

EFEITO DA INOCULAÇÃO COM RIZÓBIOS EM ESPÉCIES ALIMENTÍCIAS DE FEIJÕES EM DOIS SOLOS DA TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL

Aelyne Farias GARCIA¹; Luiz Augusto Gomes de SOUZA²,
¹Bolsista PIBIC/CNPq, ²Orientador INPA/CSAS

1.Introdução

Popularmente as plantas da família Fabaceae, conhecidas popularmente como leguminosas são identificadas pelo seu uso alimentício, especialmente pelos grãos como as espécies de feijão-comum, soja, lentilha, grão-de-bico, amendoim, tremoço, feijão-caupi, feijão-guandu, etc. Outras leguminosas herbáceas comestíveis são também aproveitadas pelo desenvolvimento de tubérculos nas raízes com potencial nutritivo, como o feijão-de-asa e o feijão-macuco. Há ainda leguminosas herbáceas consumidas como brotos pré - geminados como o feijão-mungo que também é conhecido como feijão-moyashi.

Nos países em desenvolvimento, há interesse em pesquisar tecnologias biológicas para aumento da produção de alimentos. Uma leguminosa de interesse alimentício é o feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.), que tem origem africana, um continente que tem alta demanda por culturas que amenizem a fome crônica de populações pobres. O feijão-de-asa desenvolve grande quantidade de caules ramificados e pode apresentar uma alta produção de biomassa, atingido 5 m de altura quando cresce sobre um suporte ou tutor (Shiavianato, 1990). O feijão-de-asa possui um paladar agradável e é uma importante fonte de proteína de alta qualidade contribuindo para a segurança alimentar nas propriedades onde é cultivado. É uma espécie que se adapta a solos distróficos, pela habilidade da fixação biológica de N₂ (Noda *et al.*, 1984) e considerada como um cultivo de interesse para a agricultura familiar. Lima *et al.* (2010) caracteriza o feijão-de-asa como uma espécie subespontânea no Brasil, não endêmica, cultivada na região Norte e Nordeste com adaptação ao clima dos biomas da Amazônia e Mata Atlântica.

Na Amazônia, as duas principais classes de solos agrícolas da terra firme, os Latossolos e os Argissolos, são reconhecidos como de baixa fertilidade natural. São solos de acidez elevada e algumas vezes com problemas de toxidez de alumínio ou manganês, que interferem no desenvolvimento vegetal, e, por conseguinte, nos cultivos agrícolas. Em decorrência há necessidade de pesquisar cultivos alimentícios adaptados a estas condições de solo.

As espécies alimentícias pouco cultivadas podem ter um incremento de cultivo na medida em que se demonstre o seu potencial de produção em solos com limitações nutricionais como os de terra firme da região amazônica. Especialmente com as Fabaceae, o interesse também é o de desenvolver uma tecnologia biológica para emprego na agricultura tradicional em busca de sistemas de produção sustentáveis em nitrogênio. Esse projeto teve como objetivo comparar o crescimento, desenvolvimento e nodulação natural de plantas de feijão-de-asa em dois solos distróficos que compõem as duas classes principais de solos terra firme da Amazônia Central.

2.Material e Métodos

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Microbiologia do Solo e na casa de vegetação INPA/CSAS, no Campus do INPA-V8, em Manaus, AM. As sementes de feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus*), utilizadas no experimento foram procedentes da Coleção de Germoplasma do Grupo de Pesquisas em Olericultura do INPA, e na fase de armazenagem foram preservadas em câmara fria a 8°C em recipientes vedados.

As duas principais classes de solo de terra firme da Amazônia Central foram coletadas: Um Latossolo Amarelo distrófico textura argilosa com procedência de uma área de pastagem abandonada na BR 174, Fazenda Experimental da UFAM e um Argissolo Vermelho Amarelo procedente da AM 010, Km 14, Estação Experimental de Hortaliças do INPA, em área com cobertura de sistemas agrofloretais, ambos no município de Manaus, AM. Após a coleta, os solos foram secos por 48 h, peneirados e distribuídos e recipientes plásticos drenados com capacidade para 1 kg de solo. A correção da fertilidade do solo foi feita com 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo), 100 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), 500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico e solução líquida de micronutrientes (1 mL kg⁻¹ de solo).

As sementes de feijão-de-asa foram semeadas diretamente nos recipientes, após a escarificação mecânica de 10 % do tegumento em pedra de esmeril e imersão em água por 24 h, três sementes por vaso, seguido do desbaste, mantendo-se uma planta por recipiente. Durante a condução do experimento, com o auxílio de um paquímetro digital as plantas foram medidas em seu diâmetro do colo aos 14 e 58 dias após a semeadura nos vasos. A irrigação das plantas foi feita diariamente e na medida em que se desenvolveram foi feito o tutoramento com varetas de 1,50 de comprimento, prendendo inicialmente as hastes em desenvolvimento com o auxílio de barbantes. Na condução do experimento foram feitas limpezas regulares das invasoras por extração manual e uma vez por semana foi praticado o deslocamento e casualização dos recipientes plásticos.

A colheita e avaliação das plantas foram feitas na fase que antecedeu a floração, aos 58 dias após a semeadura direta, colhendo-se a planta inteira para seccionar parte aérea e raiz, obtendo-se o peso seco das raízes, peso fresco e seco da parte aérea, determinando-se adicionalmente a matéria seca total. A secagem do material vegetal foi efetuada em estufa à 65°/72 h. Com o sistema radicular da planta foi feita uma medida do seu comprimento com auxílio de régua e os nódulos presentes foram extraídos, contados e secos em estufa. O peso específico dos nódulos correspondeu a razão entre a massa em mg e o número de nódulos para cada planta.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 10 repetições. Para efeito de análise, dados da contagem dos nódulos foram transformados para $Y_{x+0,01}$. A análise estatística dos dados foi feita empregando-se o programa Estat, adotando-se o teste de Tukey para comparações entre médias.

3. Resultados e Discussão

O feijão-de-asa é uma planta introduzida na Amazônia e, portanto pouca conhecida em outras regiões do Brasil. Quando cultivada é aproveitada para a produção principalmente de vagem verde e da sua raiz tuberosa, rica em proteína, para consumo humano. É uma planta herbácea, trepadeira e, em algumas variedades, as raízes laterais são tuberosas. As folhas são semelhantes aos dos feijoeiros comuns, com três folíolos, mas as vagens têm forma bem diferente dos feijões comuns, porque contêm quatro aletas ao longo do seu corpo e são de cor verde-clara a verde-escura (Cardoso, 1997). As condições que favorecem ao bom desenvolvimento da planta e frutificação são: clima quente e ameno, solos sem encharcamento, profundos, com boa fertilidade, ricos em matéria orgânica, embora possa crescer e produzir razoavelmente em solos de baixa fertilidade, e boa disponibilidade de água durante todo o ciclo da planta. A propagação é feita por sementes e a colheita é feita a partir de 80 dias após a semeadura nas condições do estado de Amazonas. A produtividade naquele Estado da Amazônia brasileira está em torno de 3 a 4 toneladas de vagens verdes por hectare.

O desenvolvimento do feijão-de-asa nas condições experimentais aqui aplicadas variou entre os solos pesquisados. Especificamente para o incremento do diâmetro da planta no nível do solo inicialmente, após a semeadura direta, as plantas germinadas em solo Latossolo apresentavam maior diâmetro do colo aos 14 dias do que no Argissolo (Tabela 1). Foi verificado, entretanto, que na colheita das plantas aos 58 dias as plantas desenvolvidas em Argissolo apresentavam diâmetro do colo significativamente maior que no Latossolo.

Tabela 1. Efeito do tipo de solo da terra firme da Amazônia Central nas medidas do diâmetro do colo (mm) de plantas de feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus*) aos 14 e 58 dias após a semeadura direta, em casa de vegetação¹

Classes de solos	Dias após a repicagem	
	14	58
Argissolo Vermelho Amarelo	1,2 b	1,9 a
Latossolo Amarelo	1,6 a	1,5 b
CV (%)	11,11	8,11
Teste F	30,76**	37,13**

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 1 % de probabilidade (P<0,01).

Os resultados experimentais também permitiram identificar um melhor desenvolvimento das plantas de feijão-de-asa em solo Argissolo comparado ao Latossolo, para a biomassa fresca e seca da parte aérea e biomassa total seca, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito do tipo de solo da terra firme da Amazônia Central sobre a biomassa fresca e seca de plantas de feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus*), aos 58 dias de semeadura direta, em casa de vegetação. (n=10)¹

Classes de solos	Parte aérea fresca	Parte aérea seca	Raízes secas	Matéria seca total	Comprimento da raiz (cm)
	g				
Argissolo Vermelho Amarelo	4,51 a	1,95 a	0,24 a	2,19 a	34,2 a
Latossolo Amarelo	3,45 b	1,61 b	0,25 a	1,86 b	38,2 a
CV (%)	16,79	12,55	22,13	12,99	21,39
Teste F	12,34**	11,15**	0,10 ^{ns}	7,68*	1,30 ^{ns}

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 1 ou 5% de probabilidade (P<0,01; P<0,05). ^{ns} – não significativo.

Os resultados experimentais demonstraram que o desenvolvimento da parte aérea da planta foi favorecido em solo Argissolo, no período experimental, e as plantas crescidas neste solo apresentaram

17,4 % a mais biomassa da parte aérea seca e 15,1 % a mais de matéria seca total, o que, embora estatisticamente diferente foi evidenciado um potencial de cultivo do feijão-de-asa em ambos os solos. Crescendo em volume de solo restrito do recipiente plástico as plantas não apresentaram diferenças estatísticas no desenvolvimento radicular, avaliado pela biomassa das raízes secas e comprimento da raiz. Estas diferenças entre solos podem estar associadas ao histórico da área em que foram coletados, já que o solo Latossolo era procedente de uma pastagem abandonada e o Argissolo foi proveniente de um sistema agroflorestal diversificado com mais de 20 anos de estabelecimento. As diferenças de textura também interferem no desenvolvimento das plantas, já que muitas espécies cultivadas demonstram uma preferência por um solo mais arenoso, comparado a solos de textura pesada.

As características da nodulação no sistema radicular de leguminosas são indicadoras do potencial de fixação de nitrogênio em simbiose com bactérias do solo do grupo dos rizóbios. Quando eficientes esse sistema fixador de N₂ pode contribuir para o aumento da produção das plantas e para suprimento de nitrogênio nos agroecossistemas (Moreira, 2008). Os resultados obtidos demonstraram que as diferenças no número de nódulos formados por rizóbios nativos nas raízes da planta fornecem boas evidências sobre o grau de adaptação aos solos estudados. Foi verificado que o número de nódulos formados no sistema radicular do feijão de asa foi significativamente maior no solo Argissolo, comparado ao Latossolo (Tabela 3), entretanto a média de 16 e 10 nódulos formados em ambos os solos sugerem a presença de rizóbios compatíveis com as espécies estudadas em ambos os solos.

Tabela 3. Efeito do tipo de solo da terra firme da Amazônia Central na nodulação natural de plantas de feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus*), aos 58 dias de semeadura direta, em casa de vegetação. (n=10)^{*1}

Classes de solo	Número de nódulos	Peso dos nódulos secos (mg)	Peso específico dos nódulos(mgnódulo ⁻¹)
Argissolo Vermelho Amarelo	16 a	104,5 a	6,8 b
Latossolo Amarelo	10 b	98,1 a	11,8 a
CV (%)	21,00	12,39	36,70
Teste F	8,66**	0,45 ^{ns}	10,88**

^{*1} Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade (P<0,05). ^{ns} – não significativo.

O desenvolvimento dos nódulos também foi acompanhado no experimento, e foi avaliado pela biomassa seca dos nódulos formados em cada planta. Como pode ser verificado o peso dos nódulos formados em cada planta não se diferenciou significativamente entre os solos pesquisados, entretanto ao avaliar o peso específico dos nódulos formados, que são uma informação do tamanho dos nódulos formados foi verificado que os nódulos formados no solo Latossolo eram significativamente maiores que os formados no solo Argissolo. Na pesquisa realizada sobre a fixação simbiótica de nitrogênio tradicionalmente o desenvolvimento nodular é um indicador de adaptação da espécie e compatibilidade dos simbioses nos solos pesquisados, entretanto somente a demonstração de correlação eficiente entre as variáveis de nodulação e os teores de N-foliar ou total das plantas permite inferir com mais segurança sobre o grau dessa eficiência.

Com fins de melhor caracterização destes nódulos, nos dois solos foi realizada uma avaliação do seu tamanho e estes variaram no sentido de maior tamanho entre 3,0-7,6 mm e no menor tamanho 1,6-4,7 mm. Quanto à forma, os nódulos foram classificados em bastão, amorfos e esféricos. Esses nódulos são facilmente destacados das raízes das plantas. Não foram observadas diferenças de coloração externa dos nódulos, registrando-se apenas a cor creme. Já internamente foram observadas variações na coloração que variou de branca, rosado, cinza, marrom e preto. A presença de nódulos com coloração interna rósea ou vermelha e plantas bem desenvolvidas e com as folhas verde-escuro são indicativos de eficiência da nodulação (Hungria & Stacey, 1997).

Este experimento precede um estudo mais aplicado sobre a resposta à inoculação com estirpes de rizóbios eficientes e selecionadas para esta espécie. Mesmo apresentando padrão de comportamento promiscuo quanto à habilidade de se permitir infectar por rizóbios de diferentes grupos, é possível que o feijão-de-asa incremente o seu potencial de desenvolvimento e produção quando a prática de inoculação for incorporada ao sistema de cultivo da espécie. Outros autores como Moreira (1995) pesquisaram a nodulação natural de leguminosas em solos da Amazônia Central, priorizando os trabalhos para as diferentes espécies nativas que crescem nos ecossistemas naturais ou alterados da região amazônica.

4. Conclusão

O feijão de asa demonstrou adaptação para o cultivo nas duas condições de solo de terra firme da Amazônia Central, estabelecendo-se em solo Latossolo Amarelo e Argissolo Vermelho Amarelo, ambos com sua fertilidade inicial corrigida, e demonstrando compatibilidade com as populações nativas de rizóbios presentes nestes solos.

5. Referências

Cardoso, M.O. (Coord.) 1997. *Hortaliças não convencionais da Amazônia*. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: Embrapa-CPAA. 150p.

- Hungria, M. & Stacey, G. 1997. Molecular signals exchanged between host plants and Rhizobia: basic aspects and potential application in agriculture. *Soil Biol. Biochem.*, 29 (5/6): 819-830.
- Lima, H.C. 2010. Fabaceae. p. 989-1102. In: Forzza, R.C. et al. (Org.). *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*, v.2. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1699p.
- Moreira, F.M.S. 1995. Nodulação e crescimento de leguminosas em dois solos da Amazônia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19: 197-204.
- Moreira, F.M.S. 2008. Bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam Leguminosae. In: Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O.; Brussaard, L. (Eds.) *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. Ed. UFLA, Lavras, p. 621-680.
- Noda, H.; Paiva, W.O.; Bueno, C.R. 1984. *Hortaliças da Amazônia*. *Ciência Hoje*: 3: (13): 32-37.
- Shiavinato, M.A. 1990. *Crescimento, floração e formação de raízes tuberosas em Psophocarpus tetragonobolus (L.) DC*. Tese de Doutorado, Instituto de biologia da Universidade Estadual de Campinas, 120p.