

GUANDU

Rodolfo Godoy¹
Patricia Menezes Santos¹

1. Introdução

O guandu é cultivado em aproximadamente cinqüenta países da Ásia, África e Américas, principalmente em consórcio com cereais. Classifica-se em sexto lugar em área e produção em comparação com outras leguminosas como feijão e ervilha, mas tem mais utilizações que aqueles. É largamente cultivado no subcontinente Indiano, que representa noventa por cento da produção mundial. Há ainda extensas áreas de cultivo no Kenya, Uganda e Malawi na África Ocidental e na República Dominicana e Porto Rico, na América Central. Na maioria dos outros países o guandu é cultivado em pequenas áreas. No mundo, a área cultivada com guandu aumentou em quarenta e três por cento desde 1970 e é atualmente cultivado em aproximadamente 4,3 milhões de hectares.

O guandu é principalmente consumido, por humanos, como grãos secos, mas também é usado como legume verde em muitos países. Mundialmente seu uso na alimentação animal tem aumentado enormemente. Tanto seus grãos como sua forragem contém aproximadamente 20-22% de proteína.

Segundo Singh e Oswalt (1992) a produção anual de grãos é de 2,96 milhões de toneladas e com produtividade média de 700 kg/ha de grãos. Na Índia, são cultivados 3,58 milhões de hectares, produção anual de 2,72 toneladas e produtividade de 760 kg/ha de grãos. A Índia é seguida por Myanmar (580.000 ha), China (60.000 ha) e Nepal (28.000 ha). Entre 1972 e 2003, na Ásia, houve aumento de 57% de área cultivada e 61% de produção. Na China, o guandu é usado para recuperação de solos, alimentação humana e animal. Na África o guandu é cultivado em 42 mil hectares e é importante cultura de exportação no Kenya, Tanzânia, Malawi, Uganda e Moçambique, que respondem por 4% da produção mundial e utilizam principalmente cultivares resistentes à murcha e de ciclo curto. As Américas Central e do Sul respondem por 2% da produção mundial.

Menezes (1956) é autor dos primeiros trabalhos de pesquisa com esta espécie no Brasil e já chamava a atenção para suas importantes possibilidades de uso tanto na alimentação animal como humana. Entretanto, em nosso País, infelizmente não dispomos de informações atualizadas sobre área cultivada e produtividade do guandu, pois nos levantamentos efetuados, geralmente esta cultura é incluída no rol de áreas de pastagens. No nordeste brasileiro, o guandu é utilizado principalmente na alimentação humana, embora o seu uso na alimentação animal esteja sendo cada vez

¹ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste

PROCI-2010.00193
GOD
2010
SP-PP-2010.00193

Guandu.
2010 SP-PP-2010.00193

CPPSE-19670-1

Copy do livro

maior. No centro oeste e sudeste, ocorre o inverso, seu principal uso é na alimentação animal, embora seu uso na alimentação humana seja crescente. Na região sudeste e em menor extensão na região sul, é crescente seu uso para recuperação de áreas degradadas.

2. Origem, classificação e importância

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) em geral, é considerado como originário da Índia, que detém, segundo vários autores, cerca de noventa por cento da produção mundial e abriga a maior variabilidade genética da espécie e do gênero *Atylosia*, um provável ancestral. De Candole, segundo Sharma e Green (1980), propôs que sua origem fosse considerada a África, onde também é grande sua diversidade genética. Essa teoria, entretanto, tem sido contestada, sendo mais provável que seja o guandu originário da Índia, de lá levado para a África, de onde teria se espalhado pelas Américas, principalmente transportado por escravos. Santos et al. (1994) consideram que, embora o guandu seja largamente cultivado na região nordeste do Brasil, o material genético utilizado ainda remonta ao período colonial do Brasil. Ainda segundo Sharma e Green (1980), o guandu é cultivado principalmente em países tropicais e tem vários nomes comuns, tais como “pigeon-pea”, “gandul”, “red gram”, “tur”, “arhar” e “pis d’Angole”. Outros países que cultivam o guandu são Burma, Uganda, Kenya, República Dominicana, Panamá, Porto Rico e as Índias Ocidentais. Brasil (Godoy, 2000) e Venezuela (Remanandan, 1989) também possuem significativas áreas com essa espécie e possuem programas de pesquisa visando melhorias na qualidade de grãos e da forragem de guandu. É também utilizado no sul dos Estados Unidos, principalmente no Texas, para a recuperação de áreas degradadas.

Também Reddy et al. (1998), consideram que o guandu originou-se na Índia Peninsular e provavelmente logo se espalhou por outros países, pois um centro de diversidade secundário é encontrado no leste da África. O gênero *Cajanus* e seu provável ancestral *Atylosia* têm dois centros de diversidade com dezessete espécies ocorrendo no subcontinente indiano e outras treze na Austrália. Esses autores consideram que a Índia, Myanmar, Kenya, Uganda, Malawi, Tanzânia e República Dominicana são os principais produtores de guandu, mas concordam que mais de noventa por cento da produção mundial vem da Índia, para vários propósitos, como produção de grãos, forragem e produção de energia. Estimam ser a área mundial cultivada com guandu de 3,4 milhões de hectares, com produção anual de 2,7 milhões de toneladas e produtividade média de 790 kg.ha⁻¹ de grãos. Segundo Barcelos et al. (1999) o guandu é cultura muito antiga e ocupa mundialmente o quinto lugar de importância e consumo entre as leguminosas forrageiras, sendo que a Índia contribui com mais de noventa por cento da produção mundial, seguida de outras regiões tropicais, como a África, Caribe e América do Sul. Seu cultivo

destaca-se no Brasil porque pode ser plantado tanto na época chuvosa quanto na seca, sendo cultura adaptável a regiões quentes e úmidas.

Importante trabalho sobre a utilização do guandu como planta forrageira é o de Werner (1979). Neste trabalho são citadas várias teorias sobre a origem do guandu: Oza (1972) atribui sua origem à Índia, assim como Akinola et al. (1975), mas estes reconhecem várias outras possibilidades, enquanto que Whyte et al. (1953) consideraram ser o guandu originário da África, Ásia e algumas ilhas do Mar do Sul. Finalmente, Krauss (1932), mencionou a descoberta de suas sementes em túmulos egípcios datados de 2200 a 2400 a.c.

Bailey (1977) atribui a Augustin Pyramus De Candolle (1778 – 1841) a classificação do gênero *Cajanus*, e o descreve como pequeno arbusto, muito cultivado em países tropicais e subtropicais, por suas sementes comestíveis, sendo o gênero provavelmente nativo do Velho Mundo.

Sharma e Green (1980) classificam o guandu como pertencentes ao gênero *Cajanus* tribo *Phaseoleae*, subtribo *Cajaninae*, subfamília *Papilionaceae* e família *Leguminosae*. Subdivisões anteriormente feitas, como *C. bicolor* DC e *C. flavus* DC, baseadas nas variações de arquitetura de plantas, maturação, estrutura da inflorescência, tamanho e cor da flor são atualmente consideradas como partes da mesma espécie. *Cajanus indicus* spreng., *C. luteus*, *Cytisus cajan* L., *Cytisus pseudo-cajan* Jacq., e *Cajanus-cajan* Huth (Britton) são sinônimos. A designação *Cajanus kerstingii* Harms, para uma forma encontrada no Senegal, Togo e Ghana, descrita por Hutchinson e Dalziel (1958), citados por Sharma e Green (1980), é errada e atualmente é considerada pertencer ao gênero *Atylosia*.

Informações atualizadas sobre a situação da cultura são encontradas em página do portal do “The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics” (ICRISAT), localizado na Índia e principal órgão de pesquisa no mundo do gênero *Cajanus* (<http://www.icrisat.org/PegionPea/PegionPea.htm>).

3. Caracterização Morfológica

Diversas publicações do ICRISAT têm abordado este assunto e descrevem morfológicamente de maneira completa o guandu. Entre estas se destaca o trabalho de “International Board for Plant Genetic Resources” (IBPGR) e “International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics” (ICRISAT) (1993), que inclusive tem servido como fonte de referência para trabalhos de descrição morfológica de novas linhagens (Godoy et al., 2003 e 2004). No trabalho de IBPGR e ICRISAT (1993), são detalhadas características de todas as partes da planta e inclusive descritores para identificação de espécimes colhidas.

Assim, para caracterizar morfológicamente duas coleções de linhagens puras de guandu, Godoy et al. (2003 e 2004), utilizaram descritores adaptados e de certa forma simplificados de IBPGR e ICRISAT (1993) e consideraram essa maneira plenamente satisfatória para caracterizar e distinguir mesmo materiais semelhantes

dentro daquelas coleções. Nestes casos, os descritores utilizados foram: hábito de crescimento, altura de plantas (cm) com 50% das plantas em florescimento, número de ramos primários, número de ramos secundários, espessura do caule (mm) a 40 cm de altura, com 50% das plantas em florescimento, forma do folíolo, pilosidade do folíolo, cor básica (cor principal das pétalas) e cor secundária da flor, padrão das estrias da flor, padrão de florescimento, cor da vagem verde, forma e pilosidade da vagem, cor da vagem madura, padrão de coloração das sementes, cores básica e secundária das sementes, cor ao redor do hilo das sementes, largura do hilo, forma das sementes. Na descrição das cores foram obedecidos os padrões do British Colour Council (BBC) (1938), exceto para cores das vagens. Esse manual foi substituído em trabalhos mais recentes por outro publicado pela “Royal Horticultural Society” (RHS, 2001), de uso mais prático.

Foram considerados eretos os genótipos cujos ramos primários faziam ângulo menor que 60° com o caule e semiprostrados aqueles cujos ângulos estavam entre 60 e 90°. As vagens verdes foram classificadas como púrpura, verde claro, verde claro com estrias violeta, verde claro com manchas violeta, violeta, violeta com estrias verde. As vagens maduras como marrom claro, marrom com manchas púrpura, palha, palha claro, palha com manchas violeta escura, púrpura, violeta e violeta escura.

O padrão das estrias das flores foi descrito de acordo com o mostrado na Figura 1, o padrão de coloração das sementes de acordo com a Figura 2, e a forma das sementes, de acordo com a Figura 3.

O ciclo vegetativo dos vários genótipos foi descrito com a utilização de simplificação da metodologia recomendada por IBPGR e ICRISAT (1993), com os seguintes parâmetros: dias da emergência ao início do florescimento, até 50% das plantas estarem em florescimento, até 100% plantas em florescimento, até aparecimento das primeiras vagens e até 75% das vagens estarem maduras. Foi também anotado o período de florescimento em dias. Buscou-se utilizar apenas os descritores que pudessem servir à caracterização inequívoca de genótipos de guandu, sendo, portanto excluídos aqueles mais influenciados pelo meio ambiente, de acordo com o proposto por Godoy et al. (2003).

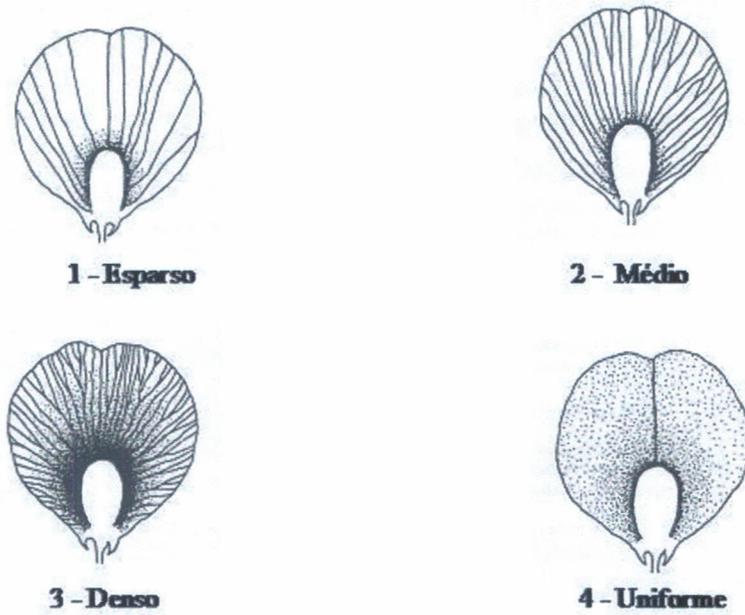


Figura 1 - Padrão das estrias

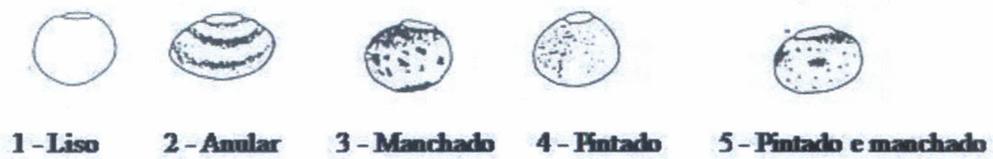


Figura 2 - Padrão de coloração das sementes



Figura 3 - Forma das sementes

As folhas do guandu têm três folíolos inteiros, com pequenas manchas resinosas na parte de baixo, as flores ocorrem em ráceros axilares e papilionáceos e o cálice apresenta dois lóbulos superiores unidos. Apresentam estames largos e auriculados na base e a quilha obtusa e curva. O estilo é mais grosso na parte superior e sem pêlos, com estigma terminal. As vagens são achatadas, com depressões diagonais e apresentam quatro a sete sementes. Ainda segundo este autor, o nome do gênero teria origem aborígine (Cajanus).

A descrição da espécie *Cajanus cajan*, Millsp (*Cytisus cajan*, L. *Cajanus bicolor*, DC. *Cajanus indicus*, Spreng) feita pelo mesmo autor, dá idéia de sua imensa variabilidade genética: apresenta arbustos pubescentes de 4 a 10 pés de altura (1,20 a 3 m) ou mais, com muitos ramos. Os folíolos são lanceolados ou elípticos estreitos, de 2 a 4 polegadas (5 a 10 cm) de comprimento, pontiagudos, com pilosidade leve em ambas a superfícies. As flores são amarelas ou laranjas, com a parte de trás com tons de marrom, podendo apresentar também outras combinações de cores e têm $\frac{3}{4}$ de polegadas (2 cm). As vagens têm aproximadamente 2 a 3 polegadas (5 a 7,5 cm) de comprimento e meia polegada (1,3 cm) de largura, são pilosas e abundantes. As sementes são arredondadas, com um lado achatado, com aproximadamente $\frac{1}{4}$ de polegada (0,6 cm) de diâmetro e são normalmente marrons, com pequeno hilo branco. Estudos mais recentes mostram que essa variabilidade é ainda maior.

Em 1979, Werner já considerava que, devido à grande variabilidade genética da espécie, o *Cajanus cajan* apresentava grande potencial, que podia ser trabalhado no sentido de selecionar variedades mais persistentes e resistentes à desfolha, em condições de corte ou pastejo. A grande variabilidade genética do guandu é evidenciada pelas características morfológicas encontradas em duas pequenas coleções, mostradas a seguir, de maneira resumida. Godoy et al. (2003 e 2004) caracterizaram morfológicamente três cultivares de guandu e vinte e oito linhagens puras e encontraram treze diferentes cores de caule, intermediários ou grossos, em plantas que apresentaram hábitos de crescimento ereto e semi prostrado, com alturas variáveis de 65 a 195 cm, no florescimento. Esses genótipos apresentaram de sete a 25 ramos primários e até três ramos terciários, com folíolos de três formas. Foram encontradas flores com quatro cores básicas e dez secundárias e com quatro padrões de estrias. As vagens apresentaram três formas diferentes e quando antes do amadurecimento, apresentaram treze diferentes cores, que resultaram em onze cores de vagens maduras. As sementes apresentaram seis cores básicas e quatro secundárias.

Marcantes diferenças foram encontradas também no ciclo vegetativo desses trinta e um genótipos. Assim, verifica-se que o início do florescimento variou de genótipo para genótipo de 69 a 131 dias após a emergência, 50% das plantas apresentavam florescimento de 79 a 151 dias após a emergência, e 100%, após 90 a 158 dias. As primeiras vagens surgiram de 90 a 161 dias após a emergência e as plantas apresentavam 75% das vagens maduras de 127 a 217 dias após a emergência.

O período de florescimento variou de 5 a 42 dias, evidenciando a presença de plantas com florescimento muito uniforme e outros com prolongado período de florescimento.

Werner (1979) considera que, à medida que a herdabilidade dos principais caracteres tem sido estudada em linhagens puras, tem-se verificado que alguns caracteres pelo menos, seguem a lei mendeliana. A cor primária vermelha das flores é dominante sobre o amarelo, sementes manchadas ou pintadas predominam sobre sementes de uma só cor e vagens marrons ou manchadas são dominantes sobre unicoloridas; vagens pubescentes são dominantes sobre glabras, vagens grandes e chatas sobre vagens pequenas e redondas; sementes grandes sobre sementes pequenas. Vagens de quatro a cinco sementes são dominantes sobre as de três a quatro sementes. Sementes redondas dominam sobre todas as outras formas. Em estatura, há tendência em direção à herança quantitativa, pois cruzando-se plantas muito baixas com plantas altas, obtém-se plantas intermediárias. Werner (1979) considera ainda que cruzando-se um tipo anual com um perene, obtém-se formas perenes.

Os trabalhos de avaliação agronômica conduzidos na Embrapa Pecuária Sudeste permitiram concluir que a característica longevidade da planta está associada ao seu tamanho, ou seja, plantas altas têm vida muito mais longa que aquelas caracterizadas como anãs, estas geralmente anuais.

As observações de Werner (1979) são apenas em parte concordantes com as de Menezes (1956), que conduziu uma série de trabalhos envolvendo a genética e a herdabilidade de caracteres do guandu. Este autor considerou que a pigmentação da pétala vexilar, da vagem e do tegumento da semente era controlada geneticamente, mas não encontrou pista sobre a herdabilidade do tamanho da vagem. A altura da planta e o ângulo dos ramos secundários apresentam herdabilidade quantitativa. Perenidade, hábito ereto, inflorescência compacta, pétala axilar vermelha, vagem escura, vagem marchetada de marrom e tegumento roxo escuro das sementes eram, respectivamente, parcial ou completamente dominantes sobre plantas anuais, hábito espreado, inflorescência aberta, pétala vexilar amarela, vagem marchetada de marrom e vagens de tom marrom intenso com sementes roxo escuras.

Também várias publicações do ICRISAT tratam do assunto, sendo uma das principais o trabalho de Singh e Oswalt (1992), segundo o qual a planta do guandu é ereta e ramificada, com caule lenhoso e folhas compostas por três folíolos, e possui forte raiz pivotante. As plantas permanecem como arbustivas, com 1 a 2 metros de altura, quando colhidas anualmente, podendo chegar a 4 metros de altura quando cultivadas como plantas perenes, para cercas ou sistemas agroflorestais (Figura 4). Em boas condições de umidade e temperatura, o tegumento da semente se rompe próximo ao micrópilo dois dias após a semente e a ponta da radícula se alonga e emerge. No terceiro dia, o epicótilo aparece em forma de arco e cresce verticalmente, tornando-se levemente arroxeadado. Ele se alonga por 3 a 7 cm antes que a primeira folha apareça.



Figura 4 – Plantas de *Cajanus cajan* (Guandu) em estágio vegetativo.

O guandu possui sistema radicular pivotante cuja raiz principal em plantas mais velhas se torna grossa e lenhosa. Essa raiz penetra até dois metros no solo e possui sistema de raízes laterais bem desenvolvido, principalmente nos primeiros sessenta centímetros. Genótipos de vida curta têm sistema radicular menos desenvolvido e genótipos eretos possuem menor número de raízes laterais.

O caule do guandu é forte e lenhoso, contendo amido na fase vegetativa, que desaparece na fase reprodutiva, quando as reservas são mobilizadas para o preenchimento das vagens. O padrão de ramificação do guandu depende do genótipo e espaçamento. Para propósitos agrônômicos, esse padrão pode ser considerado como ereto, semi ereto e prostrado e o padrão de florescimento pode ser determinado, quando a planta completa sua fase vegetativa e entra em florescimento, e indeterminado, que exibe as fases vegetativas e reprodutivas ao mesmo tempo.

As primeiras duas folhas, chamadas primárias, são simples, opostas e caducas. As demais folhas são compostas por três folíolos, que nascem de uma ráquis que tem a base mais larga. As folhas têm de 6 a 17 cm de comprimento, a ráquis varia de dois a quatro cm de comprimento e os folíolos terminais, quatro a oito cm de

comprimento e 2,0 a 3,5 cm de largura. Os folíolos laterais são um pouco menores e todos são pubescentes. O tamanho, forma e cor das folhas é característica genética.

As flores geralmente nascem em ráceros terminais ou axilares, de 4 a 12 cm e têm um longo pedúnculo, formando uma **panícula** terminal nos tipos de crescimento indeterminado e um conjunto de flores com caules de tamanhos diferentes de maneira que as pétalas fiquem no mesmo nível, nos tipos de crescimento determinado, agrupados na ponta dos ramos, ao contrário do que ocorre com as plantas de crescimento indeterminado (Figura 5). O número de ráceros é extremamente variável nos diferentes genótipos e o florescimento ocorre em direção ao ápice da planta.



Figura 5 - Plantas de *Cajanus cajan* (Guandu) em estágio reprodutivo.

4. Caracterização Agronômica

4.1. Exigências nutricionais

O guandu não tem grandes exigências climáticas e de solos, desenvolvendo-se satisfatoriamente em regiões de clima tropical, sub tropical e semi árido. Segundo Reddy e Virmani (1981), citados por Singh e Oswalt (1992), o guandu pode ser cultivado entre 14 e 28° de latitude Norte, com a temperatura variando de 26 a 30° C na estação chuvosa e de 17 a 22° C no restante do ano, precipitação pluvial de 600 a 1.400 mm, com 80 a 90% ocorrendo na estação chuvosa. Ainda segundo aqueles autores, isoclimas semelhantes a este da Índia ocorrem na África Oriental e Sul do Sudão. Essas considerações estão de acordo com o que se observa no Brasil, onde o guandu é cultivado em condições semelhantes, desde o norte do País, até o Estado do Paraná. Todavia, o gênero necessita de muita luminosidade durante a formação das vagens.

Embora normalmente recomendado para solos de baixa fertilidade, sendo considerado por Singh e Oswalt (1992), como espécie que apresenta pequena resposta ao uso de fertilizantes e cujas respostas encontradas à inoculação com *Rhizobium* têm sido inconsistentes, o guandu, nas condições brasileiras, tem apresentado extraordinária resposta a solos mais férteis. Exemplo recente disso são as produtividades de forragem de três linhagens de guandu: em solo de baixa fertilidade em São Carlos, SP, as linhagens g3-64, g146-94 e g167-97, produziram em aproximadamente três meses, no primeiro corte, 2.379, 3.888 e 4.417 kg.ha⁻¹ de matéria seca (MS), enquanto em período de tempo semelhante, em solo de alta fertilidade, anteriormente cultivado com cana-de-açúcar, essas produções subiram para 16.681, 13.320 e 14.872 kg.ha⁻¹ de MS, respectivamente.

Outra grande vantagem da cultura é sua boa tolerância à seca, provável razão de sua boa adaptabilidade a solos arenosos, aliada ao fato de não tolerar encharcamento.

4.2. Pragas e doenças

A tolerância ou resistência do guandu aos nematóides é assunto controverso, pois é frequentemente citado como planta capaz de diminuir populações de nematóides em áreas infestadas ou como importante hospedeiro deles. Em ICRISAT (1984) são citados sete nematóides encontrados parasitando plantas desse gênero: *Heterodera cajani*, *Hoplolaimus seinhorsti*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorhynchus* sp, *Helicotylenchus retusus*, *Helicotylenchus indicus* e *Pratylenchus* sp.

Insetos são de importância secundária até o momento, em culturas desta espécie. A lagarta *Heliothis armigera* é citada por ICRISAT (1984) como

o principal inseto atacando plantas de guandu, embora no geral, não cause grandes danos econômicos.

Importante no primeiro mês de cultivo do guandu são os cuidados a serem tomados no controle de saúvas na área semeada. Embora plantas adultas não sejam cortadas pelas saúvas, estas se mostram extremamente atraídas por plântulas de guandu.

Várias doenças podem afetar o guandu. Reddy et al. (1997) listam vinte e duas delas, sendo sete das raízes, três do caule, duas do caule e folhas, nove das folhas e uma da inflorescência. Destas, apenas três são listadas como de ocorrência no Brasil, sendo consideradas de importância secundária: cancro do caule causado por *Phoma cajani* (Rangel) Khune & Kapoor, murcha foliar causada por *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butl. & Bisby; *C. cajani* Rangel; *C. graminicola* (Ces.) Wilson e mancha foliar bacteriana, causada por *Pseudomonas syringae* pv *phaseolicola* (Burkh.) Dowson. No Brasil, entretanto, atualmente a doença mais séria é a podridão do colo, causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, que pode rapidamente causar a morte de plantas, sendo mais comum sua ocorrência em culturas que já sofreram alguns cortes. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas pela Embrapa Pecuária Sudeste e pela UNESP, Campus de Jaboticabal, para obtenção de novas cultivares, resistentes a esse fungo. Embora não existam estudos específicos a respeito, no momento, não há medidas de controle de doenças do guandu economicamente recomendáveis, a não ser o já mencionado tratamento preventivo de sementes.

4.3 – Fotoperíodo e desenvolvimento de sementes

Singh e Oswalt (1992) consideram que o guandu é uma planta de dias curtos, embora reconheçam que uma combinação de fotoperíodo e temperatura possam afetar seu florescimento e maturação. Entretanto, parece haver enorme variabilidade genética na espécie, o que leva à existência de várias gradações de exigência em fotoperíodo, e até mesmo, tipos indiferentes. Por outro lado, embora ainda não tenha seu mecanismo desvendado é evidente que a combinação citada por aqueles autores, de fato afeta o início do florescimento. Em botão floral totalmente desenvolvido, as anteras envolvem o estigma e ocorre a deiscência um dia antes da flor se abrir, sendo que, segundo Sharma e Green (1980), a antese ocorre das 6 às 16 horas, com pico em torno de 10 horas. A fertilização ocorre no dia da polinização, sendo o guandu planta de auto polinização, com percentual desprezível de polinização cruzada, na ausência de polinizadores. Na sua presença, o grau de polinização cruzada pode chegar a 40%. Sendo que apenas 10% das flores dão origem a vagens.

O pedúnculo da flor contém pequenos feixes vasculares envolvidos por anel de fibras. Durante a primeira semana da antese, segundo Singh e Oswalt (1992), o endosperma passa por rápido desenvolvimento, o núcleo toma posição parietal, formando um largo vacúolo no centro do saco embrionário, que se alonga e forma

um haustório, que penetra no tecido do núcleo. Na segunda semana, distinguem-se os cotilédones, onde a síntese de amido e proteínas começa aproximadamente 17 dias depois da polinização e continua por mais 14 dias. Em cada rácemo, aproximadamente cinco vagens amadurecem.

O desenvolvimento das sementes é visível sete dias após a fertilização. Uma vagem está completamente formada em aproximadamente vinte dias após a fertilização, trinta dias após, as sementes atingem a maturidade fisiológica e em mais dez dias perdem umidade o suficiente para serem colhidas. A maior parte dos genótipos cultivados apresenta três a quatro sementes por vagem, embora esse número possa chegar a oito.

Conforme já mencionado, em boas condições de umidade e temperatura, o tegumento da semente se rompe próximo ao micrópilo dois dias após a sementeira e a ponta da radícula se alonga e emerge. No terceiro dia, o epicótilo aparece em forma de arco e cresce verticalmente, tornando-se levemente arroxeadado. Os cotilédones são amarelos, a germinação é hipógea e, segundo Singh e Oswalt (1992) não há dormência conhecida. Entretanto, **Godoy e Souza (2003)** encontraram vários graus de dormência ao estudarem coleção de linhagens puras de guandu. Esse tipo de contradição vem apenas mostrar o quanto há a ser estudado nessa espécie embora progressos tenham sido alcançados, principalmente nos últimos anos.

4.4. Recomendação de sementeira

A época ideal de sementeira do guandu é determinada pelas condições climáticas e, principalmente, pela finalidade da cultura. Assim, para sementeira de guandu forrageiro, quando se procura privilegiar a produção de massa verde, é importante que seja semeado no início da estação chuvosa, com os dias longos, pois assim haverá tempo para grande desenvolvimento vegetativo, podendo ser cortado ou pastejado ainda na mesma estação.

Para a produção de grãos ou sementes, o período de desenvolvimento vegetativo deve ser abreviado, pois o excesso de massa verde pode dificultar a colheita. Há ainda a possibilidade do aproveitamento da massa verde e das sementes ou grãos na rebrota. Nesse caso, há também necessidade de que as plantas possam ter um bom período para o desenvolvimento vegetativo, antes de serem cortadas e devem ter ainda, período razoável para novo desenvolvimento vegetativo. Finalmente, quando a finalidade é recuperação de áreas degradadas ou mesmo apenas melhoria das condições físicas e químicas do solo, a época ideal vai depender da cultura principal, seu manejo e do manejo do solo pretendido, mas o guandu deve ter pelo menos período de sessenta dias de desenvolvimento vegetativo, para poder expressar seu potencial.

A forma de sementeira do guandu pode ser a lanço, nesse caso sendo recomendável a utilização de cerca de 50 sementes por metro quadrado, o que pode representar, dependendo da cultivar, de 25 a 60 kg de sementes por hectare, com

germinação e pureza mínimas de 70 e 90%, respectivamente. O método mais usual de semeadura, entretanto, é em linhas. Tradicionalmente, era recomendada a semeadura com espaçamento de 0,50 m entre linhas e cinco sementes por metro linear, e esse é considerado ainda o espaçamento ideal para produzir sementes ou grãos. Para a produção de forragem ou recuperação de áreas degradadas, espaçamentos menores, chegando a 0,25 m entre linhas e 10 sementes por metro linear podem ser mais recomendáveis, por proporcionarem maior produção de massa verde em menor tempo, maior quantidade de raízes e plantas mais tenras. Entretanto, se for usado para pastejo, é necessária extrema atenção no manejo da cultura e dos animais, pois espaçamentos pequenos podem dificultar a locomoção dos animais no pasto. Segundo Singh e Oswalt (1992), as sementes devem ser tratadas com penta cloro nitro benzeno, para evitar murcha das plântulas. Em trabalhos experimentais, na falta de fungicida específico, registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para tratamento de sementes de guandu, tem sido utilizado um produto recomendado para tratamento de sementes de soja e de feijão, cujo princípio ativo é o carbendazim, capaz de controlar antracnose (*Colletotrichum* sp.), cretamento foliar (*Cercospora* sp.), podridão de sementes (*Fusarium* sp.), tombamento (*Fusarium* sp.) e Phomopsis-da-semente (*Phomopsis* sp.).

Considerando-se que o guandu tem desenvolvimento inicial relativamente lento, é preciso atenção no primeiro mês, para o controle de plantas invasoras, podendo ser necessária a aplicação de herbicida para eliminar ervas de folha estreita ou mesmo controle mecânico, para eliminação de plantas de folhas largas. Essa fase de maior atenção dura cerca de um a dois meses após a semeadura. Após essa fase inicial, a cultura se fecha e poucos cuidados nesse sentido serão necessários.

4.5. Fixação biológica do nitrogênio

As raízes do guandu nodulam por efeito de rizóbios do grupo do cowpea, principalmente nos primeiros trinta centímetros de profundidade. A nodulação começa quinze dias após a semeadura e continua por até 120 dias, declinando por ocasião da formação das sementes. Os nódulos têm de dois a quatro mm e podem ser esféricos, ovais, alongados ou ramificados.

5. Formas de Utilização do Guandu

O guandu pode ser utilizado para a alimentação animal, como adubo verde e para a recuperação de áreas degradadas.

5.1. Alimentação animal

O interesse em utilizar leguminosas para a alimentação animal se deve, principalmente, ao seu elevado teor de proteína bruta (PB). Favoretto et al. (1995) observou que a forragem aproveitável de guandu (folhas, flores, vagens e ramos com diâmetro igual ou menor que 6 mm) apresenta de 17 a 27% de proteína bruta e 45 a 53% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

O guandu tanto pode ser pastejado pelos animais (“banco de proteínas”) quanto pode ser fornecido no cocho *in natura* ou conservado por meio de fenação ou ensilagem (Brown & Chavalimu, 1985; Santos et al., 2004). Rodrigues et al. (2004) avaliaram o efeito da utilização de banco de proteínas de guandu sobre desempenho de novilhas leiteiras suplementadas com cana-de-açúcar, uréia e 1,5 kg.animal⁻¹.dia de caroço de algodão, em pastagem de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha*). No período de julho a setembro, os animais que tiveram livre acesso ao banco de proteínas de guandu por três horas diárias ganharam 753 g.animal⁻¹.dia, enquanto o ganho de peso das novilhas que não receberam guandu foi 683 g.animal⁻¹.dia.

A aceitação pelos animais é um dos principais fatores limitantes ao uso do guandu em pastejo. De modo geral, o consumo de guandu eleva-se após o florescimento (a partir de abril) e é muito reduzido no período das águas. Lourenço et al. (1994) observaram que o guandu representou 65, 21, 5 e 2% do total de MS ingerida por bovinos em pastagem de capim-colonião (*Panicum maximum*) com acesso a “banco de proteínas” de guandu, nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, respectivamente.

O teor de taninos têm sido investigado como um dos fatores responsáveis pela baixa aceitação do guandu pelos animais. Godoy et al. (2005), no entanto, observaram que o consumo de guandu por bovinos em pastejo é mais elevado no mesmo período em que este apresenta os mais altos níveis de taninos (abril a outubro). Os fatores determinantes da baixa aceitação do guandu pelos animais devem, portanto, ser melhor estudados.

5.2 Adubação verde e recuperação de áreas degradadas

A crescente preocupação com aspectos relacionados à sustentabilidade e conservação ambiental tem despertado interesse de técnicos e produtores por práticas

de adubação verde e recuperação de áreas degradadas. Alcântara et al.(2000) avaliaram o desempenho do guandu e da crotalária (*Crotalaria juncea* L.) como adubos verdes em áreas de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) degradadas. Na Tabela 1 são apresentados os efeitos do plantio dessas espécies sobre características químicas do solo 90 dias após o seu corte. Os autores observaram que o guandu melhorou as características avaliadas em quase todas as profundidades. Na última avaliação, 150 dias do corte das culturas, Alcântara et al. (2000) não observaram diferença entre os tratamentos (guandu, crotalária e braquiária), indicando o final dos efeitos benéficos provenientes da decomposição e da mineralização dos resíduos adicionados ao solo.

Os efeitos benéficos do guandu sobre o solo devem-se, em parte, à profundidade e capacidade de exploração do solo de seu sistema radicular (Alvarenga et al., 1995; Alcântara et al., 2000). Alvarenga et al. (1995), comparando oito espécies de plantas para adubo verde verificou que o guandu apresentou o maior potencial de penetração de raízes no solo (Tabela 2).

As melhorias nos aspectos químicos e físicos do solo a partir do cultivo de vegetais dependem da espécie utilizada, do manejo da biomassa, da época de semeadura e de corte das plantas, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições locais e da interação entre esses fatores (Amabile et al., 2000; Alcântara et al., 2000; Alves et al., 2004; Torres et al., 2005). Borkert et al. (2003) avaliaram a quantidade de nutrientes passíveis de retornar ao solo quando o guandu é utilizado como cultura de cobertura (Tabela 3) e determinaram que essa espécie incorpora grande quantidade de N ao sistema, o que pode ser atribuído à fixação biológica de N, uma vez que o guandu é uma leguminosa.

Além da elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, um estudo conduzido por Carneiro et al. (2004) mostra que há aumento da população de microorganismos solubilizadores de fosfato no solo quando o guandu é utilizado como cultura de cobertura, indicando que o seu cultivo como adubo verde pode melhorar a eficiência de utilização deste nutriente.

Tabela 1 -Características químicas em amostras de solo em diferentes profundidades, 90 dias após o corte de três forrageiras utilizadas como adubo verde

Forrageira	NO ₃ +NH ₄	K	Ca	Mg	H+Al	V(%)
0-5 cm						
Guandu	76 ^a	126 ^a	36,7 ^a	17,0 ^a	36,2 ^b	62 ^a
Crotalária	57 ^b	35 ^b	39,5 ^a	14,2 ^a	42,7 ^b	61 ^a
Braquiária	44 ^c	20 ^b	7,4 ^b	3,5 ^b	63,8 ^a	13 ^b
5-10 cm						
Guandu	65 ^a	60 ^a	42,7 ^a	16,2 ^a	31,8 ^b	62 ^a
Crotalária	51 ^b	26 ^b	34,0 ^b	9,3 ^b	61,1 ^a	51 ^b
Braquiária	45 ^b	16 ^b	4,5 ^c	1,5 ^c	72,2 ^a	8 ^c
10-20 cm						
Guandu	48 ^a	45 ^a	35,1 ^a	19,2 ^a	40,1 ^b	57 ^a
Crotalária	50 ^a	28 ^{ab}	16,2 ^b	11,2 ^b	82,7 ^a	24 ^b
Braquiária	46 ^a	16 ^b	7,0 ^c	2,2 ^c	69,2 ^a	13 ^c
20-40 cm						
Guandu	49 ^a	68 ^a	38,5 ^a	18,9 ^a	43,2 ^b	57 ^a
Crotalária	48 ^a	20 ^b	16,3 ^b	7,6 ^b	72,3 ^a	15 ^b
Braquiária	46 ^a	18 ^b	6,0 ^c	2,0 ^c	70,7 ^a	11 ^b
40-60 cm						
Guandu	49 ^a	48 ^a	13,5 ^b	9,5 ^a	70,8 ^a	38 ^a
Crotalária	50 ^a	30 ^b	21,8 ^a	6,2 ^a	70,8 ^a	24 ^b
Braquiária	47 ^a	11 ^c	5,3 ^c	1,8 ^b	69,5 ^a	10 ^c
60-80 cm						
Guandu	47 ^a	33 ^a	14,4 ^b	11,0 ^a	69,2 ^a	37 ^a
Crotalária	48 ^a	19 ^{ab}	25,9 ^a	11,7 ^a	69,2 ^a	36 ^a
Braquiária	43 ^a	10 ^b	5,3 ^c	2,0 ^b	67,2 ^a	11 ^b

Médias seguidas pela mesma letra, para cada variável, em cada profundidade, não diferem entre si (Tukey, 5%).

Fonte: Alcântara et al. (2000).

Tabela 2 - Características das raízes de leguminosas utilizadas como adubo verde, por ocasião do florescimento, cultivadas em um Pdzólico Vermelho-Amarelo em Viçosa – MG (média ± erro padrão)

Leguminosa	Comprimento da raiz pivotante (cm)	Número de raízes secundárias Unid.	Diâmetro da raiz pivotante (mm) ¹	
			0 cm	10 cm
Crotalaria juncea	49±10	14±6	9,17±2,29	3,62±2,27
Crotalaria paulina	21±6	19±8	8,00±0,76	2,58±1,11
Feijão-bravo-do-Ceará	159±27	5±1	8,74±1,48	3,67±1,24
Caupi	18±8	4±1	6,15±0,07	1,03±0,40
Guandu	202±41	8±2	12,56±5,35	4,53±2,71
Feijão-de-porco	92±20	7±3	6,80±0,88	1,71±0,46
Lab-lab	92±26	8±4	7,77±1,33	2,83±0,51
Mucuna-preta	47±14	6±2	7,95±1,81	1,82±0,72

¹ Diâmetro da raiz pivotante a 0 e 10 cm de profundidade no solo.

Fonte: Alvarenga et al. (1995).

Tabela 3 – Estimativa de quantidades de nutrientes minerais contidos na matéria seca de guandu passíveis de retornar ao solo pela mineralização da biomassa

Nutriente (kg/ha)	Intervalo de classe de rendimento de MS (t/ha)					
	< 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10	>10
	Quantidade de nutrientes passível de reciclagem –kg/ha					
N	0 a 141	40 a 162	95 a 192	145 a 237	186 a 301	229 a 403
P	3 a 7	7 a 10	12 a 15	18 a 20	24 a 27	31 a 36
K	10 a 27	33 a 46	61 a 72	91 a 101	122 a 135	164 a 184
Ca	0 a 30	2 a 40	22 a 52	42 a 69	58 a 93	76 a 129
Mg	3 a 7	7 a 10	11 a 14	16 a 18	21 a 24	27 a 32
Zn	30 a 82	64 a 107	105 a 139	146 a 179	187 a 228	239 a 300
Mn	0 a 474	143 a 512	301 a 595	405 a 756	464 a 991	516 a 1345
Cu	0 a 92	0 a 148	35 a 227	155 a 336	259 a 486	376 a 719

Fonte: Borkert et al. (2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O guandu é leguminosa que pode ser utilizada para vários propósitos como: alimentação humana e animal, produção de energia, adubação verde e recuperação de áreas degradadas. No Brasil é utilizado, principalmente, para alimentação humana na região nordeste e para alimentação animal, adubação verde e recuperação de áreas degradadas nas regiões centro-oeste, sudeste e sul. O principal fator limitante à utilização do guandu como forrageira é sua baixa aceitação pelos animais durante parte do ano. As causas desta baixa aceitação precisam ser melhor determinadas para aprimorar os programas de melhoramento genético desta forrageira.

Finalmente, é sempre importante mencionar que se deve utilizar cultivares apropriados de guandu para a finalidade a que se destinam. Para a produção de grãos, provavelmente os do tipo anão sejam mais adequados, pois tendem a ter o ciclo mais curto e são praticamente anuais, normalmente apresentando boa produção de grãos. Para a produção de forragem, deve-se procurar cultivares de boa produtividade e longevidade e, para uso como adubo verde ou aditivo de silagem, é importante a escolha de cultivar com elevada produtividade inicial de massa verde, não importando sua longevidade. Recentes trabalhos de pesquisa conduzidos em várias instituições de pesquisa, com apoio principalmente da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e UNIPASTO - Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais, devem resultar no breve lançamento de cultivares com características específicas para cada finalidade.

LITERATURA CITADA

- ALCÂNTARA, F.A.de; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.de; MESQUITA, H.A.de; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.277-288, 2000.
- ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.175-185, 1995.
- ALVES, S.M.C.; ABOUD, A.C.S.; RIBEIRO, R.L.D.; ALMEIDA, D.L.de. Balanço de nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1111-1117, 2004.

- GODOY, R.; FUSHITA, A. T.; SOUZA, F.H.D. Caracterização de onze linhagens puras selecionadas de guandu selecionadas em São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2206-2213, 2004.
- GODOY, R.; SANTOS, P.M.; BATISTA, L.A.R. Seasonal variation of tannin content on pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) plants. IN: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., Dublin. "Proceedings" Dublin: BGS, 2005.
- ICRISAT. Pigeonpea. In: ICRISAT. **ICRISAT annual report 1984**. Andhra Pradesh, 1984. p. 167-194.
- LOURENÇO, A.J.; MATSUI, E.; DELISTOIANOV, J. Composição botânica da forragem disponível e da selecionada por bovinos em pastos de capim-colonião consorciado com centrosema e, ou, galáctia, com ou sem acesso a banco de proteínas de guandu. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.100-109, 1994.
- MENEZES, O. B. de. Genética e melhoramento do Guandu (*Cajanus indicus* Spreng.). **Revista Ceres, Viçosa, MG**, v.10, p.20-44, 1956.
- POEHLMAN, J. M. **Breeding field crops**. Westport: AVI publishing, 1977. p. 365-390.
- REDDY, M. V.; RAJU, T. N.; LENNÉ, J. M. Diseases of pigeonpea. In: ALLEN, D. J.; LENNÉ, J. M. (Ed.). **The pathology of food and pasture legumes**. Cambridge: CAB International, 1997. p. 517-558.
- REMANANDAN, P. **Organization of pigeonpea breeding and improving its production system in Venezuela**. Venezuela: FONAIIP, 1989. 59 p.
- RODRIGUES, A.A.; SANTOS, P.M.; GODOY, R.; NUSSIO, C.M.B. **Utilização de guandu na alimentação de novilhas leiteiras**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. 8p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 34).
- ROYAL AGRICULTURAL SOCIETY (London), 2001. **RHS Colour Chart**. London: The Royal Horticultural Society.
- SANTOS, C. A. F.; MENESES, E. A.; ARAÚJO, F. P. de. Divergência genética em acessos de Guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1723-1726, nov. 1994.

- SANTOS, P.M.; NUSSIO, C.M.B.; GODOY, R.; SILVA, C.E.da. Inclusão de duas linhagens de guandu na produção de silagem de milho (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Campo Grande. "Anais..." Campo Grande:SBZ, 2004.
- SHARMA, D.; GREEN, J. M. Pigeonpea. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. (Ed.). **Hybridization of crop plants**. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science of America Publishers, 1980.
- SINGH, F.; OSWALT, D. L. **Pigeonpea botany and production practices**. Patancheru, Andhra Pradesh: ICRISAT, 1992. (Skill Development, 9).
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLO, I.; POLIDORO, J.C.; FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.609-618, 2005.
- WERNER, J.C. O potencial do guandu (*cajanus cajan* (L.) Millsp). Como planta forrageira. **Zootecnia**, v. 17, n.2, p.73-100, 1979.