimas começarem a florescer, foi sufficiente para as variedades precoces e productivas completarem o seu cyclo, dando espigas bem granadas e já maduras.

Um espaço de dois e meio ou tres mezes, junto ao facto de que o milho pode ser semeado immediatamente após a colheita, permite-nos plantar facilmente duas gerações por anno. Uma producção de tres gerações em um anno tambem pode ser possivel. Deve ser porem considerado aqui que não é vantajoso ter milho continuamente crescendo no campo. Isto não só será prejudicial para as proprias plantas, como dará occasião para que todas as pragas e doenças desenvolvam continuamente. Não só é aconselhavel a fazer uma rotaçao de cultura de um modo mais ou menos regular, não crescendo a mesma especie durante algumas gerações nos mesmos lotes, como tambem a fazer um repouso de alguns mezes para diminuir o perigo de infecção, um systema já aconselhado tambem para outras plantações aqui no Brasil. Na Europa e nos Estados Unidos esse repouso é feito automaticamente com a alternação de inverno e verão e assim, um inverno bastante rigoroso é muito bom para reduzir as pragas de uma estação para outra.

Vimos assim que pode ser facilmente possivel produzir duas gerações de milho por anno, usando-se linhagens preco-

ces, e em casos excepcionaes, tambem tres. Isto significará uma rapidez decidida de todas as experiencias de melhoramento. Em lugar de se esperar seis annos para seis gerações, pode-se alcançar a uniformidade desejada com o mesmo numero de gerações, porem somente em tres annos. Para o fazendeiro, duas colheitas de milho por anno pode tambem significar um resultado valioso.

* * *

E' necessario mencionar aqui tambem um ponto importante para todo trabalho de melhoramento. O facto de que os caracteres *podem estar ligados* não deve ser esquecido no trabalho de selecção e melhoramento. Consideramos factores como ligados (linked), aquelles que são controlados por genes localisados no mesmo chromosomio.

Pode ser aconselhavel explicar em poucas palavras o principio de "*linkage*". Sabemos que todos os caracteres das plantas e animaes são controlados pelo menos por uma, porem geralmente por mais do que uma unidade genetica ou mendeliana. Estas unidades nós chamamos os genes. Temos uma grande somma de evidencia que prova, fóra de duvida, a sua existencia, se bem que ninguem tenha ainda visto um gene. Isto é devido ao facto delles serem de um tamanho submicroscopico, não muito differente da dimensão de uma grande molecula complexa de albumina. Esses genes controllam o desenvolvimento dos differentes e visiveis caracteres, através um intrincado processo catalytico, os detalhes do qual são ainda desconhecidos.

Estes genes estão localisados em estruturas microscopicas especiaes, os chromosomios, os quaes formam parte integrante de cada cellula. Elles estão arrançados nesses chromosomios numa ordem linear, e sua posição pode normalmente ser modificada só num estado do desenvolvimento, que é a formação das cellulas germinaes. Neste estado, genes que estão num chromosomio podem ser separados e outros genes que estavam separados em outros chromosomios podem se unir. Isto tudo é feito por meio de uma troca de partes entre certos chromosomios, troca esta chamada de "*crossing-over*".

A frequencia com a qual dois genes ligados (linked) podem ser rearranjados, depende muito da sua posição no chromosomio. Se elles estão proximos um do outro, a recombinação será muito rara. Se elles estão muito distantes, elles permanecem juntos ou não, comportando-se como unidades independentes.

Tendo o milho somente dez chromosomios, nós devemos esperar que cada decimo primeiro factor que estamos estudando esteja localizado num dos dez chromosomios. Porem, considerando que o gráo de ligação (linkage) depende da distancia das unidades geneticas em cada chromosomio, poderemos esperar a occorrenca de 2 factores ligados (linked) com frequencia menor ainda.

O effeito de "linkage", quando estudando caracteres quantitativos, será mais ou menos uma correlação pronunciada. Assim, é bastante importante não limitarmos nossas analyses ao trabalho de selecção com referencia a cada um dos caracteres importantes, mas devemos estudar tambem seu *gráo de correlação*.

Se dois caracteres desejados mostram uma correlação parecendo então ligados, o trabalho de selecção é muito facilitado. A situação é entretanto muito mais complicada quando um caracter desejavel da planta é mais ou menos estreitamente associado a um caracter indesejavel qualquer. Nós devemos em tal caso augmentar o numero de plantas nas gerações da nossa experiencia de melhoramento, utilizando unicamente as poucas plantas, mais os menos excepcionaes, que mostrarem os dois caracteres favoraveis unidos. Nestas plantas os genes correspondentes ficaram juntos por meio de uma troca de partes dos chromosomios, o "crossing-over".

* * *

Finalmente, devemos dizer que toda a discussão refere-se principalmente ao milho, porem pode ser generalisada e applicada á qualquer outra planta que se reproduza por fertilisação cruzada e em consequencia disso, deva ser encontrada

num estado muito heterozygote. A situação é bastante diferente quando se trata de plantas que se reproduzem por autofertilização, como feijão e fumo. Nestes casos, autopollinização controlada terá muito pouco efeito, sendo as linhagens commerciaes geralmente bastante uniformes. Se o cruzamento dará um augmento de producção ou não, depende inteiramente da constituição das linhagens cruzadas e nenhuma regra geral pode ser dada. Nestas plantas, o methodo normal de cruzamento e selecção pode ser usado. Devemos lembrar que 'o methodo de "*inbreeding and outbreeding*" foi desenvolvido para solver as difficuldades especiaes encontradas no milho, planta geralmente cruzada.

—:—
RESUMO

Alguns aspectos do melhoramento do milho foram discutidos. Foi explicada a necessidade de ser utilizado para material inicial, além do importado, material cultivado pelos indios. Foram tambem esclarecidos os pontos mais importantes do processo de melhoramento.

—:—
ABSTRACT

The principal points of breeding maize were discussed briefly. The necessity of using strains cultivated by the indians was especially pointed out.

—:—
REFERENCIAS

- 1) BRIEGER, F. G. — 1930. Selbsterilitat und Kreuzungssterilitat in Pflanzen-und Tierreich. Berlin.
- 2) ————— — 1933. Die Bedeutung des Maises als Demonstrations-und Versuchsmaterial fur Vererbungs Kurse — Der Züchter Vol. 5 : 232-240.
- 3) ————— — 1937. Methoden der Erforschung der Vererbungsvogänge bei Pflanzen. Handb. der biol. Arbeitsmethoden, herg. von Abderhalden IX, 3.

- 4) BRIEGER, F. G. — 1938. Hybridos de milho com referencia especial á precocidade Revista de Agricultura. Vol. XIII.
- 5) BRIEGER, F. G. e GRANER, E. A. — 1938. Variações quantitativas no milho "Santa Rosa". Revista de Agricultura. Vol. XIII.
- 6) ————— — 1938. Analyse da precocidade no milho. Revista de Agricultura. Vol. XIII.
- 7) FISHER, R. A. — 1934. Statistical Methods for Research Workers. London. V Ed. Oliver and Boyd.
- 8) GRANER, E. A. — 1938. Variações qualitativas no milho "Santa Rosa". Revista de Agricultura. Vol. XIII.
- 9) JONES, D. F., SINGLETON, W. R. e CURTIS, L. C. — 1935. The correlation between tillering and productivity in sweet corn crosses. Journal of the American Society of Agronomy. Vol. 27, N.º 2.
- 10) KRUG, C. A. — 1933. Methodos de Melhoramento e conhecimentos actuaes da genetica do milho. Boletim Technico n.º 10, do Instituto Agronomico de Campinas.
- 11) ————— — 1935. Efeitos da primeira autofecundação em tres variedades de milho. Boletim Technico n.º 19 do Instituto Agronomico de Campinas.
- 12) ————— — 1936. Pollinisação controlada no milho. Boletim Technico n.º 3 do Instituto Agronomico de Campinas.
- 13) MENDES, C. T. — 1930. Variedades de milho. Revista de Agricultura. Vol. 5, 19-28.