



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE
SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS**



FLAVIANE LEITE ARAUJO

**ESTUDO GENÉTICO E CITOGENÉTICO DE DUAS ESPÉCIES DO
GÊNERO *PHYSALIS* (SOLANACEAE)**

FEIRA DE SANTANA – BA
2012

FLAVIANE LEITE ARAUJO

**ESTUDO GENÉTICO E CITOGENÉTICO DE DUAS ESPÉCIES DO
GÊNERO *PHYSALIS* (SOLANACEAE)**

FEIRA DE SANTANA-BAHIA
2012

FLAVIANE LEITE ARAUJO

**ESTUDO GENÉTICO E CITOGENÉTICO DE DUAS
ESPÉCIES DO GÊNERO *PHYSALIS* (SOLANACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra R. de O. D. Queiroz
Co-Orientadora: Profa. Dra. Adriana Rodrigues Passos

FEIRA DE SANTANA-BA
2012

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Janay Almeida dos Santos Serejo (Embrapa)

Prof^ª. Dr^ª. Marilza Neves do Nascimento (UEFS)

Prof^ª. Dr^ª. Sandra Regina de Oliveira Domingos Queiroz
Orientador (a) e Presidente da Banca

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais (Jorge e Nita) que sempre me apoiaram em minhas decisões e que são meus exemplos de luta, perseverança e dedicação, a eles, os meus mais sinceros agradecimentos, sem eles não seria possível a conclusão deste trabalho.

Aos meus irmãos, Fabiana e Fábio pelo carinho e incentivos constantes durante o tempo de estudo dedicado a este trabalho, em especial a minha irmã que sempre esteve presente, me incentivando, às ajudas nas tarefas de campo, sábados, domingos... e pelos momentos é claro de descontração, festas, viagens, carnavais... valeu irmã espero sempre contar com você.

À minha prima Aisi Anne, pelos conselhos, conversas e principalmente por me fazer acreditar que apesar das dificuldades enfrentadas nunca devemos desistir dos objetivos.

Ao Primo Matheus pela ajuda na montagem dos experimentos de campo.

À minha amiga Adriana que mesmo longe continua presente e que sempre acreditou em mim.

A orientadora Dra. Sandra Regina O. D Queiroz, que apresentou a área dos Recursos Genéticos Vegetais através da disciplina, Botânica Econômica, durante a fase final da minha graduação, sem dúvida sem a sua participação chegar até aqui não teria sido possível, pela amizade e conhecimentos transmitidos.

A Dra. Adriana Rodrigues Passos pela co-orientação e esclarecimentos, principalmente nos últimos minutos da prorrogação do segundo tempo (rsrsrs), fica aqui o meu muitíssimo obrigada.

Ao Professor Dr. Ayala, pela infra-estrutura, apoio nos experimentos de campo e pelo fornecimento do material para desenvolvimento desta pesquisa, e por oportunizar o contato com a cultura da *Physalis*.

Ao Professor Dr. Carlos Lêdo pelo apoio nas análises estatísticas.

Às amigas Gabi e Milena, por estar sempre presente durante todo o mestrado, pelas conversas descontraídas, pelos incansáveis dias de trabalho no horto, obrigada meninas por tudo.

À Mariana pela amizade e pelos momentos vividos durante a participação no congresso de melhoramento de plantas.

À aluna de Iniciação científica Mariléia, que muito me ajudou nos experimentos de campo, horas a fio, sua colaboração com certeza fez a diferença, fica aqui meus agradecimentos pela dedicação e amizade.

Aos colegas de turma do mestrado, Gabi, Milena, Marla, Fernando, Nazaré, Paloma, Alexandre, Hugo, Bruno, Renata, Verônica, Priscila e Luiz pelos momentos de estudos, aprendizagens, viagens de campo, e é claro pelos momentos de descontração do RGV.

Aos funcionários do Horto Florestal pela colaboração nas atividades de campo.

A Universidade Estadual de Feira de Santana e ao programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais pela formação e suporte durante a participação em congressos e eventos científicos.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 O gênero <i>Physalis</i>	1
1.2 Aspectos Botânicos e Medicinais.....	2
1.2.1 <i>Physalis angulata</i>	2
1.2.2 <i>Physalis peruviana</i>	5
1.3 Potencial dos Frutos.....	6
1.4 Melhoramento Genético.....	8
1.5 Citogenética.....	10
CAPÍTULO 1 – SELEÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE PROGÊNIES DE <i>Physalis angulata</i> L. (SOLANACEAE)	20
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO NÚMERO DE CROMOSSOMOS DE <i>Physalis angulata</i> E <i>P. peruviana</i> L.	42
CONCLUSÕES GERAIS	56
RESUMO GERAL	57
ABSTRACT	58
ANEXOS	

1.0 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 O Gênero *Physalis*

A família Solanaceae pertence a subordem Asteridae e a ordem Solanales (CRONQUIST, 1981; JUDD et al., 1999). Compreende uma das maiores famílias entre as angiospermas, contendo 150 gêneros e 3.000 espécies, sendo a América do Sul um dos principais centros de origem e diversidade desta família (HUNZIKER 2001; SOUZA & LORENZI, 2005). No Brasil, são registrados a ocorrência de 28 gêneros e 450 espécies, com destaque para três gêneros endêmicos *Heteranthera* Nees & Mart., *Metternichia* Mick. e *Dyssochroa* Miers (STEHMANN & MENTZ, 2006).

As Solanáceas possuem uma variedade de plantas que fornecem compostos utilizados na medicina popular como: Manacá (*Brunfelsia uniflora*) utilizada para o tratamento de artrite, reumatismo, sífilis, picadas de cobra, febre amarela, além de apresentar ação diurética e antitérmica (AGRA, et al., 2007); Jurubeba (*Solanum paniculatum*) indicada para o tratamento de anemia, desordens hepáticas, digestivas e artrites (MATOS, 1987); Bracainha (*Solanum americanum*) usadas para tratar coceira e feridas na pele (CACERES et al., 1993).

Dentre os gêneros mais representativos para a família Solanaceae, temos, *Solanum* com 1400 espécies, *Lycianthes* com 200 espécies, *Cestrum* com 175 espécies, *Nicotiana* e *Physalis* com 100 espécies, além de *lycium* com 90 espécies. (JUDD et al., 1999).

O gênero *Physalis* é composto por ervas, perenes e anuais, várias comestíveis e cultivadas. *Physalis* tem origem no grego, “Physa”, que significa bolha ou bexiga, que se refere ao cálice da flor que cresce e protege o fruto, sendo considerada a principal característica que define o táxon (HAWKES, 1991). A importância das espécies que compõem este gênero está relacionada principalmente, à produção de substâncias de interesse farmacológico como: vitaesteróides, fisalinas, flavonóides simples ou glicosilado, esteróides, ácidos graxos de cadeia linear, carotenóides, ácido ascórbico e alcalóides (TOMASSINI et al., 2000).

Além das propriedades medicinais, o gênero se destaca, também, por conter espécies que produzem frutos com alto valor comercial, como a uchuva, *Physalis peruviana*, cujo, maior produtor é a Colômbia (NOVOA, et al., 2006), camapú (*P. angulata*), importante alternativa de renda, uma vez que possui alto valor agregado podendo ser cultivado em áreas pequenas (POLTRONIERI, 2003) e o tomate de cáscara,

(*P. ixocarpa*), fruto altamente consumido no México, principalmente no preparo de alimentos típicos (SAGARPA, 2002).

Dentre as espécies do gênero, podemos destacar as espécies *Physalis angulata* e a *P. peruviana* que se sobressaem devido ao potencial medicinal e produção de frutos (Figura 1). Segundo Lagos (2006), algumas espécies do gênero *Physalis* apresentam polinização mista, sendo a taxa de polinização cruzada acima de 50% o que possibilita uma grande variabilidade entre as progênes.



Figura 1. Espécies do gênero *Physalis*. (A) *Physalis angulata* e (B) *P. peruviana*.

1.2 Aspectos Botânicos e Medicinais

1.2.1 *Physalis angulata*

A *P. angulata* é conhecida popularmente como Balãozinho, Camapú, Mullaca e Bucho-de-rã e é considerada uma planta medicinal tradicional no território brasileiro (LORENZI & MATOS, 2008). Possui distribuição Neotropical ocorrendo na América do Norte, Central, do Sul e Caribe. No Brasil, tem sua origem na Amazônia, mais pode ocorrer em todo o território brasileiro (LORENZI & MATOS, 2002).

De acordo com Lorenzi & Matos (2008), o camapú é uma planta do tipo herbácea, de reprodução autógama, ereta que pode atingir de 40-70 cm de altura. Apresenta ciclo anual, relativamente curto e a produção de frutos inicia a partir do 3º e 4º meses a partir da sua data de semeadura, estendendo-se por um período de aproximadamente seis meses (LORENZI & MATOS, 2002). Quando conduzida por tutoramento, a planta pode alcançar dois metros de altura (RUFATO et al., 2008).

A espécie é considerada uma erva daninha capaz de infestar lavouras comerciais, campos e terrenos baldios. Suas sementes possuem um grande potencial germinativo,

havendo preferência por solos úmidos e sombreados. O fruto é doce e insípido e serve para alimentação humana e de outros animais (BRAGA, 1976; LORENZI & MATOS, 2002).

Segundo, Rufato et al. (2008), morfológicamente a *P. angulata* apresenta, folhas alternas, pubescentes, tricomas simples glandulares, as flores são solitárias ou em cimeiras, axilares, com coloração amarelo pálida. O fruto consiste em uma baga globosa envolvida pelo cálice acrescente e inflado, em forma de balão. As sementes são numerosas com diâmetro de 0,8 a 1,0 mm, discóides, com testa reticulada e coloração de ferrugíneo a marrom.

A espécie *P. angulata* pertence às solanáceas e é usada tradicionalmente como planta medicinal. A infusão de suas folhas é indicada pelos índios na Amazônia, para indução de diurese, mas seu uso medicinal é amplo. É também utilizada para o tratamento caseiro de reumatismo crônico, problemas renais, da bexiga e do fígado, bem como sedativo, antifebril, antivomitivo e para doenças de pele (LORENZI & MATOS, 2008).

Quimicamente, a espécie fornece compostos derivados de vitanolídeos simples, denominados de fisalinas, normalmente encontrados nas folhas, raízes e caules da planta na faixa de 30 a 500 partes por milhão (ppm) (SIMÕES, 1999). Das dez espécies do gênero *Physalis*, produtoras de fisalinas, foi possível extrair 19 classes da substância. As fisalinas são moléculas de estrutura bastante complexa e são classificadas como substâncias esteróides (TOMASSINI et al., 2000).

Estudos fitoquímicos com *P. angulata*, demonstraram que esta planta contém flavonóides, alcalóides e vários fitoesteróis, alguns ainda não conhecidos pela ciência. Pesquisas farmacológicas recentes indicam que as substâncias produzidas pelas espécies apresentam fortes atividades imunoestimulantes, ação citotóxica para uma variedade de células cancerosas e atividade anti-viral (LORENZI & MATOS, 2008).

Extratos da planta demonstraram alta atividade antimicrobiana frente a determinadas cepas de *Mycobacterium tuberculosis*, agente causador da tuberculose (PIETRO et al., 2000). Em um estudo realizado por Magalhães (2005) a atividade citotóxica dos compostos isolados de *P. angulata*, tendo destaque para as fisalinas B, D e F, foram testadas *in vivo* em sarcoma 180, o autor verificou atividades antitumorais interessantes para as fisalinas B e D, sendo que a fisalina D apresentou maior atividade em relação a B.

P. angulata tem se mostrado um eficiente estimulador da função imunológica, com antineoplásicos e antimicrobianos potentes. Os efeitos anti-HIV parecem estar relacionados à sua capacidade de inibir a transcriptase reversa (*in vitro*). Embora não existam ensaios clínicos formais sobre a utilização desta erva para o tratamento da AIDS, a erva parece ser

potente em ações antimicrobianas *in vitro* contra várias cepas de microbactérias (HOLT, 2008).

De acordo com Soares et al. (2003), em estudos utilizando extratos de *P. angulata* contendo fisalina B, em macrófagos, importantes células do sistema imunológico, responsáveis pela liberação de óxido nítrico, sinal químico para o recrutamento de outras células do sistema imune e que em excesso se tornam prejudiciais; comprovou-se a redução em até 90 % dos níveis de óxido nítrico, com uma eficiência trinta vezes superior às mesmas doses do medicamento dexometasona.

Outros estudos realizados com extratos isolados da planta evidenciaram sua ação anti-leishmania. O tratamento com as fisalinas B, F e G, provocou a inibição do crescimento da leishmania na sua fase promastigota, sugerindo que as fisalinas possuem um forte potencial terapêutico para o tratamento da leishmaniose (GUIMARÃES, et al., 2010).

O Instituto de Pesquisa Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz, 2009), atualmente investiga a produção de um inseticida natural com extratos de *P. angulata* para combater o barbeiro, vetor transmissor da doença de chagas. Nesta pesquisa utiliza-se o extrato da planta em barbeiros infectados com *Trypanosoma rangeli*, os insetos submetidos às substâncias da planta reduzem a atividade imunológica e tem uma conseqüente morte devido a infecção pelo *T. rangeli*, parasita que também infecta o homem, porém se difere do *Tripanossoma cruzi*, pois não causa a doença de chagas.

Estudos científicos relataram a presença de acetilcolina nos frutos de *P. angulata* diagnosticados através da observação da contração isotônica no reto anterior do sapo, efeito inotrópico negativo no coração isolado de sapo e hipertensão arterial no gato. Também foi confirmada a presença de acetilcolina em extratos da planta através da cromatografia (MELO & AFIATPOUR, 1985).

Lopes et al. (2005) verificou a ação anti-séptica dos frutos de *P. angulata* contra atividade de um dos principais patógenos da flora cutânea, o microorganismo *Staphylococcus aureus*, causador da acne, neste estudo foram desenvolvidos quatro produtos de uso tópico a partir do extrato etanólico dos frutos, sendo eles, sabonete líquido, loção cremosa, desodorante anti-séptico e gel de limpeza. Dos produtos testados apenas a loção cremosa não apresentou ação bacteriostática contra o microorganismo, demonstrando desta forma o potencial dos frutos para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos em escala industrial.

1.2.2 *Physalis peruviana*

A *P. peruviana* tem origem nos Andes Sulamericano, ocorrendo principalmente no Peru, Colômbia e Equador (MEDINA, 1991). No Brasil, se origina na Amazônia e é considerada uma fruta exótica (NOVOA et al., 2006).

Muito semelhante a *P. angulata*, a espécie *P. peruviana* se caracteriza por ser uma planta, arbustiva, perene e rústica, podendo alcançar a altura de até dois metros, suas folhas apresentam pêlos e formato triangular, o caule principal também chamado de talo é herbáceo e piloso constituído de 8 a 12 nós, o fruto é caracterizado por uma baga carnosa em forma de globo, apresentando diâmetro entre 1,25 e 2,50 cm e peso que varia de 4 a 10 gramas (CHAVES, 2006). Nesta espécie prevalece a alogamia, sendo as flores facilmente polinizadas por insetos e pelo vento, mais também pode ocorrer autopolinização, sendo considerada mista (GUPTA & ROY, 1981; LAGOS et al. 2008).

A espécie *P. peruviana* é conhecida popularmente como Uchuva e merece destaque dentro do gênero *Physalis* decorrente da produção de seu fruto amplamente comercializado em diversos países como no Equador, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Kenia, Zimbábue, Havaí, Índia, Malásia, China e Colômbia, atualmente considerada a maior produtora de uchuva. O fruto tem grande aceitação devido a sua coloração atrativa, bem como pelo agradável sabor com grande concentração de açúcar (NOVOA et al., 2006).

Como planta medicinal, a *P. peruviana* apresenta atividade contra o câncer, malária, leucemia, asma, dermatite, hepatite, reumatismo, como agente antimicrobiano, diurético e antipirético (WU et al., 2004). Segundo estudos realizados por Rockenbach et al. (2008) os frutos de *P. peruviana* são ricos em antioxidante naturais e ácidos fenólicos, com destaque para o ácido salicílico e protocatequínico.

O cálice que envolve o fruto contém compostos denominados de glicosídeos que possuem ação antiinflamatória comprovada, sendo que o fruto da *P. peruviana* pode ser utilizado com segurança para reduzir sintomas de inflamação (FRANCO & MATIZ, 2007). Em pesquisas realizadas por Munoz et al. (2009), substâncias extraídas do cálice do fruto de *P. peruviana*, foram testadas em ratos submetidos a contrações abdominais induzidos por ácido acético. Os autores comprovaram atividade antinociceptiva, reduzindo a dor destes animais devido a presença dos glicosídeos.

De acordo com a Corporacion Colombia Internacional (2002), o fruto purifica o sangue, reduz a albumina dos rins, fortifica o nervo óptico, limpa as cataratas, alivia dores de garganta e controla a amebíase. Pesquisas desenvolvidas com o extrato aquoso da planta

demonstraram uma potente ação de citotoxicidade em células de melanoma (WON et al., 1988).

1.3 Potencial dos Frutos para Consumo in Natura

Além de substâncias de interesse farmacológico, as plantas de *P. angulata* e *P. peruviana* fornecem frutos exóticos comestíveis, ricos em vitaminas, que apresentam potencial para serem explorados comercialmente. (LORENZI & MATOS, 2002).

O fruto de *Physalis* possui um sabor açucarado, rico em vitamina A e C, ferro fósforo, ver composição nutricional (Quadro 1), sendo registrado também a presença de flavonóides, alcalóides e fitoesteróides, alguns recentemente descobertos. O suco apresenta o pH aproximadamente entre 3,6 a 4,1, faixa que favorece a estabilização do ácido ascórbico na fruta, frente aos processos de oxidação, tratamentos térmicos e exposição a radiação, permitindo um prolongamento da presença da vitamina C durante o consumo (RUFATO et al., 2008).

Quadro 1. Valor nutricional por porção de 100 gramas de frutos de *Physalis*.

Valor Nutricional do Fruto de <i>Physalis</i>*	
Calorias	49 Kcal
Proteína	1,5 g
Carboidratos	11,0 g
Niacina	0,8 mg
Vitamina A	1,170 UI
Vitamina C	20,0 mg
Ferro	1,7 mg
Fibra	0,4 g
Cálcio	0,9 mg
Fósforo	21,0 mg
Riboflavina	0,17 mg
Água	85,9 g

*Rufato et al. (2008).

O fruto de *P. angulata* bem como de *P. peruviana* são considerados uma iguaria em muitos restaurantes sofisticados, a produção do fruto destas espécies ocorrem na América

Latina principalmente na Colômbia, onde a produção ocupa posição de destaque no ranque da exportação do país (RUFATO et al., 2008).



Figura 2. A e B frutos de *P. angulata*, com e sem o cálice, respectivamente. C e D frutos de *P. peruviana* com a presença e ausência do cálice, respectivamente.

No Brasil, os frutos de *Physalis* são encontrados com maior frequência no Norte e Nordeste. No Sul, ainda são escassos mais podem ser encontrados em supermercados do Rio de Janeiro e São Paulo a preços elevados, sendo em sua maioria importados da Colômbia, pois a produção desta fruta no Brasil ainda é pequena (ROCKENBACH et al., 2008).

A produção de frutos pode ser reduzida devido à presença de pragas e doenças. Dentre as pragas que estão envolvidas na cultura de *Physalis*, Peixoto et al. (2010), destacou a presença de acaro branco, o que pode ocasionar em perda de botões florais, e como consequência a redução na produção de frutos. Além do acaro branco, outras pragas como o percevejo, percevejo do tomateiro, lagarta-de-maçã e mandoravá-do-fumo, já foram registradas para a cultura de *Physalis* (RUFATO, 2008).

Apesar do cultivo de *Physalis* no Brasil, ainda ser realizado em pequena escala, a espécie é considerada uma excelente alternativa para a agricultura familiar, pois seu cultivo é relativamente simples (ANDRADE, 2008). Segundo Lissner & Vela (2009), devido ao

alto valor agregado do fruto de *P. angulata*, em alguns supermercados do Rio Grande do Sul, o fruto chega a custar mais de 50 reais o quilo, o que tem despertado o interesse de pequenos produtores.

O custo de implantação do cultivo de *Physalis* foi verificado por Lima et al. (2009), onde o gasto para a produção de 1ha da espécie foi de 18.114 reais. Os autores ainda identificaram que os componentes mais significativos nos custos com o plantio estão relacionados aos insumos como sementes e extrato repelente natural de insetos. Outro fator que influencia nos custos da produção é o tamanho da área plantada, pois para se obter um retorno econômico é necessário o estabelecimento de grandes áreas de cultivo (LIMA et al., 2009).

1.4 Melhoramento Genético

A produção de fármacos pela indústria farmacêutica requer uma grande quantidade de matéria-prima, principalmente porque algumas plantas fornecem pequenas quantidades de princípios ativos, sendo necessário, neste caso, maior quantidade de matéria vegetal, o que é muito dispendioso. Esta matéria prima não pode ser retirada diretamente da natureza, pois colocaria em risco a existência da espécie (AMARAL & SILVA, 2003).

O cultivo de plantas medicinais fitomelhoradas vem tentando solucionar este problema, possibilitando a produção industrial de metabólicos especiais destinados a fins terapêuticos e obtidos a partir de plantas. Sendo assim, o melhoramento genético por meio da seleção de genótipos superiores, torna-se uma alternativa viável para o aumento da sua produtividade (AMARAL & SILVA, 2003).

Segundo Allard (1971) o melhoramento genético de plantas esteve por muito tempo ligado ao aumento da produtividade agrícola para satisfazer as necessidades alimentares da população. Contudo, esta técnica, também, vem sendo utilizada para proporcionar resistência das cultivares às pragas e as doenças, ampliar a adaptação das plantas a novas áreas agrícolas, potencializar os caracteres agrícolas e hortícolas, bem como aumentar a qualidade dos produtos agrícolas.

O melhoramento genético de plantas, no geral, não implica no aprimoramento de caracteres isolados, mais sim no conjunto de caracteres simultaneamente. Dessa forma, o conhecimento das relações existentes entre os caracteres, assim como aspectos relacionados a reprodução da espécie, confere subsídios valiosos para que possam ser

escolhidas as técnicas e os procedimentos mais adequados para o melhoramento genético (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Um dos objetivos centrais no melhoramento genético de plantas medicinais é a produtividade expressa por caracteres qualitativos e quantitativos que se referem, respectivamente, aos tipos e teores destes princípios ativos (constituintes químicos) (OLIVEIRA et al., 2010). Trabalhos envolvendo a seleção de genótipos superiores com subseqüentes cruzamentos, para a Camomila (*Chamomilla recutita*), demonstraram o aumento na quantidade de óleos sintetizados por essas plantas (CORRÊA JÚNIOR, 1995).

Em pesquisas recentes com o melhoramento genético de *P. angulata*, utilizando o método de seleção recorrente, obteve-se resultados satisfatórios no que se refere a padrões de herdabilidade de caracteres, como peso e número de frutos, altura da planta e aumento do teor de açúcares, concluindo-se que é possível obter avanços significativos na qualidade desses caracteres através do melhoramento. Outro fator positivo com relação ao melhoramento de *P. angulata*, refere-se a produção de fisalinas, sendo constatado neste mesmo estudo que plantas selecionadas geneticamente apresentaram maior teor de fisalinas totais, quando comparadas às plantas não selecionadas (SILVA, 2007).

Um das premissas básicas para desenvolver trabalhos de melhoramento é a presença de variabilidade genética na população. Caso a população disponha de variabilidade, pode-se proceder a seleção. Entretanto, na maioria dos casos esta variabilidade deve ser gerada para se alcançar sucesso em um programa de melhoramento. Desse modo, identificar variabilidade requer o uso de métodos diversos, destacando o estudo de diversidade genética entre e dentro de populações (CRUZ E CARNEIRO, 2003).

Segundo Falconer (1981) estudos de diversidade genética entre populações ou entre indivíduos são relevantes em programas de melhoramento genéticos que envolvem hibridações, uma vez que tais estudos auxiliam na identificação de progenitores que possibilitem a formação de progênies com maior efeito heterótico, bem como com características superiores.

Diante disto, a importância da diversidade genética está relacionada ao fato de que ela nos permite realizar cruzamentos entre progenitores com diferença nas frequências alélicas (dissimilares), possibilitando a configuração de progênies com maior variabilidade nas gerações seguintes (OLIVEIRA et al., 1998; SUDRÉ et al., 2005; RÊGO et al., 2010).

Vários métodos podem ser aplicados para mensurar a divergência genética entre genitores, dentre eles temos: as análises multivariadas, por componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos de agrupamento. A definição da técnica

depende da precisão do pesquisador, assim como dos dados obtidos (CRUZ & REGAZZI, 2001). As técnicas multivariadas se baseiam no uso de algoritmos ou medidas de distâncias que consideram, simultaneamente, um conjunto de caracteres que são avaliados nos diferentes experimentos (VILELA et al., (2008).

Para estimar medidas de dissimilaridade baseados em caracteres quantitativos são utilizados procedimentos como distância euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ, 2008), sendo a distância de Mahalanobis utilizada desde que o delineamento experimental apresente repetições (ARUNACHALAM, 1981).

Muitos pesquisadores vêm utilizando os métodos de análises multivariadas para estudos de divergência genética com várias culturas diferentes, obtendo resultados significativos com a pimenta e o pimentão (SUDRÉ et al., 2005), maracujá (SANTOS, 2010), morangueiro (MORALES et al., 2011), berinjela (ARAMENDIZ- TATIS et al., 2011) e mandioca por (OLIVEIRA, 2011).

Além dos estudos para estimar variabilidade genética numa população, se faz necessária a escolha da melhor técnica de melhoramento para alcançar os objetivos almejados. Uma das técnicas de melhoramento que contribui para melhoria dos caracteres desejáveis em plantas é a seleção de indivíduos sem teste de progênies, esse método implica na seleção de plantas e coletas de suas sementes que serão misturadas para constituir a população a ser melhorada. A nova população é formada por um grande volume de plantas que serão avaliadas em ensaios comparativos (CARVALHO et al., 2008).

Ainda de acordo com Carvalho et al. (2008), o método de seleção sem teste de progênies traz a possibilidade de promover a manutenção das cultivares que apresentam características genéticas indesejáveis devido ao seu cultivo continuado, além de possibilitar o aumento da frequência de genótipos para caracteres desejáveis, sendo sua aplicação de custo reduzido, no entanto seus benefícios são alcançados quando a seleção ocorre para caracteres com alta herdabilidade.

1.5 CITOGENÉTICA

A caracterização citogenética de espécies é importante, pois permite uma análise detalhada do mapeamento cromossômico de cultivares. Este estudo fornece, também, subsídios aos trabalhos de hibridização (cruzamentos e retrocruzamentos), principalmente

no que se refere a homologia cariotípica entre espécies, possibilitando a redução de erros na seleção de progênes em programas de melhoramento (MELO, 2009).

Como ciência, a citogenética surgiu no início do século XVII através da invenção do primeiro microscópio, tendo suas bases principalmente na citologia e na genética (SWANSON, 1969). Engloba qualquer estudo relacionado aos cromossomos, esteja ele isolado ou em conjunto, independente da sua forma, condensado ou distendido, aspectos relacionados a sua função, modo de replicação, bem como forma estrutural, organização, variação numérica e sua evolução (SACCHET et al., 1999).

O estudo e análise de cromossomos promove uma articulação entre diversas áreas do conhecimento como a taxonomia, evolução e, atualmente nos estudos sobre melhoramento genético e caracterização de germoplasma. Ainda que tenham ocorrido avanços nas técnicas e pesquisas sobre a biologia molecular, a análise de cromossomos é uma importante ferramenta que permite a visualização completa do genoma. Esta ferramenta permite que o material genético na forma de cromossomos seja de fácil observação e diferenciação, podendo ser manipulado de diferentes formas (BRAMMER et al., 2007).

Como exemplo da aplicação da citogenética ao melhoramento genético, podemos destacar a identificação de alterações cromossômicas mitóticas, análises de híbridos e seus descendentes, estudos detalhados do genoma para transferências de genes entre espécies de plantas cultivadas e nativas, análise sobre alterações cromossômicas, estruturais e numéricas, em plantas cultivadas *in vitro* e identificação de origem de poliploidias (GUERRA, 2004).

Em geral as espécies da família Solanaceae apresentam número básico de cromossomos $x=12$, com $2n=24$ sendo, portanto diplóides. Os cromossomos em sua maioria são pequenos e apresentam cariótipos sob a forma metacêntrica e submetacêntrica (BERNADELLO et al., 1994). Assim como indicado para a família, o gênero *Physalis*, também, apresenta número básico de cromossomos igual a 12. Das espécies cultivadas deste gênero a única poliploide é a espécie *P. peruviana* (QUIROS, 1984).

Lagos et al. (2005) avaliando genótipos de *P. peruviana*, verificou a ocorrência de mais de um número cromossômico, sendo os mais frequentes, 24, 36 e 48 e os menos frequentes 32, 38 e 40, permitindo inferir que a espécie apresenta-se em evolução com número básico igual a 12. Estudos conduzidos por Pedrosa et al. (1999), visando a caracterização citogenética de algumas espécies de angiospermas coletadas em

Pernambuco, demonstraram que o número de cromossomos para a espécie *P. angulata* foi de (48), semelhante ao observado para a espécie *P. Peruviana*.

Rodríguez & Bueno (2006) caracterizaram o cariótipo de espécies silvestres e cultivadas de *P. peruviana*. Neste estudo, observou-se que nos ecotipos silvestres o conjunto cromossômico apresentou $2n=24$, e os demais cultivados comercialmente apresentaram $2n=32$ e $2n=48$ cromossomos. Esses resultados demonstram, desta maneira, a diversidade genética observada pela alteração do número de cromossomos para a espécie.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética e correlações fenotípicas entre progênies de *Physalis angulata* L., bem como apresentar a caracterização cromossômica das espécies *Physalis angulata* L. e *P. peruviana* L. para futuros trabalhos de melhoramento genético que envolva hibridação.

REFERÊNCIAS

AGRA M. F., FRANÇA P. F., BARBOSA-FILHO J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 17, p. 114-140, 2007.

ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.

AMARAL, C. L. F.; SILVA, A. B. Melhoramento Biotecnológico de Plantas Medicinais. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. v. 6, n. 30, p. 55-59, 2003.

ANDRADE, L. *Physalis* ou uchuva – Fruta da Colômbia chega ao Brasil. **Revista Rural**, v. 38, p. 11-12, 2008.

ARAMENDIZ-TATIS H., et al. Potencial agronômico e divergência genética entre genótipos de berinjela nas condições do Caribe Colombiano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 174-180, 2011.

ARUNACHALAM, V. Genetic distance in plant breeding. **The Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 226-236, 1981.

BERNADELLO, L. M., HEISER, C. B., PIAZZANO, M. Karyotype studies in *Solanum* section *lasiocarpa* (solanaceae). **Australian Journal of Botanic**, v. 77, p. 95-103, 1994.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste especialmente do Ceará**. Fortaleza: Imprensa Oficial, 3ª edição, 1976.

BRAMMER, S. P.; ZANOTTO, M.; ANDRÉIA CAVERZAN, A. Citogenética vegetal: da era clássica à molecular. **Embrapa Trigo**, Passo fundo, 2007. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do85.htm>. Acesso em 13 de Mar. 2012.

CACERES, A. et al. Plants used in Guatemala for the treatment of dermatophytic infections 2. Evaluation of antifungal activity of seven American plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 40, n. 3, p. 30-41, 1993.

CARVALHO, F. I. F. et al. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. 2 ed. Pelotas: Versão atual e ampliada, UFPel. Ed. Universitária, 2008.

CHAVES, A.C. **Propagação e avaliação fenológica de *Physalis* sp na região de Pelotas-RS**. 2006. 65 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL [CCI]. Uchuva. Perfil de producto. **Inteligência de Mercados**, v. 3, p.1-12, 2002.

CORRÊA JÚNIOR, C. ‘Mandirituba’: Nova cultivar brasileira de camomila. **Revista de Horticultura Brasileira**, v.13, n.1, p.61, 1995.

CRONQUIST A. An integrated system of classification of flowering plants. **Columbia University**, New York, 1981.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

CRUZ C. D; CARNEIRO P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária. 2003, 585p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2008.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 2.ed. London : Longman, 1981. 340p.

FRANCO, L. A; MATIZ, G. E. Actividad Antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L. **Revista Biomédica**, v. 27, n. 1, p. 110-115, 2007.

GUERRA, M. C. **FISH – Conceitos e aplicações na citogenética**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2004, 184p.

GUIMARÃES, E. T. et al. Effects of seco-steroids purified from *Physalis angulata* L., Solanaceae, on the viability of *Leishmania* Sp. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 6, p. 945-949, 2010.

GUPTA, S.K.; ROY, S.K. The floral biology of cape gooseberry *Physalis peruviana* L. Solanaceae, India. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.51, n. 5, p. 353-355, 1981.

HAWKES, J. G. Solanaceae III taxonomy chemistry evolution. Richmond, surrey, UK. **The Royal Botanic Gardens New**, 1991.

HOLT, S. **AIDS: Exploring alternative and complementary therapies**. Townsend letter – november 2008, p. 75-83. Disponível em: <http://www.naturalclinician.com/articles/AIDS.pdf>, Acesso: 24 de Nov. de 2011.

HUNZIKER, A.T. **The genera of Solanaceae: Genera Solanacearum: The genera of Solanaceae Illustrated, Arranged According to a New System**. Ruggell, Gantner. 2001, 500 p.

IOC/FIOCRUZ, FONTOURA, R. **Estudo investiga inseticida natural contra vetor da doença de Chagas.** Jun/2009. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=636&sid=32>. Acesso: 05 de Abr. de 2011.

JUDD, W. S. et al. **Plant Systematics: A Phylogenetic Approach.** Sinauer Associates, Inc. Sunderland, M.A USA 1999, 466 p.

LAGOS, T. C; VALLEJO, F. A; CAETANO, C. M. Comportamiento meiotico de algunos genotipos de *Physalis peruviana* L. **Revista Fitotecnia Colombiana**, v. 5 n. 1, p. 1-12, 2005.

LAGOS, T. C. **Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética y heterosis em parentales de uvilla o uchuva *Physalis peruviana* L.** 2006. 129 f. Tesis (Doctorado em Genética y Mejoramiento de Plantas) Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

LAGOS, T. C. B. et al. Biología reproductiva de la uchuva. **Acta Agronómica Colombiana**, Palmira, v. 57, n. 2, p. 81-87, 2008.

LIMA, C. S. M. et al. Custos de implantação e condução de pomar de *Physalis* na região sul do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 555-561, 2009.

LISSNER, R. A., VELA, H. A. Introdução do Cultivo de *Physalis* (*Physalis angulata* L.) de Base Agroecológica na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n. 2, 2009.

LOPES, D. C. D. X. P., SANTOS, E. P., TOMASSINI, T. C. B. Atividade anti-séptica de formulações contendo extrato etanólico de frutos de *Physalis angulata* L. **Revista Brasileira de Farmácia**., v. 86, n. 2, p. 75-77, 2005.

LORENZI, H. & MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo, 2002, 512p.

LORENZI, H. & MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008. 512 p.

MAGALHÃES, H. I. F. **Atividade Antitumoral (*in vitro* e *in vivo*) das fisalinas isoladas de *Physalis angulata* LIN.** 2005. 1v, 118p. Dissertação (Mestrado em Farmacologia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza- Ce.

MATOS, A. F. J. **O Formulário Fitoterápico do prof. Dias da Rocha**. Coleção ESAM. v. CCLXXV, p. 131-132, 1987.

MEDINA, E. El cultivo de la Uchuva tipo exportación. **Revista Agricultura Tropical**, v. 28, n. 2, p 55-58, 1991.

MELO, A. C., AFIATPOUR, P. Presence of acetylcholine in the fruit of *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 37, n. 5, p. 799-805, 1985.

MELO, C. A. F. **Estudo citogenético e molecular em nove espécies do gênero *Solanum* L. (Solanaceae A. Juss)**. Dissertação de mestrado. 1v, 2009. (Mestrado em Agronomia e Melhoramento Genético de Plantas) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-Pe.

MORALES, R. G. F., et al. Divergência genética em cultivares de morangueiro, baseada em caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.3, p. 323-329, 2011.

MUNOZ, E. C. et al. Efecto antinociceptivo de *Critoniella acuminata*, *Physalis peruviana* y *Salvia rubescens*. **Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas**. v. 38, n. 1, p. 31-41, 2009.

NOVOA, R. H., BOJACÁ, M., GALVIS, J. A., FISCHER, G. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). **Revista Agronomía Colombiana**, v. 24, n. 1, p. 77-86, 2006.

OLIVEIRA, VR; SCAPIM, CA; CASALI, VWD. Diversidade genética e eficiência da predição do comportamento. **Acta Scientiarum**. v. 20 n. 3, p. 263-267, 1998.

OLIVEIRA, J.E.Z.; AMARAL, C.L.F.; CASALI, V.W.D. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro: recursos genéticos e perspectivas do melhoramento de plantas medicinais.** Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/medicinaismelhoramento.pdf>, Acesso em: 20 out. de 2010.

OLIVEIRA, M. M.; **Diversidade genética em espécies silvestres e híbridos interespecíficos de *Manihot* (Euphorbiaceae - Magnoliophyta).** 2011. 1v. 86f Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

PEDROSA, A. et al. Citogenética de angiospermas coletadas em Pernambuco V. **Acta Botânica Brasileira**, v. 1, n. 1, p. 49-60. 1999

PEIXOTO N. et al. Adubação orgânica e cobertura do solo no crescimento e produção de camapú. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 370-372, 2010.

PIETRO, C.L.R.; JANUARIO, A. H.; FRANÇA, S. C. In Vitro Antimycobacterial Activities of *Physalis angulata* L. **Phytomedicine**, v.74, p. 335-338, 2000.

POLTRONIERI, E. Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p. 37-40.

QUIROS, C. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. **Hort Science**, v. 19, n. 6, p. 872 – 874, 1984.

RÊGO, ER et al. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genetic Resources Crop Evolution**. DOI 10.1007/s10722-010-9628-7, 2010.

ROCKENBACH, I. I., et al. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *physalis peruviana* L. **Revista Alimentos e Nutrição.**, Araraquara, v. 19, n.3, p. 271-276, 2008.

RODRIGUEZ, N. C., BUENO, M. L. Estudio de la diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae). **Acta Biologica Colombiana**, Bogotá, v. 11, n. 2, 2006.

RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/UEDESC; Pelotas, UFPel, 2008. 100p.

SACCHET, A. M. O. F. Variabilidade genética: ponto de partida para o melhoramento de plantas. In: SACCHET, A. M. O. F. (Org.). **Genética para que te quero?** Porto Alegre: Ed. UFRGS, p. 99-104, 1999.

SAGARPA. Estadística básicas agropecuárias. **Servicio de informacion y estadística agroalimentaria y pesquera**. México, 2002.

SANTOS, D. B.; **Procedimentos multivariados no agrupamento de genótipos de maracujazeiro com base em matriz de distância conjunta e em separado para características quantitativas e categóricas**. 2010. V1, 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), UFRB, Cruz das Almas.

SILVA, A. H. B. **Seleção e variabilidade genética para caracteres qualitativos e quantitativos em progênie de *Physalis angulata* L. (Solanaceae)**, 2007, 1v, 78f. Dissertação (Mestrado em Botânica), UEFS, Feira de Santana.

SIMÕES, M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/ Florianópolis: Ed. Universidade/ UFRGS/ Ed. UFSC. 1999.

SOARES, M. B. P. et al. Inhibition of macrophage activation and lipopolysaccharide-induced death by seco-steroids purified from *Physalis angulata* L. **European Journal of Pharmacology**, v. 459, p. 107– 112, 2003.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2005, p.291.

STEHMANN, J. R. & MENTZ, L. A. Riqueza e endemismo de Solanaceae na Região Sul do Brasil. In: 57º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. **Anais...** Gramado-RS, p 190-193, 2006.

SUDRÉ, C. P. et al. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

SWANSON, C. P., MERZ, T., YOUNG, W. **Citogenética**. Tradução de A. L. P. Perondini e D. R. Perondini. Ed. Universidade de São Paulo, 1969. 244 p.

TOMASSINI, T. C. B. et al. Gênero *Physalis*: uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**. v. 23. n.1 p. 47-57, 2000.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VILELA, F. O. et al. Effect of recurrent selection on the genetic variability of the UNB-2U popcorn population using RAPD markers. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 25 - 30, 2008.

WON, S. J. Augmentation of mouse splenic NK cytotoxic activity by extracts of *Physalis angulata* L. **Journal of Biomedical Laboratory Science**, v. 50, p. 83–97, 1988.

WU, S. J. et al. Antihepatoma activity of *Physalis angulata* and *P. peruviana* extracts and their effects on apoptosis in human Hep G2 Cells. **Life Science**, v. 74, n. 17, p. 2061-2073, 2004.

**CAPÍTULO I - SELEÇÃO E ESTUDO DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE
PROGÊNIES DE *Physalis angulata* L. (SOLANACEAE)**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a divergência genética de progênies de *P. angulata* e verificar as correlações fenotípicas entre as variáveis estudadas no sentido de orientar programas de melhoramento da cultura para fins de hibridação. Sendo assim realizou-se um ciclo de seleção no qual foram selecionadas 45 progênies, estas foram avaliadas em campo seguindo delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições. Avaliou-se os caracteres peso do fruto, comprimento do fruto, teor de sólidos solúveis totais, massa fresca e altura da planta. Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas descritivas, correlações de Pearson e de divergência genética pelo método UPGMA. Verificou-se que as progênies apresentaram potencial para programas de melhoramento. Foi possível estimar correlações positivas entre os caracteres estudados, apenas os pares de correlacionados com sólidos solúveis totais não foram significativos, assim, para a obtenção de plantas com maior quantidade de massa fresca e frutos mais pesados é prioritária a seleção de plantas mais altas e com frutos com maior comprimento. As análises de divergência genética permitiram inferir que há variabilidade genética entre as 45 progênies, visto que o dendograma obtido apresentou a formação de 8 grupos, com bases nos valores de dissimilaridades genética verificou-se que a maior distância ocorreu entre as progênies P13 e P26 e a menor distância entre as progênies P34 e P35. Para obtenção de plantas com maior quantidade de matéria prima para extração de fisalinas e frutos de qualidade são indicados cruzamentos entre as progênies P9 e P26 e P15 e P26.

Palavras-chave: Camapú. Correlações. Seleção de progênies. Dissimilaridade genética.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the genetic divergence among progenies of Camapú and verify the correlations between variables in order to guide crop improvement programs for hybridization. In this work we carried out a cycle of selection in which 45 progenies were selected and evaluated in the field, following a randomized block design with three replications. Characters such as fruit weight, fruit length, levels of total soluble solids, fresh weight and plant height were evaluated. The data was analyzed using descriptive statistics and Pearson correlation analysis, and also a analysis of genetic divergence with the UPGMA method. We verified that the progenies have potential for improvement programs. It was possible to estimate positive correlations between the traits studied, with only the correlations with total soluble solids being not significant. Therefore, to obtain plants with heavier fruits having a larger amount of fresh weight it is necessary to select taller plants and fruits with greater length. Analysis of genetic divergence allowed us to infer that there is genetic variability among the 45 progenies because the dendrogram obtained displayed the formation of eight groups. With basis on the values of genetic divergence we found that the greatest distance was between the progenies P13 and P26 and the shortest distance between the progenies P33 and P34. To obtain plants with higher amount of raw material for extraction of physalins and fruits of higher quality we indicate crosses between the progeny P9 and P26, and between P15 and P26.

Keywords: Camapú. Correlations. Progeny selection. Genetic dissimilarity.

INTRODUÇÃO

A Família Solanaceae compreende uma das maiores famílias dentre as angiospermas (OLMSTEAD et al., 1999). Os representantes desta família merecem destaque econômico e farmacológico, o primeiro se deve principalmente, às espécies cultivadas para a alimentação humana, como a batatinha, a pimenta malagueta e o tomate (AGRA & BHATTACHARYYA, 1999). No quesito farmacológico, o gênero *Physalis* se destaca por apresentar espécies medicinais utilizadas pela população brasileira (TOMASSINI et al., 2000).

Conhecida como camapú, balãozinho ou juá-de-capote, *Physalis angulata* é uma planta medicinal originária da região da Amazônia que apresenta distribuição cosmopolita tropical. No Brasil, pode ser encontrada principalmente na região Nordeste. Na Bahia, há registros de ocorrência nos municípios de Seabra, Água Quente, Mucugê e Rio de Contas (MATOS, 2000). Popularmente a espécie apresenta várias aplicações na cura e tratamento de muitas enfermidades tais como: tratamento caseiro de reumatismo crônico, problemas renais, da bexiga e do fígado, bem como sedativo, antifebril, antivomitivo e para doenças da pele (SOUZA & AMORIM, 2009). Além de seu potencial medicinal a espécie produz frutos comestíveis ricos em vitamina A e C, ferro e fósforo (RUFATO et al., 2008).

O melhoramento genético aplicado em plantas medicinais vem sendo uma ferramenta muito utilizada principalmente quando se pretende aumentar a síntese de substâncias de interesse farmacológico, importantes para a indústria de medicamentos. O melhoramento genético, também, proporciona a seleção de progênies com caracteres superiores, conferindo aumento da produtividade, resistências a doenças e plantas com melhor adaptação ao clima da região (OLIVEIRA et al., 1999).

Em programas de melhoramento de plantas o estudo da diversidade genética é de fundamental importância, pois permite identificar genótipos mais divergentes, sendo estes utilizados para a obtenção de híbridos que irão originar populações segregantes com maior variabilidade genética, sendo esta uma premissa para a formação de segregantes superiores (REIF et al., 2005; GONÇALVES et al., 2008).

Atualmente, vários métodos vêm sendo utilizados para predição da divergência genética. Dentre os métodos multivariados, destacam-se as análises por componentes principais, variáveis canônicas e os métodos aglomerativos (agrupamento hierárquico e de otimização). Estes métodos são baseados em medidas de dissimilaridade, distância generalizada de Mahalanobis, distância euclidiana e distância euclidiana média, sendo a

escolha do método dependente dos dados obtidos e da precisão dada pelo pesquisador (CRUZ et al., 1994).

As análises de agrupamento permitem a reunião de genótipos em diferentes grupos nos quais há uma similaridade de genótipos dentro do grupo e uma heterogeneidade entre os grupos (CRUZ & REGAZZI, 1997). Um dos fatores considerados importante durante a seleção de genitores em programas de melhoramento é o número de caracteres avaliados para seleção, sendo necessário avaliar a contribuição de cada caractere para a diversidade. Deste modo, é possível descartar as variáveis que menos contribuem, visando trabalhos futuros de seleção e melhoramento (MOREIRA et al., 2005).

O conhecimento das correlações entre os caracteres de interesse botânico-agronômicos são fundamentais para a seleção de variedades de espécies vegetais, pois elas permitem direcionar as estratégias de melhoramento a serem adotadas, maximizando os ganhos genéticos durante os ciclos de seleção (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Levando em consideração a escassez de trabalhos de melhoramento genético para a espécie, suas potencialidades e a necessidade de aumentar a produtividade da cultura, o objetivo deste trabalho foi estudar a divergência genética de progênes de *P. angulata* após um ciclo de seleção, bem como verificar as correlações entre as variáveis estudadas a fim de contribuir com informações que possam orientar programas de melhoramento da cultura.

METODOLOGIA

Local de Realização do Experimento

O presente trabalho foi desenvolvido na Unidade Experimental Horto Florestal pertencente à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), localizado no município de Feira de Santana, região do semiárido da Bahia, cujas coordenadas geográficas são 12° 16' latitude sul, 38° 58' longitude oeste e 257m de altitude. A temperatura média anual é de 23,5°C, tendo como temperatura máxima 28,2°C e mínima 19,6°C. O clima apresenta-se de seco a sub-úmido e semiárido, o período chuvoso compreende os meses de abril a junho. A pluviosidade anual média é 867 mm, com máxima de 1595 mm e mínima de 444 mm.

Seleção Inicial das Plantas (Experimento I)

Para a seleção inicial das plantas e formação da S₁, foram utilizadas sementes de Camapú (*Physalis angulata*) obtidas por Silva (2007). Os experimentos foram conduzidos em estufa tipo túnel alto com 70% de luminosidade. As sementes foram semeadas em sacos de polietileno com capacidade para 2L, contendo como substrato terra vegetal e areia na proporção 1:1. Foram semeadas três sementes por saco, totalizando 300 sacos, para a formação de igual valor da população de *P. angulata*, os sacos foram identificados por uma numeração individual.

As sementes foram colocadas a 0,5 cm de profundidade, sendo realizadas duas regas diárias sempre no início da manhã e ao final da tarde, seguindo os tratos diários para a espécie. Após germinarem as plantas foram desbastadas permanecendo apenas uma planta por saco. Aproximadamente três meses e meio da data do plantio, foram avaliadas nas plantas as seguintes características: peso do fruto (g), diâmetro transversal e longitudinal dos frutos (mm), altura da planta (cm) e número de frutos por planta. Para a obtenção do diâmetro dos frutos utilizou-se um paquímetro digital com 0,01 de precisão, para medir a altura das plantas utilizou-se uma trena, sendo utilizado para medição o galho que se apresentava mais ereto e mais elevado e para o peso do fruto, utilizou-se balança digital analítica.

Para a obtenção das sementes das plantas selecionadas após a avaliação, foram coletados frutos maduros e através de lavagem da polpa em água foram separadas as sementes que foram secas à sombra por 24 horas. As sementes foram etiquetadas e armazenadas em saco de papel, em recipiente de vidro, contendo sílica e mantidas em temperatura ambiente.

Avaliação das Plantas Selecionadas (Experimento II)

Para a realização deste experimento foram utilizadas mudas de *Physalis angulata* produzidas em bandejas de 128 células, preenchidas com substrato comercial (Plantmax®) em condições de telado. No período de 31/08/2010 a 02/09/2010, foram semeadas três sementes por célula e após a germinação, realizou-se o desbaste das mudas, ficando apenas uma muda por célula. O transplante das mudas para o campo foi realizado 1 mês e 13 dias após a data de semeadura, quando as plantas alcançaram aproximadamente 10 cm de altura.

O experimento em campo foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, composto por três blocos. Foram realizadas análises do solo na área reservada ao experimento, comprovando que o solo apresentava boa quantidade de matéria orgânica, não sendo necessária realização de adubação. A área disponível para o plantio foi de 15 por 45 metros. Em cada bloco foram cultivadas 45 plantas, cada uma com quatro repetições, totalizando 180 plantas por bloco. O espaçamento entre as repetições de uma única planta foi de 50 cm, sendo o espaço entre plantas diferentes de 1m, totalizando 5 ruas com 1 metro de largura (Figura 1). O experimento contou, ainda, com sistema de irrigação por aspersão ligada por 40 minutos, duas vezes ao dia, no início da manhã e ao final da tarde.

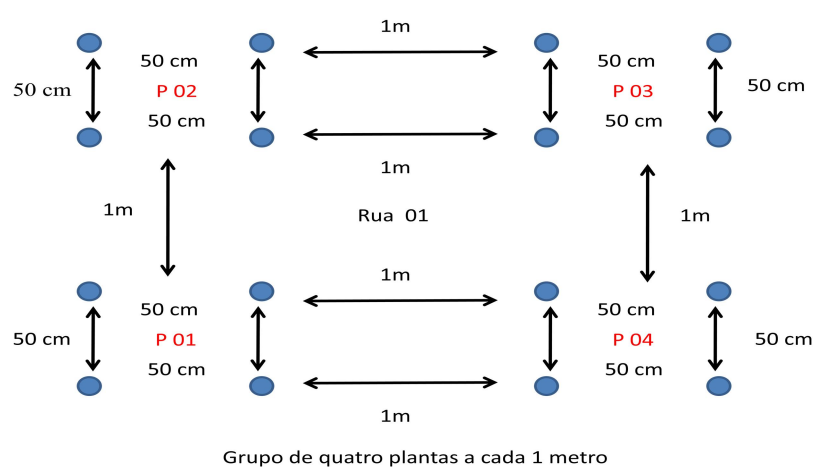


Figura 1. Esquema demonstrativo da organização das progênies em campo. P01, P02, P03, P04 representam progênies diferentes e seus espaçamentos.

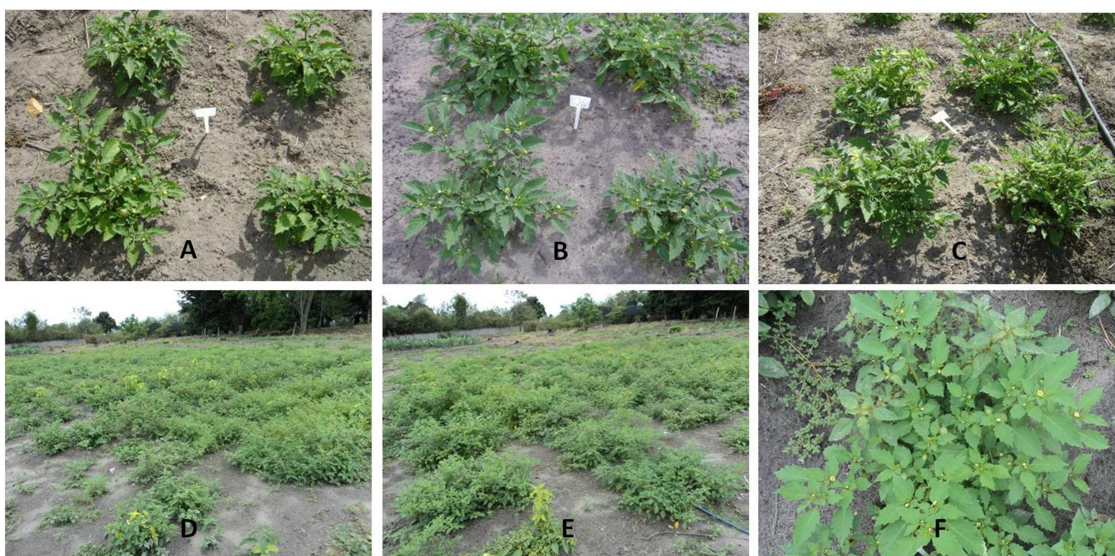


Figura 2. A, B e C - Progênies de *P. angulata* em campo evidenciando espaçamento entre as progênies. D e E - Visão geral das progênies em campo. F - Progênie em período de floração e frutificação.

Após aproximadamente 2 meses e meio da data do transplântio para o campo, as plantas foram avaliadas de acordo com as seguintes características, para o fruto: peso individual (g), utilizando balança de precisão; diâmetro longitudinal (mm), medidos através de paquímetro digital com 0,01 de precisão; teor de sólidos solúveis totais em (°Brix), utilizando-se um refratômetro manual para o ajuste de 20°. Para os caracteres da parte aérea da plantas avaliou-se: altura (cm), com o auxílio de uma trena, sendo utilizado para aferição o galho mais ereto e elevado e massa fresca (g), sendo as plantas pesadas em balança comercial logo após a coleta.

Análise Estatística

Os dados experimentais referentes a seleção inicial das progênies bem como os do segundo experimento foram submetidos a análise de estatística descritiva (valores mínimos e máximos, média, desvio padrão e coeficiente de variação) utilizando os aplicativos SISVAR (FERREIRA, 2008) e SAS (SAS Institute, 2010), respectivamente.

Os dados relativos ao experimento II, avaliação das 45 progênies selecionadas do primeiro experimento foram submetidos à análise de correlações fenotípicas de Pearson por meio do programa SAS (SAS Institute, 2010). Ainda com dados deste experimento calculou-se a distância generalizada de Mahalanobis segundo Cruz & Regazzi (2001). Os Agrupamentos hierárquicos das análises a partir da matriz de distância genética foram obtidos pelo método de UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (SNEATH & SOKAL, 1973). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético de acordo com Sokal & Rohlf (1962).

A significância dos coeficientes de correlação cofenético foi calculada pelo teste de Mantel (1967) com 10.000 permutações, utilizando o programa Genes como sugerido por Cruz (2008) bem como, a obtenção das matrizes de distância genética e o cálculo dos coeficientes de correlação cofenético. O dendrograma foi obtido pelo programa Statistica (Statsoft, 2005), e o ponto de corte definido pelo programa SAS (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 300 plantas cultivadas no primeiro ciclo de seleção, foram selecionadas 45 de acordo com as melhores médias para as características avaliadas. Houve diferenças

significativas entre as plantas avaliadas, indicando haver variabilidade suficiente para a seleção (dados não mostrados).

Observa-se que as maiores variações dentre as características avaliadas foram para a altura da planta (22,00 a 86,00 cm), com média de 60,70 cm e para número de frutos (4 a 36) com média de 8,57. As menores variações ocorreram para as variáveis: diâmetro transversal do fruto (7,32 a 15,83 mm), com média de 12,09 mm; diâmetro longitudinal do fruto (7,70 a 17,65 mm), com média de 11,94 mm e peso do fruto em gramas (0,260 a 2,170 g) com média de 1,14 g (Tabela 1).

Tabela 1. Estatística descritiva. Médias, desvio padrão, valores máximos e mínimos para caracteres do fruto e da parte aérea das plantas avaliadas de *Physalis angulata* L., referente ao experimento I (seleção inicial das plantas). Altura da planta (AP), Número de frutos (NF), Diâmetro transversal do fruto (DTF), Diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e Peso do fruto (PF).

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Altura (cm)	22,00	86,00	60,70	7,398	12,19
NF (#)	4,00	36,00	8,57	4,174	4,17
DTF (mm)	7,32	15,83	12,09	1,479	12,23
DLF (mm)	7,70	17,65	11,94	1,398	11,70
PF (g)	0,26	2,17	1,14	0,352	30,85

Os dados obtidos neste estudo para peso do fruto foram superiores aos encontrados por Silva (2007) que ao trabalhar com progênies de *P. angulata*, com o objetivo de melhorar a qualidade do fruto obteve valores mínimos e máximos para peso do fruto de 0,188 e 0,880g, respectivamente, com valor médio de 0,385 g.

Silva (2007), também, avaliou outros caracteres do fruto de progênies de *P. angulata* obtendo variação para o diâmetro transversal de 5,58 a 12,01 mm, com média de 08,60 mm e diâmetro longitudinal dos frutos variando de 5,55 a 12,00 mm, com média de 12,01 mm. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Levando em consideração que as sementes utilizadas para o primeiro ciclo de seleção foram obtidas por Silva (2007), podemos verificar que houve aumento na variável peso dos frutos, comparando-se os valores obtidos neste estudo com os valores obtidos por Silva, (2007). No entanto, o aumento observado pode estar relacionado às diferenças no delineamento experimental e manejo utilizado para a cultura, não sendo possível inferir, neste caso, que houve ganho genético.

Com base na classificação de Pimentel & Gomes (1987) o menor coeficiente de variação experimental foi observado para número de frutos, sendo considerado baixo, já para as demais características como altura da planta (12,19%), diâmetro transversal (12,23%) e longitudinal do fruto (11,70%), os valores obtidos foram considerados médios e para a variável peso do fruto o coeficiente de variação obtido (30,85%) foi considerado alto de acordo com a classificação dos autores já citados (Tabela 1).

De modo geral, de acordo com os coeficientes de variação experimental apresentados, podemos inferir que houve uma boa precisão experimental. O maior índice obtido para o caractere peso do fruto pode ser devido a grande diferença entre os valores mínimos e máximos apresentados.

Segundo Garcia (1989) a classificação de Pimentel e Gomes é bastante extensiva e não leva em consideração a natureza do experimento, a cultura estudada, as variáveis avaliadas, dados estes que são importantes para interpretação dos resultados obtidos. Sendo assim, Scapim et al. (1995), recomendam a elaboração de coeficientes de variação padrão para culturas específicas. Assim como Lima et al. (2004) propôs em trabalhos com meloeiro, onde foram estabelecidos coeficientes de variação específicos para determinados caracteres desta cultura.

A tabela 2 apresenta a média geral, o valor máximo e mínimo de cada variável entre as 45 plantas selecionadas. Observou-se em média que as plantas selecionadas produziram 11,46 frutos por planta, enquanto a média geral para as plantas avaliadas foi de 8,57. Para peso dos frutos, as médias das plantas selecionadas variaram de 0,978 a 2,170 g para valores mínimo e máximo, respectivamente, sendo a média geral de 1,330 g. Quanto ao diâmetro transversal dos frutos das plantas selecionadas, os valores variaram de 11,06 a 15,49 mm, sendo a média geral para esta característica de 12,84 mm, os valores para o diâmetro longitudinal dos frutos variaram de 11,04 a 14,76 mm, sendo sua média geral de 1,267mm. A altura das plantas selecionadas apresentou variação de 50 a 80 cm e o valor da média geral foi de 63,7 cm.

A análise dos dados acima apresentados revela que para todas as características, as plantas selecionadas obtiveram médias acima da média geral das plantas avaliadas, indicando potencial para estudos visando melhoramento.

Tabela 2. Média geral das 300 plantas cultivadas; Média, valor máximo e mínimo das 45 plantas selecionadas de *P. angulata*, para as variáveis: Altura da planta (AP), Número de frutos (NF), Diâmetro transversal do fruto (DTF), Diâmetro longitudinal dos frutos (DLF) e Peso do fruto (PF).

MÉDIAS	CARACTERÍSTICAS				
	AP	NF	DTF	DLF	PF
	(cm)	(#)	(mm)	(mm)	(g)
Geral (Plantas avaliadas)	60,67	8,57	12,09	11,94	1,143
45 Plantas selecionadas	63,70	11,46	12,84	12,67	1,330
Valor Máximo das plantas selecionadas	80	36	15,49	14,76	2,170
Valor Mínimo das plantas selecionadas	50	6	11,06	11,04	0,978

Avaliação das progênes selecionadas (Experimento II)

Verifica-se na tabela 3, que as maiores variações dentre os caracteres avaliados foram observados para a massa fresca (35,00 a 474,75 g), com média de 201,95 g e para altura da planta (9,00 a 63,75 cm), com média de 40,55 cm. As menores variações foram observadas para os caracteres como peso do fruto (0,95 a 2,70 g), com média de 1,64 g; diâmetro longitudinal do fruto (10,46 a 16,38 mm), com média de 13,60 mm e sólidos solúveis totais (8,50 a 15,05 °Brix), apresentando média de 12,62 °Brix.

De acordo com a classificação de Pimentel & Gomes (1987), o coeficiente de variação foi considerado baixo para as variáveis: diâmetro longitudinal dos frutos e sólidos solúveis totais, com valores de 7,43 e 9,23% respectivamente. O coeficiente de variação para caracteres como altura da planta e peso do fruto foi considerado médio, com valores de 19,28 e 19,56%. A massa fresca apresentou coeficiente de variação considerado alto, com valor de 50,66%.

Tabela 3. Estatística Descritiva. Valores Mínimos e Máximos, Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação para caracteres do fruto e parte aérea de *Physalis angulata* L. referentes ao experimento de avaliação das 45 plantas. Massa Fresca (MF), Altura da Planta (AP), Peso do Fruto (PF), Diâmetro Longitudinal do Fruto (DLF) e Sólidos Solúveis Totais (SST).

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)
MF (g)	35,00	474,75	201,95	102,32	50,66
AP (cm)	9,00	63,75	40,55	7,82	19,28
PF (g)	0,95	2,70	1,64	0,32	19,56
DLF (mm)	10,46	16,38	13,60	1,01	7,43
SST (°Brix)	8,50	15,05	12,62	1,16	9,23

Souza et al. (2010), em trabalhos de melhoramento com a espécie, obtiveram valores elevados para o coeficiente de variação para altura da planta (52,82%), diâmetro do caule (52,20%) e número de frutos (74,07%). Estes resultados indicam que os coeficientes de variação elevados para alguns caracteres da espécie podem ser considerados normais, apesar dos valores serem considerados altos de acordo com a classificação de Pimentel & Gomes (1987).

Oliveira et al. (2011) caracterizaram fisicamente os frutos de *P. angulata*, e observaram que houve variação para o peso de 1,5 a 7,06 (g), com média de 4,33 (g) e diâmetro longitudinal que variaram de 1,38 a 2,40 cm, com média de 1,86 cm. Esses valores foram considerados superiores tanto para peso, quanto para o diâmetro longitudinal do fruto quando comparados aos valores observados no presente estudo. No entanto, os autores não descreveram a forma pela qual o experimento para a produção dos frutos foram montados, as condições de campo, presença de adubação e condições climáticas, sendo estes, fatores possíveis influenciadores dos caracteres do fruto como peso, diâmetro e teor de sólidos solúveis totais.

Para o teor de sólidos solúveis totais, o valor encontrado neste trabalho (12,62 °Brix) foi superior ao encontrado por Silva (2007) que obteve valor médio de 7,54 °Brix e se assemelha ao obtidos com a mesma espécie por Oliveira et al. (2011) e Souza et al. (2010) que obtiveram frutos com 12 °Brix e 11,45 °Brix, respectivamente. O teor de sólidos solúveis totais é uma característica importante para o fruto e é considerado um índice de qualidade, pois sua concentração e composição são elementos que conferem sabor ao fruto (SANTANA et al., 2004).

Segundo Fagundes & Yamanishi (2001), características como peso, comprimento, diâmetro, forma, cor, pH, sólidos solúveis totais e outras características do fruto são influenciadas por condições edafoclimáticas, cultivar, época, local de colheita, tratos culturais e manuseio na colheita e pós-colheita. O que pode justificar as diferenças observadas para as médias do peso, comprimento do fruto e teor de sólidos solúveis totais com outros trabalhos realizados com a espécie.

A tabela 4 apresenta as correlações obtidas entre os caracteres do fruto e da parte aérea da planta de *P. angulata*, pode-se observar que dos 10 pares de possíveis correlacionados, 6 foram significativos ($p < 0,01$). Todos pares de correlações entre sólidos solúveis totais e as demais variáveis avaliadas não apresentaram significância e foram consideradas fracas.

Tabela 4. Correlações de Pearson entre os caracteres do fruto e da parte aérea de *Physalis angulata*; Massa fresca (MF), Altura da planta (AP), Peso do fruto (PF), Comprimento do fruto, (CF), Sólidos solúveis totais (SST).

	AP	PF	CF	SST
MF	0,63**	0,47**	0,53**	0,14 ^{ns}
AP		0,48**	0,49**	0,05 ^{ns}
PF			0,86**	0,09 ^{ns}
CF				-0,02 ^{ns}

** significa grau de confiança de 1% e ^{ns} não significativo pelo teste t

As variáveis comprimento do fruto e peso do fruto se destacaram por apresentar correlações de alta magnitude. Dessa forma, estima-se que aumentando o comprimento do fruto, o peso também será aumentado e vice-versa. As demais correlações foram consideradas moderadas, de acordo com a classificação para o coeficiente de Pearson, sendo os pares de correlacionados, massa fresca e altura da planta, massa fresca e peso do fruto, massa fresca e comprimento do fruto, altura da planta e peso do fruto, altura da planta e comprimento do fruto.

Os estudos de correlações em uma população permitem fazer inferências e compreender a interdependência de caracteres que estão associados em uma planta, isto facilita o processo de seleção, uma vez que estas correlações estão sempre se repetindo em diversos ciclos (FONSECA & PATTERSON, 1968 *appud* HARTWIG et al., 2007).

Desta forma, as análises de correlações auxiliam o melhorista na realização de seleções mais eficientes, levando em consideração a associação dos caracteres que se deseja melhorar com os caracteres de alta herdabilidade, conferindo ao melhorista um progresso na seleção de forma mais rápida (CARVALHO et al., 2001).

Através das análises de correlações verificadas neste trabalho podemos estimar que para selecionarmos plantas com maior quantidade de massa fresca será prioritário a seleção de plantas mais elevadas. Assim como, para alcançarmos frutos mais pesados deverão ser selecionados frutos com maior comprimento, sendo ainda positiva para o aumento da massa fresca a seleção de plantas com frutos de comprimento elevado.

Os resultados obtidos com base nas correlações para as variáveis em estudo podem auxiliar na seleção de progênies com maior quantidade de matéria prima para a extração de substâncias de interesse medicinal, uma vez que tais substâncias são encontradas na parte aérea da planta como folhas e caule.

Nos estudos de divergência pelo método de Singh (1981), utilizado quando se pretende avaliar a importância e contribuição relativa dos caracteres avaliados para a diversidade, verificou-se que as variáveis que mais contribuíram para a divergência foram massa fresca, peso do fruto e sólidos solúveis totais, com 24,86%, 23,43% e 21,61%, respectivamente, ver tabela 5.

Apesar das variáveis, altura da planta e comprimento do fruto terem apresentado valores abaixo de 20% seu grau de contribuição não devem ser descartadas, uma vez que os valores observados foram bem distribuídos dentre os caracteres estudados, demonstrando, desta forma, que todos os caracteres são importantes.

Tabela 5. Contribuição relativa das variáveis para a diversidade genética de *P. angulata* segundo Singh (1981). Massa fresca (MF), Altura da planta (AP), Peso do fruto (PF), Comprimento do fruto, (CF) e Sólidos solúveis totais (SST).

Variável	Sij	Sij (%)
MF	794,73	24,86
AP	605,17	18,93
PF	749,04	23,43
CF	356,58	11,16
SST	690,84	21,61

Na figura 3 é apresentado o dendograma de dissimilaridade, construído com base nos caracteres avaliados de 45 plantas de *P. angulata*, obtidos pelo método de agrupamento UPGMA, com ponto de corte realizado pelo SAS. O coeficiente de correlação cofenético foi de 0,67*. Esse coeficiente é utilizado para medir a consistência do padrão de agrupamento de métodos hierárquicos, sendo que valores mais próximos à unidade são considerados ideais (BARROSO & ARTES, 2003; CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Bussab et al. (1990) inferem que as análises de grupamento são consideradas aceitáveis quando produzem um coeficiente de correlação cofenético a partir de 0,80. No entanto, autores como Rohlf & Fisher (1968), consideram como bons resultados os coeficientes com valores superiores a 0,91. Alguns autores justificam que coeficientes com valores compreendidos entre 0,60 e 0,80 são provenientes do pequeno número de variáveis utilizadas, sendo o caso deste trabalho, onde foram consideradas apenas 5 variáveis.

O dendograma formado com base nas dissimilaridades genéticas apresentou a configuração de oito grupos (figura 3), sendo registrada a ocorrência de três grupos maiores, grupo 1, 2 e 3 cada um contendo, respectivamente 11, 10 e 11 progênies. O grupo 4 e 8 apresentaram apenas uma progênie, e os demais grupos 5, 6 e 7 apresentaram 6, 2 e 3 progênies, respectivamente (Tabela 6). Pelo número de grupos formados visto a quantidade de plantas avaliadas, 8 grupos num universo de 45 progênies, pode ser considerado um número bem representativo.

Silva (2007) em estudos de divergência genética com 100 progênies de *P. angulata* pelo método de agrupamento de Tocher com base em 9 características quantitativas, obteve a formação de 22 grupos, indicando neste estudo que houve variabilidade genética para a população estudada. Sabendo-se que a população de *P. angulata* utilizada neste estudo foi obtida da população trabalhada por Silva (2007) nota-se que mesmo com reduzido número de plantas a população ainda apresenta variabilidade genética.

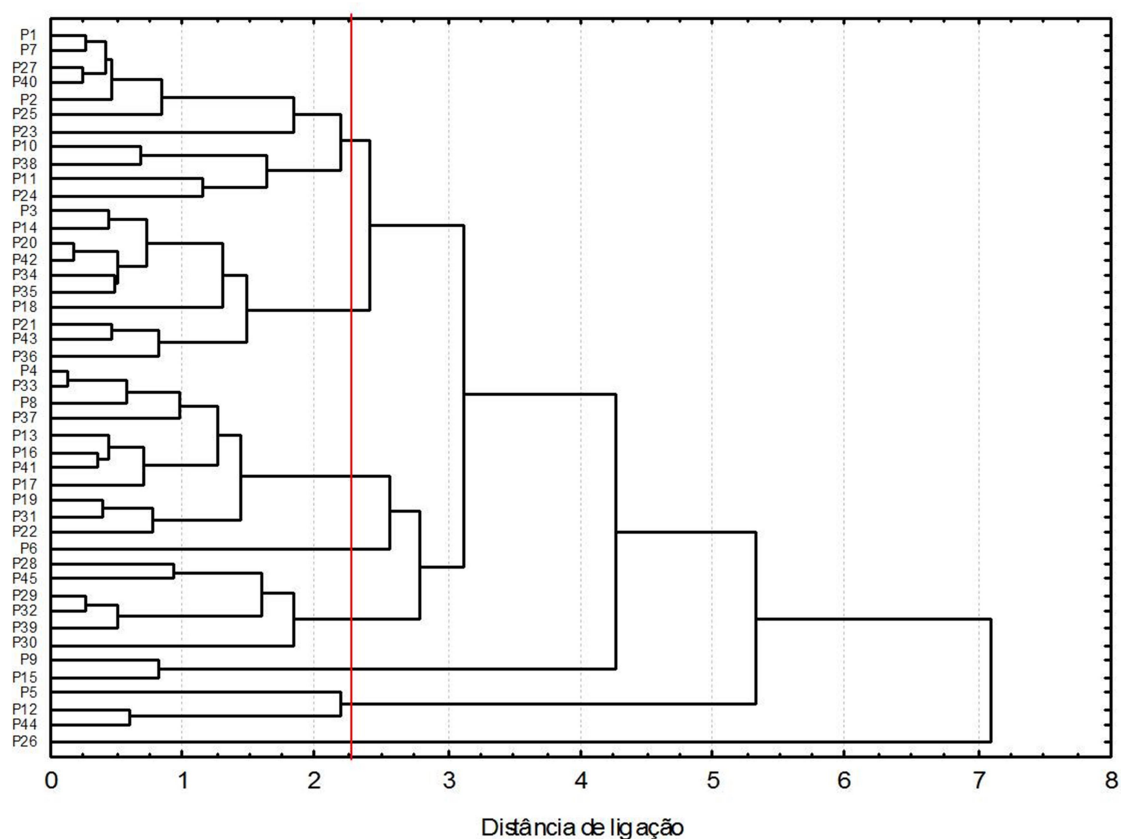


Figura 3. Dendrograma de similaridade genética entre 45 progênies de *P. angulata*, obtido a partir de caracteres avaliados da planta, utilizando o método de agrupamento UPGMA. A linha vermelha indica o ponto de corte e formação de 8 grupos.

Tabela 6. Identificação das progênies de *P. angulata* reunidos em 8 grupos pelo método UPGMA.

Grupos	Progênies
1	1, 7, 27, 40, 2, 25, 23, 10, 38, 11, 24
2	3, 14, 20, 42, 34, 35, 18, 21, 43, 36
3	4, 33, 8, 37, 13, 16, 41, 17, 19, 31, 22
4	6
5	28, 45, 29, 32, 39, 30
6	9, 15
7	5, 12, 44,
8	26

Na avaliação da divergência genética, levando em consideração os valores de dissimilaridades obtidos, a maior distância ocorreu entre os pares de progênies P26 e P13 (12,24) e a menor distância entre os pares P42 e P20 (0,17) sendo estes considerados mais similares geneticamente, ver tabela de distância em anexo. As progênies 26 e 6

demonstraram ser os acessos mais divergentes dos demais, visto que elas formaram um grupo exclusivo permanecendo isoladas dos demais acessos no dendograma.

Segundo Cruz & Carneiro (2003) os estudos de dissimilaridade são importantes uma vez que possibilitam a identificação de genitores mais indicados para programas de melhoramento, onde o cruzamento entre as progênes contribuem para um maior efeito heterótico e consequente obtenção de indivíduos superiores.

A tabela 7 apresenta as médias das variáveis para os oito grupos formados. O grupo 8 apresentou bom índice para altura da planta com maior média que os demais grupos (47,83 cm), se destacando também com a maior média para peso do fruto (2,07 g). Levando em consideração que a segunda melhor média para a massa fresca (282,67 g) foi encontrado neste grupo que é composto por uma única progênie, podemos considerar que a mesma (P26) pode ser indicada como um bom progenitor tanto para melhorar características do fruto, como o peso, bem como para produção de matéria prima para a indústria farmacêutica, visto que as substâncias de interesse medicinal também se encontram na parte aérea da planta.

Tabela 7. Médias das variáveis avaliadas em relação a cada grupo formado com base no dendograma gerado com as progênes de *P. angulata*. Massa Fresca (MF), Altura da Planta (AP), Peso do Fruto (PF), Comprimento do Fruto (CF), Sólidos Solúveis Totais (SST).

Variáveis	Médias							
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8
MF (g)	218,37	193,98	155,58	218,75	160,86	288,75	275,52	282,67
AP (cm)	43,30	38,77	39,72	44,75	36,40	39,5	45,72	47,83
PF (g)	1,67	1,60	1,54	1,82	1,79	1,61	1,43	2,07
CF (mm)	13,57	13,76	13,33	14,61	13,89	13,77	12,88	14,09
SST (°Brix)	12,37	11,81	13,17	13,35	12,89	13,53	12,92	12,67
Nº de Progênes	11	10	11	1	6	2	3	1

O grupo 6 apresentou maior média para a massa fresca (288,75 g) e para teor de sólidos solúveis totais (13,53 °Brix) em comparação aos demais grupos. Este grupo é composto por duas progênes (P9 e P15) que podem ser utilizadas como progenitoras em cruzamentos. Bons resultados podem ser obtidos na realização de cruzamentos entre as progênes do grupo 6 e 8, sobretudo para produção de massa fresca, peso do fruto e teor de

sólidos solúveis totais (°Brix), caracteres estes de interesse na produção de frutos e extração de substâncias de interesse farmacológico (fisalinas).

Segundo Carpentieri-Pípolo et al. (2000) é importante ressaltar que nas análises multivariadas há formação de grupos que são similares internamente e dissimilares externamente e deve se levar em consideração a escolha de genitores que pertençam a grupos diferentes, evitando, assim, o cruzamento entre progênies pertencentes ao mesmo grupo.

O grupo 4 apresentou progênies com maior média para comprimento do fruto com (14,61 mm, (Tabela 7), sendo representado por uma única progênie. Desse modo, é possível inferir em resultados promissores no cruzamento deste com progênies do grupo 6 e 8, visando benefícios para caracteres do fruto e da parte aérea da planta.

CONCLUSÕES

- O estudo de correlações permitiu selecionar caracteres com correlações importantes para caracteres do fruto e da parte aérea da planta que podem ser utilizados em programas de seleção com a espécie.
- A população estudada apresentou variabilidade genética, indicando ser adequada para programas de melhoramento visando o aumento da massa fresca e melhoria da qualidade do fruto.
- As variáveis que mais contribuíram para a diversidade genética entre as plantas de *Physalis* avaliadas foram massa fresca, peso do fruto e sólidos solúveis totais, porém todos os caracteres avaliados foram considerados importantes para a diversidade devendo ser considerados.
- As progênies que compõem os grupos 8, 6 e 4 apresentaram bom potencial para progenitoras, sendo esperado bons resultados com o cruzamento de progênies destes grupos, para obtenção de plantas mais altas, com maior quantidade de matéria fresca e caracteres do fruto como peso e °Brix.

REFERÊNCIAS

AGRA M. F., BHATTACHARYYA, J. Ethnomedicinal and phytochemical investigation of the *Solanum* species in the Northeast of Brazil. In: NEE, M., Symon, D.E., Lester, R.N., Jessop, J.P. (editors) *Solanaceae IV*. Kew: **Royal Botanic Gardens**, p.341-343, 1999.

BARROSO, L. P.; ARTES, R. **Análise multivariada**. Lavras: UFLA, 2003. 151p.

BUSSAB, W. de O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. **Introdução à Análise de Agrupamentos**. In: 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, São Paulo. Associação Brasileira de Estatística, 1990, 105p.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V. et al. Seleção de genótipos parentais de acerola com base na divergência genética multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1613-1619, 2000.

CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, A. J. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: Editora da UFPel, 2001. 99p.

CRUZ, C. D.; VENCOVSKY, R.; CARVALHO, S.P. de. Estudos sobre divergência genética. III. Comparação de técnicas multivariadas. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 41, n. 234, p. 191-201, 1994.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997, 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Divergência genética**. In: CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2001. p. 287 - 324.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária. 2003, 585p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2008.

FAGUNDES, G. R., YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF. 1989, 12p. (Circular Técnica).

GONÇALVES, L. S. A. et al. Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. **Genetics and Molecular Research**, p. 1289-1297, 2008.

HARTWIG, I. Estimativa de coeficientes de correlação e trilha em gerações segregantes de trigo hexaplóide. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.203-218, 2007.

LIMA, L. L.; NUNES; G. H. S.; BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.14-17, 2004.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and generalized regression approach. **Cancer Research**, v. 27, n. 2, p. 209 - 220, 1967.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 2. ed. Fortaleza: UFC, 2000. 346 p.

MOREIRA, G.R. et al. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.893-898, 2005.

OLIVEIRA, J. E. G., AMARAL, C. L. F. CASALI, V. W. D. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov, 1999. Disponível em <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/medicinaismelhoramento.pdf>, Acesso em 16 de Jan. de 2012.

OLIVEIRA, J. A. R. et al. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v. 05, n. 2, p. 573-583, 2011.

OLMSTEAD, R.G.R. et al. Phylogeny and provisional classification of the Solanaceae based on chloroplast DNA. In: NEE, M. et al. (Ed.). Solanaceae IV. Advances in Biology and Utilization. Kew: **Royal Botanic Gardens**. p.111–138, 1999.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, 11ª edição. Piracicaba, 1987. 430p

REIF, J. C; MELCHONGER, A. E; FRISH, M. Genetical and mathematical properties of similarity and dissimilarity coefficients applied in plant breeding and seed bank management. **Crop Science**. v.45: p.1-7, 2005.

ROHLF, F. J.; FISHER D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Zoology**, v.17, p. 407 - 412. 1968.

RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/UEDESC; Pelotas: UFPel, 2008. 100p.

SANTANA, L. R. R.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 02, p. 217-222, 2004.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system: user's guide**: Cary: SAS, 2010.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C.G.P.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p.683-686, 1995.

SILVA, A. H. B. **Seleção e variabilidade Genética para caracteres qualitativos e quantitativos em progênie de *Physalis angulata* L. (Solanaceae)**, 2007. Dissertação (Mestrado em Botânica), UEFS, Feira de Santana. 78 p.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v.11, p. 33 - 40, 1962.

SOUZA, L. S.; OSUNA, J. T. A.; SILVA, A. H. B. **Seleção massal para aumento da produção de frutos e caracteres agronomicos do camapú (*Physalis angulata* l.)** In: XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana. 2010, Feira de Santana. **Anais...** p121-124

SOUZA, N. K. R., AMORIM, S. M C. Crescimento e desenvolvimento de *Physalis angulata* Lineu submetida ao déficit hídrico. **Revista Academica de Ciências Agrárias e Ambiental.**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 65-72, 2009

STATSOFT, Inc. **Statistica for Windows** (data analysis software system), version 7.1. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA), 2005.

TOMASSINI, T. C. B.; BARBI, N. S.; RIBEIRO, I. M.; XAVIER, D. C. D. Gênero *Physalis*: uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**. v. 23. n.1 p. 47-57, 2000

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

**CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO CROMOSSÔMICA EM *Physalis angulata* E
P. peruviana L.**

RESUMO

Estudos envolvendo a caracterização cromossômica de *Physalis angulata* e *P. peruviana* são pouco frequentes. Assim, este trabalho objetivou caracterizar os cromossomos das espécies citadas gerando informações sobre seu germoplasma que possam ser úteis em programas de melhoramento. Para a visualização dos cromossomos foram utilizados segmentos de raízes de *P. angulata* e *P. peruviana* tratadas com o anti-mitótico 8-hidroxiquinoleína 0,003M + DMSO (dimetilsulfóxico) por 3 horas, fixadas em carnoy (3 metanol : 1 ácido acético glacial) por 12 horas e hidrolisadas em HCl 1N à 60°C, por 10 minutos. As lâminas foram obtidas por esmagamento com ácido acético a 45%, sendo o material corado com giemsa a 2% durante 3 minutos. As lâminas foram observadas em microscópio ZEISS, foram estimadas a biometria e a classificação cromossômica das espécies em estudo. Os resultados demonstraram que houve variação no número de cromossomos para ambas as espécies, sendo que a *P. peruviana* apresentou metáfases com 44, 46, 48 e 50 cromossomos e a *P. angulata* metáfases com 44, 46, 47 e 48 cromossomos. *P. angulata* foi considerada poliploide com conformação tetraploide, assim como a *P. peruviana*. Foi possível estimar a classificação cromossômica para *P. angulata* sugerindo a formulação cariotípica de 36SM+8ST+4M, tendo como forma predominante de cromossomo o tipo submetacêntrico. As informações obtidas neste trabalho são importantes para auxiliar programas de melhoramento genético com as espécies visando a obtenção de híbridos, uma vez que foi verificada uma homologia no número e tipo predominante de cromossomos entre as espécies.

Palavras-Chave: *Physalis*, Cromossomos, Cariótipos e Caracterização cromossômica.

ABSTRACT

Studies involving the chromosomal characterization of *Physalis angulata* and *P. peruviana* are uncommon. This study aimed to characterize the chromosomes of the species mentioned generating information about their germplasm that may be useful in breeding programs. For the visualization of chromosomes, we used root segments of *P. angulata* and *P. peruviana* treated with anti-mitotic 8-hydroxyquinoline 0.003 M + DMSO (dimethyl sulfoxide) for 3 hours, fixed in Carnoy's solution (3 parts methanol to 1 part glacial acetic acid) for 12 hours and hydrolysed in HCl 1N at 60°C for 10 minutes. Microscope slides were prepared by crushing with 45% acetic acid, and the material Giemsa-stained at 2% during 3 minutes. The slides were observed in ZEISS microscope. We estimated the biometrics and chromosomal classification of the species under study. The results showed that there was variation in the number of chromosomes of both species, with *P. peruviana* displaying metaphases with 44, 46, 48 and 50 chromosomes and *P. angulata* displaying metaphases with 44, 46, 47 and 48 chromosomes. Both *P. angulata* and *P. peruviana* were regarded as being polyploid with tetraploid conformation. It was possible to estimate chromosomal classification of *P. angulata* suggesting the karyotype formula 36SM+8ST+4M, with the predominant chromosome form being of the submetacentric type. The information obtained in this work is important to assist breeding programs involving these species in order to produce hybrids, since we found homology in the number and predominant type of chromosomes between the species.

Keywords: *Physalis*, Chromosomes, Karyotype, Chromosomal characterization.

INTRODUÇÃO

As espécies *Physalis angulata* e *P. peruviana* pertencem ao gênero *Physalis*, incluído na família Solanaceae e são consideradas plantas medicinais (LORENZI & MATOS, 2008). *P. angulata* se destaca principalmente por ser utilizada na medicina popular do Nordeste brasileiro para o tratamento de reumatismo crônico, problemas da bexiga, rins, fígado, como antifebril e para doenças da pele (MATOS, 2000). Recentemente pesquisas desenvolvidas pela FAPESP (Fundação de apoio a pesquisa de São Paulo) em parceria com a empresa Chemyunion Química, verificaram através de testes clínicos que o extrato concentrado desta planta apresentou ação anti-inflamatória equivalente ao medicamento hidrocortisona, com efeitos ainda melhores, visto que o extrato concentrado de *p. angulata* não apresentou os efeitos indesejáveis causados aos pacientes que fazem uso da hidrocortisona (TOLEDO, 2012).

Como planta medicinal *P. peruviana* ou Uchuva como é mais conhecida na Colômbia tem uso tradicional popular tendo ação como anticancerígeno, antipirético, diurético, antibacteriano e imunomodulador, agindo ainda no tratamento de doenças como a malária, asma, hepatite, dermatites e artrites reumatóides (WU, et al. 2005). Estudos realizados com extratos da planta comprovaram que a espécie possui uma potente ação antioxidante, alcançando níveis próximos aos da vitamina C (CHANG et al., 2008).

Além das propriedades medicinais as espécies *P. angulata* e *P. peruviana* produzem frutos que são bem apreciados tanto pelo sabor quanto pelo teor nutricional, sendo considerados iguarias. A produção dos frutos de *Physalis* é destaque na Colômbia, considerado o maior produtor da fruta. Quanto ao teor nutricional, os frutos de ambas as espécies são ricos em vitamina A e C, ferro e fósforo, além de conter flavonóides, alcalóides e fitoesteróides (RUFATO et al., 2008). Apesar de pouco cultivada no Brasil, a produção de frutos de *Physalis* é uma boa alternativa comercial, visto que a espécie *P. peruviana* chega a ser comercializada por R\$ 35,00 o quilograma (CHAVES, 2005).

No Brasil as plantas medicinais são bastante utilizadas pela população, isso reflete o grande potencial econômico das espécies medicinais nativas, que são consideradas como uma fonte natural e alternativa no tratamento e cura de doenças. Diante disso, é necessário preservar a diversidade genética vegetal disponível com a condução de pesquisas que promovam a descrição e caracterização de germoplasma destas plantas, favorecendo a ampliação da utilização destes recursos genéticos e gerando conhecimentos que possam

proporcionar a inclusão de espécies medicinais em programas de melhoramento (PEREIRA et al., 2006).

A partir dos conhecimentos gerados na área da citogenética, foi possível conhecer e manipular genótipos através do uso de técnicas que ampliaram as informações acerca do material genético tanto em seu aspecto estrutural quanto numérico, sendo possível a criação e manutenção de bancos de germoplasma capazes de fornecer informações úteis a serem aplicadas em programas de melhoramento (MORAES, 2007).

De forma prática, os estudos citogenéticos permitem a geração de dados capazes de auxiliar a eliminação de linhas aberrantes proporcionando o aprimoramento de técnicas utilizadas para uma melhor obtenção na geração de híbridos. Sendo assim, os trabalhos nesta área auxiliam os programas de melhoramento na ampliação e exploração dos recursos genéticos de forma mais eficiente (MELLONI, 2010).

Do ponto de vista citogenético, o gênero *Physalis* apresenta número básico de cromossomos $x=12$, sendo que a maioria das espécies pertencentes ao gênero são diploides, exceto a espécie cultivada *P. peruviana* que é poliploide (QUIROS, 1984). Trabalhos com análise cromossômica de espécies silvestres e cultivadas de *P. peruviana* foram abordados por Rodríguez & Bueno (2006), onde pôde ser observada uma variação do conjunto cromossômico entre os ecotipos analisados. As espécies silvestres apresentaram $2n=24$ cromossomos, enquanto as variedades cultivadas apresentaram $2n=32$ e $2n=48$ cromossomos.

Estudos citogenéticos com a espécie *P. angulata* são escassos, sendo registrado apenas por Pedrosa (1999), fazendo referência ao número de cromossomos $2n=48$. Tendo em vista o potencial medicinal das espécies citadas acima, bem como seu destaque na produção de frutos, este estudo teve como objetivo caracterizar os cromossomos de *P. angulata* e *P. peruviana*, gerando informações sobre o germoplasma das espécies que possam ser úteis em programas de melhoramento.

METODOLOGIA

Utilizou-se sementes de *Physalis angulata* e *P. peruviana* provenientes de uma população cultivada na cidade de Feira de Santana-Ba. As sementes foram germinadas em placas de Petri contendo papel filtro umedecido com água destilada, e, em seguida levadas a câmara de germinação com temperatura de 25 à 30°C.

Após a germinação, as pontas de raiz foram coletadas quando estas atingiram aproximadamente 1,5 cm de comprimento e foram imediatamente colocadas em 8-hidroxiquinoleína 0,003M + DMSO (dimetilsulfóxico), que é um inibidor mitótico, permanecendo por 3 horas à temperatura ambiente. Após esse tratamento foram fixadas em Carnoy 3:1 (três partes de álcool etílico 96% e uma parte de ácido acético glacial) por 12 horas e transferidas para o álcool 70% sendo conservadas na geladeira. Para o preparo das lâminas, as raízes foram retiradas da geladeira, passando por três banhos de cinco minutos com água destilada e em seguida foram hidrolisadas por 10 minutos em HCl 1N à temperatura de 60°C.

Depois de hidrolisadas, foram enxaguadas com água destilada por duas vezes durante dois minutos. Utilizou-se a técnica do “symear” para se fazer a maceração dos tecidos meristemáticos, com uma gota de ácido acético 45%. Colocou-se a lamínula com cuidado para se evitar a presença de bolhas. Foi feita uma leve pressão com o polegar e em seguida a lâmina foi aquecida em bico de Bunsen para distender os cromossomos e haver distinção entre núcleo e citoplasma. O excesso de ácido acético foi retirado com papel chupão. A lamínula foi retirada em ácido acético 45% e as lâminas foram coradas com giemsa a 2% por três minutos. As lâminas foram secas ao ar livre e transformadas em permanentes, montadas em Bálsamo do Canadá. A análise foi efetuada com microscópio Zeiss com aumento total de 1000X.

Os cromossomos foram observados na metáfase da mitose, quando os mesmos se encontravam na placa metafásica, etapa de melhor visualização. As melhores metáfases, contendo cromossomos bem espalhados e não sobrepostos, foram selecionadas e fotografadas. Para a contagem dos cromossomos e a definição do cariótipo analisou-se 10 metáfases, para cada uma das espécies, e esse procedimento foi auxiliado pelo sistema de imagem IKAROS (Metasystems). A biometria cromossômica foi efetuada com o programa KS-300, versão 2.02 da Kontron Elektronik. A classificação cromossômica foi baseada no índice centromérico, de acordo com o método proposto por Levan et al. (1964), onde é utilizada a fórmula: $IC = BC \times 100 / CT$, sendo: IC = índice centromérico, BC = comprimento do braço curto; CT = comprimento total do cromossomo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se no presente estudo que houve variação no número de cromossomos para a espécie *P. peruviana*. Dentre as metáfases das células analisadas, observou-se duas

metáfases com 44 cromossomos, três metáfases com 46 cromossomos, três com 48 cromossomos e outras duas com 50 cromossomos (Figura 1). Quiros (1984) indica que o número básico de cromossomos para o gênero *Physalis* é $X=12$, sendo a *P. peruviana* a única espécie do grupo considerada poliploide, o que pôde ser confirmado na espécie através do número de cromossomos observados neste trabalho.

A família Solanaceae apresenta número diplóide $2n=24$ com cromossomos relativamente pequenos (BERNADELLO et al.,1994; MOSCONE,1993). No entanto, a ocorrência de séries poliploides podem ser frequentes em alguns gêneros da família como é o caso de *Solanum* com $2n=4x=48$, $2n=6x=72$ e $2n=8x=96$ (ACOSTA et al., 2005).

Lagos (2005) verificando o número de cromossomos entre genótipos de *P. peruviana* também encontrou variações no conjunto cromossômico, sendo os arranjos mais frequentes $2n=24$, 36 e 48 e os menos frequentes $2n=32$, 38 e 40. De acordo com o mesmo autor, esta variação no conjunto cromossômico pode indicar que a espécie está em constante evolução.

Rodríguez & Bueno (2006), verificaram o número de cromossomos entre variedades de *P. peruviana* do tipo comercial e exótica, dentre elas foi observada uma variação no número de cromossomos sendo $2n=24$, 32 e 48. Neste trabalho, também foi verificada uma variação no número de cromossomos para a espécie que apresentou três metáfases com 48 cromossomos.

A variação do conjunto cromossômico em espécies poliploides pode ser originada por uma importante variação estrutural, fenômeno muito comum entre os poliploides, chamado, disploidia que consiste na alteração do número de cromossomos que não vem acompanhada da variação da quantidade de DNA. Essas variações são originadas por quebras ou fusões cromossômicas, que aumentam ou diminuem o número de cromossomos nas espécies poliploides (GUERRA, 2008).

Outro importante fator que pode justificar as alterações cromossômicas verificadas na espécie *P. peruviana* é a ocorrência de um segundo número básico de cromossomos, este pode ser derivado da duplicação do primeiro número básico seguido da perda ou ganho de um ou mais cromossomos, iniciando desta maneira uma nova série poliploide (BRANDHAM, 1999).

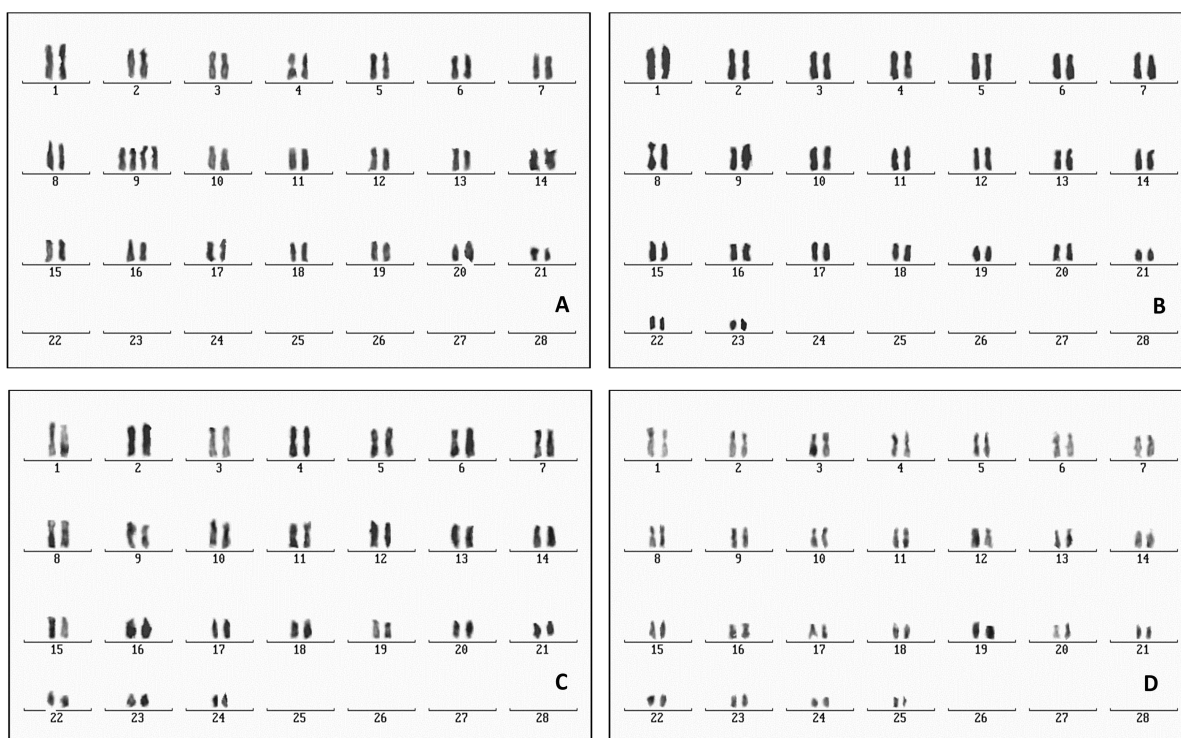


Figura 1. Cariótipo dos cromossomos de *Physalis peruviana*, expressando a variação cromossômica da espécie, considerada poliplóide. A. Cariótipo contendo 44 cromossomos. B. Cariótipo contendo 46 cromossomos. C. cariótipo contendo 48. D. Cariótipo contendo 50 cromossomos.

Das 10 metáfases analisadas da espécie *P. angulata*, seis apresentaram 48 cromossomos (figura 2), duas com 46, uma com 47 e uma com 44 cromossomos. As diferenças na morfologia e no número de cromossomos podem ocorrer em populações da mesma espécie ou em diferentes táxons, criando o que chamamos de cariótipos ou raças cromossômicas (MOSCONE et al., 2007).

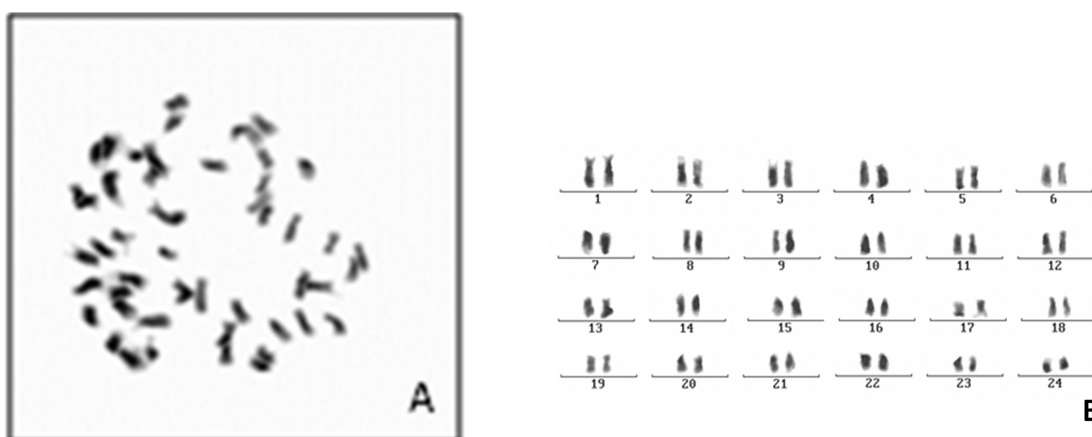


Figura 2. *Physalis angulata* L. A. Metáfase Mitótica evidenciando $2n=48$ cromossomos. B. Cariótipo mitótico.

Diferenças no número de cromossomos podem ser atribuídas à técnica de preparação de lâminas por esmagamento, uma vez que o uso desta técnica geralmente resulta na observação de cromossomos sobrepostos, dificultando as análises (ANDRAS et al. 1999), o que pode justificar a diferença numérica de cromossomos na espécie, uma vez que utilizou-se a referida técnica de esmagamento no preparo das lâminas.

A maioria das metáfases de *P. angulata* demonstraram que a espécie apresenta número de cromossomos $2n=48$ sendo considerada, poliploide, assim como a espécie *P. peruviana*. Quiros (1984) citou que a maioria das espécies para o gênero *Physalis* é diploide, com exceção para a *P. peruviana*, porém segundo Menzel (1951), outras espécies de *Physalis* podem ser poliploides. Neste estudo, verificou-se que a espécie *P. angulata* também pode ser considerada poliploide, com conformação tetraplóide.

O número de cromossomos de *P. angulata* está de acordo com o trabalho proposto por Pedrosa et al. (1999) que encontrou 48 cromossomos sendo a única citação cromossômica para a espécie, porém neste estudo não é fornecido nenhuma descrição das características do conjunto cromossômico. Quanto a classificação dos cromossomos, o presente estudo apresenta dados inéditos para a espécie *P. angulata* sugerindo como formulação cariotípica de 36SM+8ST+4M (Tabela. 1).

As espécies da família Solanaceae, em geral, são diploides e apresentam cromossomos pequenos com predominância de formas metacêntricas e submetacêntricas (ACOSTA et al., 2005). Neste trabalho observou-se predominância de cromossomos submetacêntricos e com menor frequência as formas subtelocêntrico e metacêntricos para a espécie *P. angulata*, concordando com o registro para a família. Karsburg (2006), em estudos com o tomate-cereja (*Lycopersicon esculentum*) observou a presença de cromossomos metacêntricos e submetacêntricos compondo o conjunto cromossômico da espécie, assim como o registrado para a família.

Tabela 1. Caracterização cromossômica de *Physalis angulata* (Camapú)

Par	CT*	BC*	IC*	Classificação	Par	CT*	BC*	IC*	Classificação
<i>Physalis angulata</i> L. (Camapú). Formulação Cariotípica: 36SM+8ST+4M									
1	3,78	1,03	27,25	SM	13	2,04	0,52	25,49	SM
	3,78	1,26	33,33	SM		2,25	0,82	36,44	SM
2	2,76	0,72	26,09	SM	14	2,35	0,92	39,15	M
	3,19	0,72	22,57	SM		1,94	0,93	47,94	M
3	2,97	0,72	24,24	ST	15	2,00	0,51	25,50	SM
	2,96	0,72	24,32	ST		1,71	0,61	35,67	SM
4	2,76	0,72	26,09	SM	16	1,64	0,42	25,61	SM
	2,76	0,82	29,71	SM		1,94	0,61	31,44	SM
5	3,17	0,93	29,34	SM	17	2,04	0,51	25,00	SM
	2,78	0,74	26,62	SM		1,64	0,55	33,54	SM
6	2,55	0,61	23,92	ST	18	1,84	0,51	27,72	SM
	2,45	0,61	24,90	ST		1,94	0,62	31,96	SM
7	2,76	0,82	29,71	SM	19	1,84	0,62	33,70	SM
	2,66	0,82	30,83	SM		1,92	0,62	32,29	SM
8	2,66	0,87	32,71	SM	20	1,32	0,61	46,21	M
	2,25	0,74	32,89	SM		1,29	0,62	48,06	M
9	2,35	0,72	30,64	SM	21	1,43	0,51	35,66	SM
	3,27	0,82	25,08	SM		1,23	0,41	33,33	SM
10	2,15	0,62	28,84	SM	22	1,23	0,31	25,20	SM
	2,25	0,61	27,11	SM		1,07	0,31	28,97	SM
11	2,25	0,51	22,67	ST	23	1,23	0,31	25,20	SM
	1,94	0,42	21,65	ST		0,92	0,23	25,00	SM
12	2,25	0,62	27,56	SM	24	1,23	0,23	18,70	ST
	2,05	0,74	36,10	SM		1,13	0,23	20,35	ST

*CT = comprimento total em μm ; BC = braço curto; IC = índice centromérico; SM = submetacêntrico; ST = subtelocêntrico; M = metacêntrico

Rodríguez & Bueno (2006) realizaram a classificação do conjunto cromossômico de *P. peruviana* obtendo dois grupos, sendo o grupo A composto de cromossomos metacêntricos e submetacêntricos e o grupo B por cromossomos acrocêntricos em menor frequência. Em *P. angulata* foi registrado a ocorrência de um tipo menos frequente de cromossomo, o subtelocêntrico.

Apesar deste estudo não descrever a classificação cromossômica para a *P. peruviana*, com base na literatura já citada, verifica-se que ambas as espécies possuem como predominantes cromossomos do tipo submetacêntrico, bem como número de cromossomos compatíveis $2n=48$, 44 e 46, sendo consideradas poliploides com ploidia tetraplóide.

O conhecimento sobre a citogenética de uma espécie é considerada um pré-requisito básico para a caracterização de qualquer germoplasma, pois este fornece

importantes informações sobre o número, forma e classificação dos cromossomos, conhecimentos estes que são imprescindíveis para a realização de cruzamento intra e interespecíficos aplicados em programas de melhoramento (PENALOSA, 2005).

Neste aspecto, baseado no número de cromossomos que ambas as espécies apresentaram $2n=48$, 44 e 46, demonstrando serem poliploides, e a compatibilidade quanto à forma dos cromossomos, há indícios que as espécies possam ser utilizadas futuramente para obtenção de híbridos com melhores características medicinais e frutíferas, sendo necessários estudos mais detalhados quanto à similaridade do conjunto cromossômico, assim como informações sobre o pareamento dos cromossomos.

CONCLUSÕES

- As espécies *P. angulata* e *P. peruviana* são poliploides com conformação tetraplóide, apresentam números cromossômicos que variam para um número maior ou menor de um total de $2n=48$ cromossomos.
- Foi verificada homologia no número de cromossomos entre as espécies estudadas, sendo 44, 46 e 48 os números de cromossomos em comum as espécies.
- A espécie *P. angulata* apresentou como forma cromossômica predominante o tipo submetacêntrico, sendo sugerido para a espécie a seguinte formulação cariotípica de $36SM+8ST+4M$ (SM-Submetacêntrico, ST- Subtelocêntrico, M- Metacêntrico).

REFERÊNCIAS

ACOSTA, M. C. et al. Karyotype analysis in several South American species of *Solanum* and *Lycianthes rantonnei* (Solanaceae). **Taxon**, v. 54, n. 3, p. 713-723, 2005.

ANDRAS, S. C. et al. A drop-spreading technique to produce cytoplasm-free mitotic preparation from plants with small chromosomes. **Chromosome Research**. v. 7, p. 641-647. 1999.

BERNADELLO, L. M., HEISER, C., B., PIAZANO, M. Karyotypic studies in *Solanum* section *Lasiocarpa* (Solanaceae). **Australian Journal of Botanic**. v. 77, p. 95-103, 1994.

BRANDHAM, P. Cytogenetics. In: Pridgeon, A. M.; Cribb, P. J.; Chase, M. W.; Rasmussen, F. N. **Genera Orchidacearum**. v. 1. Oxford Univ. Press. 1999.

CHANG, J. C. et al. Antioxidative and Hepatoprotective Effects of *Physalis peruviana* Extract against Acetaminophen-Induced Liver Injury in Rats. **Pharmaceutical Biology**, v. 46, Nos. 10–11, p. 724–731 2008.

CHAVES, A.C., SCHUCH, M. W., ERIG A. C. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Physalis peruviana* L. **Revista Ciência Agrotécnica** v. 29, p. 1281-1287, 2005.

GUERRA, M. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. **Cytogenetic and Genome Research**. v. 120, p. 339 - 350, 2008.

KARSBURG, I. V., **Morfologia floral, citometria de fluxo e citogenética de *Lycopersicon esculentum* Mill.** Acesso BGH 160. 2006. 1v.87f Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) UFV, Viçosa-Minas Gerais.

LAGOS, T.C; VALLEJO, F.A; CAETANO, C.M. Comportamiento meiotico de algunos genotipos de *Physalis peruviana* L. **Revista Fitotecnia Colombiana**. V. 5 n° 1, p 1-12. Enero-junio de 2005.

LEVAN, A.; FREDGA, K.; SANDBERG, A. A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas**, v. 52, p. 201-220, 1964.

LORENZI, H; MATOS, M. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008. 512 p.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 2. ed. Fortaleza: UFC, 2000. 346 p.

MELLONI, M., N., G. **Determinação do número cromossômico de espécies arbóreas nativas com potencial madeireiro.** 2010. 1v. 69 f. Dissertação de mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal- SP.

MENZEL, Y.M. (1951) The cytotaxonomy and genetics of *Physalis*. **Proc. Amer. Philos. Soc.** V. 95, p. 132–183, 1951.

MORAES, I. C. R. **Caracterização citogenética e da biologia reprodutiva de três espécies do gênero *Hypericum*.** 2007. 1v, 80f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agrônomo de Campina, Campinas –São Paulo.

MOSCONE, E. A. et al. Giemsa C-banded karyotype in capsicum (solanaceae). **Plant systematic evolution.** v.186, p. 213-229, 1993.

MOSCONE, E.A. et al. The evolution of chili peppers (*Capsicum* - Solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae**, v.745, p.137-169, 2007.

PENALOSA, A. P. S., II Curso de citogenética aplicada a recursos genéticos vegetais. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília DF, 2005. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/186933/1/doc154.pdf>, acesso 13 de Dez. 2011.

PEREIRA, L. P. et al. Número de cromossomos em populações de *Achyrocline satureioides* Lam. (marcela) do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.2, p. 678-681, 2006.

PEDROSA, A. et al. Citogenética de angiospermas coletadas em Pernambuco V. **Acta Botanica Brasilica**, 1.1(I): p. 49-60, 1999.

QUIROS, C. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. **Hort Science**, v. 19(6), p. 872 – 874, 1984.

RODRÍGUEZ, N. C., BUENO, M. L. Estudio de la diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae). **Acta Biológica Colombiana**, Ed: Facultad de Ciências Universidad Nacional v.11 fasc.2 p.33 - 43 , 2006.

RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/UEDESC; Pelotas:UFPel, 2008. 100p.

TOLEDO, K. **Especiais: Planta tem ação anti-inflamatória em peles sensíveis**. Agência FAPESP. Agência de notícias da Fundação de Amparo a Pesquisa de São Paulo. 2012. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/15297>, Acesso em, 13 de Mar. 2012

WU, S. J. et al. Antioxidant Activities of *Physalis peruviana*. **Biol. Pharm Bull.** v. 28, n.6, p. 963-966, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

- Os estudos de divergência genética, correlações e contribuição relativa dos caracteres para a diversidade, possibilitaram identificar variabilidade genética nas progênies estudadas, bem como direcionar futuros trabalhos com melhoramento da espécie no que se refere a seleção de plantas com maior quantidade de matéria fresca para a extração de substâncias de interesse medicinal e frutos com maior tamanho, peso e teor de sólidos solúveis totais em °Brix.
- As progênies selecionadas podem contribuir para a formação de plantas com bons níveis para quantidade de matéria fresca e frutos com peso mais elevado.
- A caracterização cromossômica de *P. angulata* gerou informações inéditas para a espécie no que se refere ao tipo de cromossomos (submetacêntrico, subtelocêntrico e metacêntrico) e quanto a ploidia (poliploide) o que pode subsidiar o desenvolvimento de novas pesquisas.
- Os dados citogenéticos gerados nesta pesquisa com as espécies *P. angulata* e *P. peruviana*, são informações iniciais importantes que podem ser empregadas em programas de melhoramento visando a obtenção de híbridos.
- Apesar dos conhecimentos gerados neste trabalho contribuir com o desenvolvimento de pesquisas com as espécies, ainda são necessários estudos mais específicos, sobretudo sobre a similaridade e pareamento dos cromossomos de *P. angulata* e *P. peruviana*

RESUMO GERAL

Dentre as espécies que compõem o gênero *Physalis*, destacam-se a *P. angulata* e a *P. peruviana* que possuem potencial medicinal e comercial, principalmente devido a produção de frutos saborosos ricos em vitamina A e C. Neste trabalho, realizou-se um ciclo de seleção de progênies de *P. angulata* com posterior avaliação e estudos de divergência genética, assim como a caracterização citogenética dos cromossomos de *P. angulata* e *P. peruviana*. Foram selecionadas 45 progênies de *P. angulata* que apresentaram as melhores médias para as características avaliadas. O estudo da divergência genética identificou que as progênies avaliadas apresentaram variabilidade genética, evidenciadas pela formação de 8 grupos, o estudo possibilitou a indicação de progênies para cruzamento com bons resultados para aumento da massa fresca, altura da planta e caracteres do fruto. Verificou-se na caracterização cromossômica, que *P. angulata* e *P. peruviana* apresentam variações no número de cromossomos sendo em comum às espécies os números 44, 46 e 48. Assim como a *P. peruviana*, a *P. angulata* demonstrou ser poliploide. Os cromossomos de *P. angulata* foram classificados em submetacêntrico, subtlocêntrico e metacêntrico e sugeriu-se a seguinte formulação cariotípica para a espécie 36SM+8ST+4M, sendo observado que o tipo submetacêntrico foi predominante na espécie estudada. Sendo assim, podemos considerar que há a possibilidade de cruzamento entre as espécies visto o número e o tipo de cromossomo semelhante. De forma geral, os resultados deste trabalho disponibilizam informações que podem auxiliar nas conduções de programas de melhoramento e hibridação das espécies citadas.

Palavras-Chave: *Physalis angulata*; *P. peruviana*, Divergência genética; Melhoramento genético; Citogenética.

ABSTRACT

Noteworthy among the species included in the genus *Physalis* are *P. angulata* and *P. peruviana* because these species have medicinal and commercial potential, mainly due to the production of delicious fruits rich in vitamins A and C. In this work, we carried out a selection cycle of progenies of *P. angulata*, followed by evaluation and a study of genetic divergence, and also cytogenetic characterization of chromosomes of *P. angulata* and *P. peruviana*. We selected 45 progenies of *P. angulata* displaying the best means for the characters evaluated. The study of genetic divergence identified that the progenies possessed genetic variability, as evidenced by the formation of eight groups. The study allowed the indication of progenies for crossings which would result in good increase in fresh weight, plant height and fruit characters. In the study of chromosomal characterization it was found out that both *P. angulata* and *P. peruviana* display variations in number of chromosomes, with 44, 46 and 48 common to both species. *P. angulata* proved to be a polyploidy just like *P. peruviana*. The chromosomes of *P. angulata* were classified as submetacentric, subtelocentric and metacentric and we suggest the following karyotypic formula for the species: $36SM+8ST+4M$, with the submetacentric type being predominant. Therefore, we consider that there is crossing potential between the two species since the numbers and types of chromosomes are similar. Overall, the results of this study provide information that may aid breeding programs for improvement and hybridization of the species investigated.

Keywords: *Physalis angulata*; *P. peruviana*, Genetic divergence; Genetic improvement; Progeny Selection.

ANEXO I

Média das 45 progênies utilizadas para análise de divergência genética. MS-Massa fresca; AP-Altura da planta; PF-Peso do fruto; CF-Comprimento do fruto; SST-Sólidos solúveis totais. The SAS System

Obs.	Prog.	MF	AP	PF	CF	SST
1	P1	215.83	41.42	1.76	13.77	12.69
2	P2	218.92	44.00	1.83	14.14	12.94
3	P3	219.33	39.33	1.61	13.68	11.67
4	P4	170.42	39.42	1.53	13.15	13.03
5	P5	336.25	49.58	1.63	13.60	12.88
6	P6	218.75	44.75	1.82	14.61	13.35
7	P7	240.42	43.58	1.81	14.07	12.33
8	P8	190.83	36.92	1.41	13.03	12.74
9	P9	276.25	38.17	1.55	13.74	12.96
10	P10	265.83	41.92	1.58	13.25	12.51
11	P11	185.42	41.67	1.45	13.14	11.27
12	P12	236.58	44.58	1.41	12.64	12.96
13	P13	175.00	39.58	1.43	13.36	13.33
14	P14	228.17	40.58	1.74	14.24	11.80
15	P15	301.25	37.50	1.68	13.80	13.53
16	P16	150.83	41.00	1.52	13.31	13.38
17	P17	203.58	38.83	1.57	13.53	13.78
18	P18	245.42	40.50	1.56	13.77	11.20
19	P19	168.50	40.83	1.63	13.61	12.39
20	P20	176.25	39.83	1.61	13.65	12.04
21	P21	130.83	34.25	1.54	13.59	12.09
22	P22	144.58	42.67	1.63	13.22	13.05
23	P23	214.58	48.92	1.80	13.71	12.04
24	P24	159.83	40.50	1.55	12.97	12.00
25	P25	214.17	46.83	1.69	13.71	12.78

26	P26	282.67	47.83	2.07	14.09	12.67
27	P27	226.67	43.92	1.71	13.82	12.63
28	P28	154.83	39.33	1.86	14.16	13.38
29	P29	160.83	37.08	1.83	13.94	12.56
30	P30	184.25	32.50	1.73	13.91	12.89
31	P31	147.50	41.00	1.62	13.49	12.93
32	P32	164.00	38.17	1.95	14.20	12.41
33	P33	193.92	40.42	1.51	13.20	13.06
34	P34	223.17	41.33	1.58	13.83	12.24
35	P35	192.92	43.50	1.61	13.80	11.98
36	P36	170.42	35.58	1.53	13.54	11.36
37	P37	188.92	36.42	1.62	13.25	13.51
38	P38	217.50	39.17	1.48	13.09	11.89
39	P39	156.25	37.92	1.75	13.58	12.76
40	P40	242.92	44.42	1.71	13.66	13.06
41	P41	171.25	39.92	1.56	13.57	13.71
42	P42	191.67	39.17	1.65	13.76	11.84
43	P43	161.67	33.67	1.63	13.79	11.92
44	P44	253.75	43.00	1.25	12.42	12.93
45	P45	115.00	33.42	1.65	13.60	13.38

